

DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS

JORNADAS ACADÉMICAS

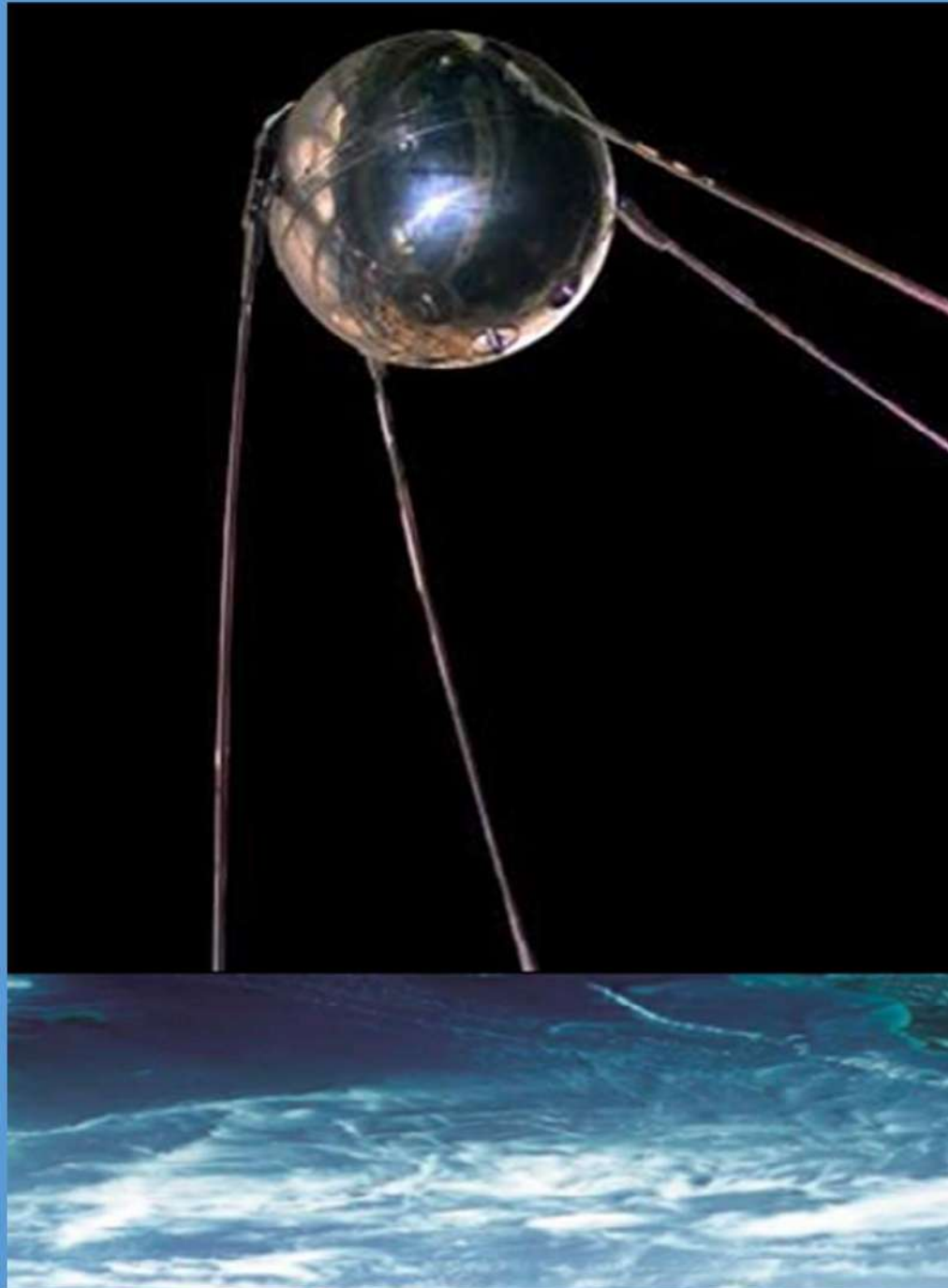
Revista de publicación anual

No. 4

Divulgación

Enseñanza

Investigación
educativa



Escuela Superior de
Física y Matemáticas

Mayo de 2021

Editorial

En este cuarto número de la Revista Didáctica de las Ciencias, la Escuela Superior de Física y Matemáticas (ESFM) del Instituto Politécnico Nacional se complace en celebrar el 60° Aniversario de su fundación, por lo que la Sección de Investigación Educativa se dedica a la memoria de la Dra. Patricia Camarena Gallardo, quien fue la primera mujer egresada de esta Unidad Académica.

Para dar mayor realce a este número en esta fecha tan significativa, contamos con la colaboración de profesores e investigadores de diferentes centros, nacionales y extranjeros. Del propio Instituto Politécnico Nacional está presente la participación del Centro Interdisciplinario de Ciencias de la Salud, Unidad Santo Tomás; en particular, de la Licenciatura en Optometría, en la que cabe destacar las aportaciones del Lic. Opt. Lucio Alemán Rodríguez, quien fue decano de dicho Centro desde marzo de 2002. Los artículos que elaboró en colaboración con sus alumnos y que se publican en este número, serán los últimos, debido a su sensible fallecimiento ocurrido el 29 de abril de 2021, por lo que también se vuelven un homenaje póstumo a tan amable compañero.

Se cuenta también con las participaciones de profesores investigadores del Estado de México, Puebla, Guanajuato, Oaxaca y de países hermanos, Guatemala, Chile y Venezuela.

Sin más preámbulo, agradecemos a las autoridades y a todo el personal de la ESFM el apoyo que año con año brindan para la realización de este proyecto.

Luz María de G. González Álvarez

Directorio

Miguel Tufiño Velázquez

Director

Mario Chavarría Castañeda

Subdirector Académico

Alfredo Godínez Muñoz

Subdirector Administrativo

María Elizabeth de la Cruz Santiago

Subdirectora de Servicios Educativos
e Integración Social

Israel Isaac Gutiérrez Villegas

Jefe del Departamento de Ingeniería
y Ciencias Sociales

José Calderón Mendoza

Jefe del Departamento de Física

Erick Lee Guzmán

Jefe del Departamento de
Matemáticas

Juan Manuel Figueroa Flores

Jefe del Departamento de Unidad de
Tecnología Educativa
y Campus Virtual

Comité Editorial

Mario Chavarría Castañeda

Coordinador General

Luz María de G. González Álvarez

Miguel Cedeño Hernández

Arturo F. Méndez Sánchez

Leonor Pérez Trejo

Gabriela L. Rueda Morales

Ramón Sebastián Salat Figols

Colaboradores

Cintillo Legal. Revista Didáctica de las Ciencias, año 4, No. 4, mayo 2021, es una publicación anual editada por la Escuela Superior de Física y Matemáticas (ESFM), del Instituto Politécnico Nacional, Av. Instituto Politécnico Nacional s/n Edificio 9 Unidad Profesional "Adolfo López Mateos" Col. San Pedro Zacatenco, Del. Gustavo A. Madero, Ciudad de México C.P. 07738, Ciudad de México; México 2009-2013. Conmutador 01 (55) 5729 6000, ext. 46135, www.esfm.ipn.mx, Lic. Mario Chavarría Castañeda. Reserva de derechos al uso exclusivo No. 04-2017-050311035400-203, ISSN: en trámite, ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Responsable de la última actualización de este Número, Unidad de Tecnología Educativa y Campus Virtual ESFM, Ing. Juan Manuel Figueroa Flores, Av. "Instituto Politécnico Nacional" S/N, Edificio 9, U.P. Adolfo López Mateos, Col. San Pedro Zacatenco, Del. Gustavo A. Madero, Ciudad de México, C.P. 07738, fecha de última modificación, 14 de agosto de 2020. Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura del editor de la publicación. Queda prohibida la reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes de la publicación sin previa autorización del el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Liga de acceso: <https://www.esfm.ipn.mx/jornadas.html>

Perfil

La Revista Didáctica de las Ciencias de la ESFM-IPN, se define como una memoria electrónica en línea, que difunde una selección de los trabajos que se presentan en las Jornadas Académicas de Didáctica de las Ciencias; en los temas de, divulgación científica, enseñanza de las ciencias, tanto experimentales como en matemáticas, y de la investigación en la didáctica de las ciencias; realizadas en el IPN y en instituciones académicas invitadas.

Es una publicación concebida como un medio de comunicación comprometido con la sociedad, abierto, plural, sin fines lucrativos, que tiene la finalidad de divulgar, difundir, intercambiar, ampliar, promover y reflexionar las actividades que se crean en materia de educación científica de las ciencias físico-matemáticas, principalmente.

Objetivo

Ser un instrumento que divulgue el conocimiento científico, y difunda el de enseñanza de las ciencias experimentales y las matemáticas; así como el que se genere mediante la investigación en la didáctica de dichas ciencias, por medio de una comunidad virtual que permita establecer vínculos entre autores y lectores, promoviendo con ello la cultura de la investigación.

Ser un aporte significativo para académicos, investigadores, estudiantes y profesionales, por medio de información orientada a satisfacer sus necesidades e interés, su formación y actualización, colocando la publicación electrónica dentro de la consultoría académica.

Ser un espacio digital e innovador que publique artículos de divulgación, investigación, análisis, creación y reflexión.



Normas Editoriales

La publicación en la Revista Didáctica de las Ciencias está sujeta al siguiente código normativo:

1. Exclusividad

Los trabajos a publicar en la Revista Didáctica de las Ciencias de la ESFM-IPN deberán ser inéditos y el contenido no debe haber sido publicado o aceptado para su publicación en otro lugar (excepto en la forma de un resumen o como parte de una conferencia publicada, opinión o tesis), sus autores se comprometen a no someter simultáneamente a la consideración de otras publicaciones.

2. Tipos de colaboración

Divulgación Científica. - Los trabajos que se presenten para esta sección deberán presentar contenidos de ciencias experimentales o matemática, con un lenguaje accesible al público en general, acompañado de las imágenes o tablas que ayuden a la comprensión del mismo y le den una legibilidad mayor.

Enseñanza de las Ciencias. - En esta sección, las propuestas de enseñanza de las ciencias han de contener los elementos necesarios para que el lector conozca los aprendizajes que se favorecen, de manera que pueda comunicarse con los autores de los trabajos de su interés para obtener información suficiente para la transferencia.

Investigación Educativa. - Bajo este rubro, los trabajos deberán contemplar criterios como el diseño pertinente de la investigación, la congruencia teórica y metodológica, el rigor en el manejo de la información y los métodos, la veracidad de los hallazgos o de los resultados, discusión de resultados, conclusiones. anteriores o publicaciones ajenas. Su propósito es la discusión constructiva.

Proceso de Evaluación

Los artículos que no cumplan con los requisitos normativos descritos no serán aceptados. El editor de la revista acusará recibo de los trabajos, en un plazo no mayor a 5 días hábiles.

Los autores ceden los derechos de publicación a la Revista Didáctica de las Ciencias. Así mismo los autores garantizan con firma autógrafa que el artículo es original y no ha sido postulado de manera simultánea a otras revistas ni ha sido publicado con antelación.

El autor deberá firmar el Acuerdo de transferencia de derechos de autor disponible en <https://www.esfm.ipn.mx/jornadas.html>

El envío de los artículos no obliga al comité editorial de la Revista Didáctica de las Ciencias a realizar su publicación.

¿Por qué las Jornadas Académicas?

La formación en el uso y comprensión de lenguaje de las ciencias se encuentra implícito en la mayoría de las currícula, tanto de nivel básico como superior; siendo que en la literatura especializada se pueden encontrar evidencias contundentes de la importancia del aprendizaje de los lenguajes específicos para el aprendizaje significativo de cada disciplina científica.

Ante ese hecho, se propuso fomentar el desarrollo de la competencia lingüística especializada, tanto de manera oral como escrita, mediante dos recursos complementarios: las Jornadas Académicas de Didáctica de las Ciencias, en las cuales, estudiantes y profesores de diferentes niveles educativos realizan actividades para el desarrollo y práctica del lenguaje de las ciencias, en un discurso oral, apoyado por imágenes; y la “Revista Didáctica de las Ciencias. Jornadas Académicas”, para el desarrollo y la práctica del lenguaje especializado, en el discurso escrito.

Estos dos medios aportan a la divulgación a la difusión del conocimiento, puesto que los asistentes al evento y los lectores de la revista se enteran de las ideas que se expresan, en tres grandes temas: divulgación de la ciencia; enseñanza de la ciencia e Investigación educativa.

El Instituto Politécnico Nacional
a través de la
Escuela Superior de Física y Matemáticas
te invita a participar en las

Un espacio de intercambio
sobre investigaciones educativas,
diseños didácticos y divulgación
de la ciencia, como medio de
difusión entre **docentes,**
estudiantes, egresados y
de divulgación para
el público en general.

Del 20 al 22 de abril de 2021

**CONFERENCIAS MAGISTRALES Y SESIONES SIMULTÁNEAS
EN MODALIDAD VIRTUAL**

Se realizará un homenaje a la Dra. Patricia Camarena Gallardo

Fecha límite para el envío de trabajos: 12 de febrero de 2021

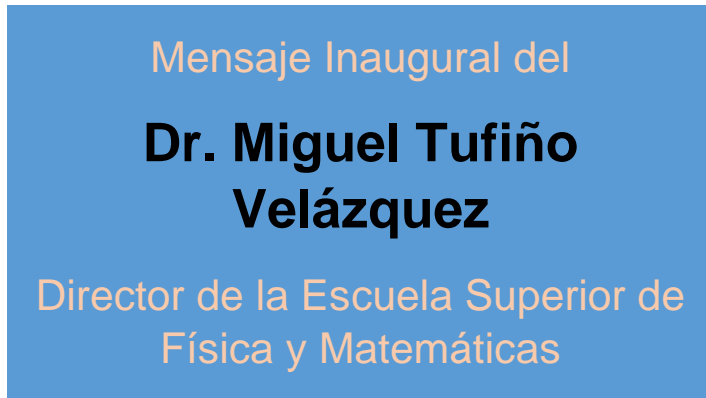
PRIMERA JORNADA
**DIVULGACIÓN
CIENTÍFICA**

SEGUNDA JORNADA
**ENSEÑANZA DE
LAS CIENCIAS**

TERCERA JORNADA
**INVESTIGACIÓN
EDUCATIVA**

<https://www.esfm.ipn.mx/jornadas.html>

ESFM-IPN Edificio 9, Unidad Profesional "Adolfo López Mateos"
Col. San Pedro Zacatenco, Alcaldía Gustavo A. Madero, Ciudad de México, C.P. 07738



CDMX, 20 de Abril de 2021.

Buenos días a todos y bienvenidos profesores, alumnos y participantes en estas IV Jornadas de Didáctica de las Ciencias. Es un gusto saludarlos y estar con ustedes, y ver el interés que ha despertado este evento, ya que cada año ha ido creciendo. Es un evento que desde su inicio despertó muchas expectativas y ahora la Escuela está obligada a realizarlo cada año, al igual que la Reunión Nacional Académica de Física y Matemáticas, y otros eventos como el Pierre Fermat, que la pandemia no nos ha permitido organizar.

Es una alegría ver que estas **IV Jornadas Académicas de Didáctica de las Ciencias** siguen despertando mucho interés entre la comunidad docente y estudiantil de diferentes niveles, desde el nivel secundaria, medio superior y superior, inclusive posgrado, porque hay participantes que imparten o están inscritos en cursos en posgrado.

Es un gusto saludarlos y recibirlos, aunque sea por este medio, ya que desafortunadamente las condiciones debidas a esta pandemia que nos ha agobiado desde marzo de 2020, todavía no nos permiten realizar actividades de manera presencial; pero eso no nos detiene, aquí estamos, no importa, estamos en pie de lucha y qué bueno que estamos organizando estas IV Jornadas Académicas de Didáctica de las Ciencias a distancia.

Como ustedes saben, el objetivo de estas Jornadas es generar un espacio de intercambio sobre investigaciones educativas, diseños didácticos y divulgación de la ciencia; así como propiciar la discusión sobre dichas temáticas, y servir como medio de difusión entre profesores, estudiantes y egresados; y de divulgación para el público en general.

Considero muy importante acercarnos al público en general, para que se vayan familiarizando con los temas científicos y que entiendan que es accesible comprender algunos de los fenómenos naturales y eso lo podemos hacer si entendemos como se comporta el mundo y el universo.

En estas Jornadas se van a presentar un total de 53 trabajos en 14 mesas de trabajo; se van a impartir 6 talleres y varias conferencias, durante esos tres días; una conferencia magistral el primer día, en el segundo dos, y en el tercero se va a realizar un panel.

Queremos resaltar que en estas IV Jornadas Académicas de Didáctica de las Ciencias se le va a rendir un homenaje a la Dra. Patricia Camarena Gallardo, quien fue la primera mujer egresada de la licenciatura en Física y Matemáticas de nuestra Escuela. Es un honor poder rendirle un homenaje a la Dra. Patricia Camarena Gallardo, quien estuvo muy interesada en que los jóvenes comprendieran el conocimiento científico y estuvo muy interesada en la didáctica de las ciencias y las matemáticas. Justo homenaje que se le rinde a la Dra. Patricia Camarena Gallardo, reitero, nuestra primera egresada mujer, de matemáticas.



Cabe resaltar que estas Jornadas se realizan en el marco del 85° Aniversario del Instituto Politécnico Nacional y del 60 aniversario de las Escuela Superior de Física y Matemáticas, que se ha distinguido por tener egresados de muy alto renombre.

La ESFM es una escuela pequeña, porque anteriormente sólo unos cuantos estudiantes se animaban a estudiar física y matemáticas, pero afortunadamente eso ha cambiado, cada día hay más interés. Pero aunque sea pequeña, nuestra Escuela cuenta con muchos egresados distinguidos; 5 de ellos han sido objeto de que se les otorgue el Premio Nacional de Ciencias y Artes, y muchos más han recibido premios a nivel internacional y han sido fundadores de instituciones de educación superior y de diversas organizaciones.

Les deseo mucho éxito y quiero felicitar al Comité Organizador de las JADC porque gracias a ellos se ha podido despertar el interés y tenemos una participación muy nutrida en estas Jornadas que se realizarán en tres días, a partir de hoy, 20 de abril, hasta el día 22.

De nuevo les reitero la bienvenida a todos ustedes, y sin más preámbulo me voy a poner de pie, y quienes puedan ponerse de pie por favor les pido que lo hagan, voy a hacer la declaratoria inaugural de las Jornadas.

Siendo las 12:00 hrs de hoy 20 de abril del año 2021, me permito declarar formalmente inauguradas las IV Jornadas Académicas de Didáctica de las Ciencias, con la seguridad de que será un evento exitoso y muy provechoso, sobre todo para los participantes, a quienes les agradecemos su interés y sus aportaciones. Sean todos bienvenidos, muchas felicidades y mucho éxito a todos ustedes, muy amables y muchas gracias.

CONTENIDO

Primera Jornada. Divulgación Científica.

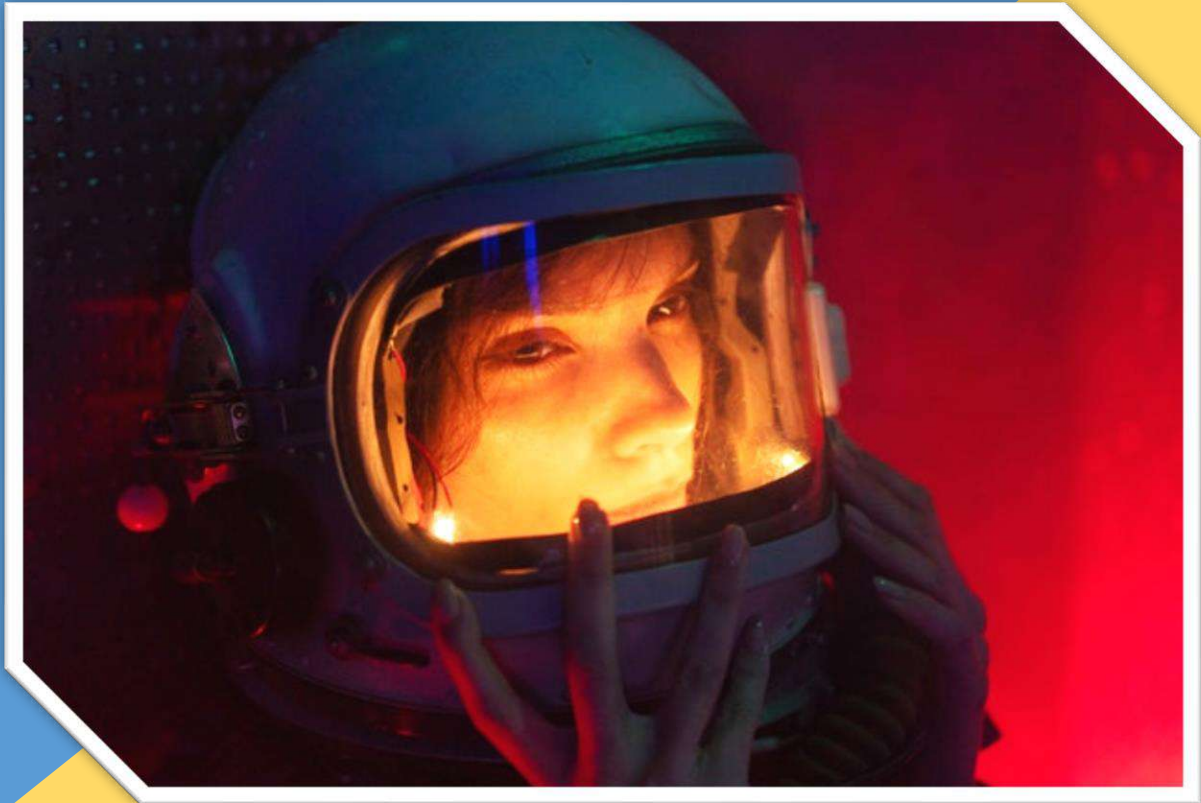
Durante el primer día de trabajo, se pretende que los estudiantes jóvenes de secundaria, bachillerato y nivel superior, presenten trabajos de divulgación en las ciencias experimentales y las matemáticas. Elaborando una ponencia a partir de su trabajo en extenso, vivirán la experiencia de compartir sus ideas con otros estudiantes; esto como un ensayo de lo se hace en la vida profesional, y eventualmente si así lo desean, continuar su integración a las actividades propias del ambiente académico.

	Pág.
El papel del optometrista y su importancia en la salud	1
¿Cómo es que vemos?	4
Nutrición y salud visual	8
Terapia Visual	13
¿Por qué se toma la agudeza visual a 6 metros?	18
¿Por qué me cuesta aprender lo que estoy leyendo?	23
¿40 años y ya no veo bien de cerca?	25
¿Qué es la miopía?	27
¿Qué es la ambliopía?	30
¿Qué es el estrabismo?	35
El daltonismo, ¿existe?	42

De la biología a la mecánica cuántica: un viaje a los enigmas de la vida	46
Aceleración del Cambio Climático debido al Impacto Ambiental	52
Uso racional del agua y la reutilización de agua residual tratada	60
De energía solar a energía eléctrica gracias a las celdas fotovoltaicas	70
Agujeros negros, una realidad desconocida	76
Moda y química	81
La tensegridad en la vida diaria	84
Origami en el espacio	87
Principio físico del láser; haciendo música con la luz	89
Un futuro cuántico	95
Dinámica de un macro universo explicado por un micro universo	100
Hologramas en el presente y hacia el futuro	109
Los enigmáticos rayos cósmicos	114
<p>Segunda Jornada. Enseñanza de las Ciencias.</p> <p>En el segundo día de trabajo, los profesores de diferentes niveles educativos, así como los estudiantes y egresados de nivel superior y de posgrado, presenten propuestas basadas en la enseñanza de la Física y las Matemáticas. Esto con el objetivo de promover la innovación en la didáctica de las ciencias.</p>	
Determinar la no solubilidad de una ecuación de la forma $ax+by=c$, con a,b,c,x,y enteros positivos en educación básica utilizando materiales didácticos	119

Actividades virtuales para el aprendizaje de la geometría euclidiana en el nivel medio superior	130
Implicaciones económicas de los REA en la salud y educación de grupos envejecidos. Análisis situado en el contexto de la enseñanza de las matemáticas en nivel superior	137
Igor y Optik, aliados en el laboratorio de Óptica Geométrica	150
Enseñanza de la cinemática en telesecundaria con una red de actividades de Modelación-graficación	156
Las diversas funciones de la superficie en la naturaleza y en la tecnología	168
Ciencia en la cocina: Cristalización	174
Libro: la enseñanza de las ciencias experimentales: física y química	181
Hacia el concepto de espín en la enseñanza	193
Estudio de un sistema de atomizado químico para tratamientos térmicos de películas delgadas semiconductoras	201
Plan de aprendizaje/evaluación del tema de Ondas a nivel bachillerato	216
Propuesta de un juego para analizar el aprendizaje de los estudiantes en una clase de educación superior	230
Reflexiones de estudiantes sobre honestidad académica y honestidad científica	243
<h2>Tercera Jornada. Investigación Educativa.</h2> <p>El tercer día de trabajo, se concibe como un día para la presentación de trabajos de tesis de licenciatura, maestría o doctorado, en las áreas de la educación de las matemáticas y las ciencias experimentales. También se permiten las aportaciones de investigadores consolidados, que inviten a fundamentar y/o innovar la práctica docente.</p>	
Una aplicación del modelo de Rasch	249
Análisis de las competencias en una carrera de ingeniería física y su comparación con respecto al Proyecto Tuning América Latina	255

¿Belleza en las matemáticas? Cómo alumnos de ciencias perciben la belleza de las artes y de las matemáticas	267
Aprendizaje por medio de Prototipos	288
Identificación e implementación de los estilos de aprendizaje para un grupo de estudiantes de matemáticas	297
Obstáculos en el aprendizaje de la geometría transformacional: homotecia	309
¿Qué hace un físico? Perspectiva de 80 estudiantes de Bachillerato	320
Diseño de problemas en las matemáticas de Bachillerato	329
Motivación y riesgos de deserción en estudiantes de primer semestre de licenciatura en física y matemáticas	342
Sistematización del ABP en el área de matemática en pandemia	373
Lo maravilloso de las preguntas: ayudan al estudiante a obtener conocimiento; en cada una de las estrategias didácticas para la enseñanza de la química en tiempos de Covid 19	382
Estudiantado de matemáticas: su organización y uso del espacio	397
La enseñanza de la Física y la Química desde el conocimiento pedagógico de contenido en el bachillerato del Instituto Politécnico Nacional	413
Análisis interpretativo de aprendizajes virtuales de los principios químicos en jóvenes bachilleres del estado de Oaxaca México	430
Ecuaciones diferenciales con sentido, a través del uso de tecnología.	441
Aportaciones transversales en la Teoría de las Matemáticas en el Contexto de las Ciencias	451



Divulgación

Revista Didáctica de las Ciencias
IV Jornadas Académicas
20 de Abril 2021



El papel del optometrista y su importancia en la salud

Hernández Martínez Monserrat¹, Opt. Lucio Alemán Rodríguez²
monserrathdzmtz@gmail.com, lalemanr@hotmail.com

¿Diferencia entre el examen de la vista y el examen visual?

Durante años en México se han hecho un sin número de campañas de examen de la vista, muchos incluso de manera gratuita. La mayoría de las veces estos se realizan por gente que se ha formado a través de la experiencia, sin el conocimiento que implica una carrera a nivel licenciatura y que muchas de las veces se hacen por medio de la “computadora”, el cual es un auto refractómetro. Este examen de la vista se enfoca en enviar unos “lentes” que pretenden solucionar un problema de nitidez, que no siempre es lo único que necesita el paciente.



Los licenciados optometristas hacen una evaluación de las habilidades visuales, así como de la salud ocular de cada paciente, buscando que cada persona solucione su problema ya sea con ayuda de lentes (de contacto o gafas), terapia visual o refiriéndolos oportunamente con un especialista.

¿Qué hace un Licenciado optometrista?

El licenciado en Optometría es un profesional de salud con los conocimientos y habilidades para prevenir, promover, investigar, detectar y diagnosticar, rehabilitar, tratar y dar seguimiento a alteraciones del sistema visual.



¿Qué es el sistema visual?

Es un conjunto de órganos, vías y centros nerviosos, que permiten la captación, procesamiento y aprovechamiento de la información visual, lo que lleva a alcanzar una percepción muy precisa del mundo físico que nos rodea.

¹ Séptimo semestre, Carrera de Optometría CICS UST 1

² Optometrista, Profesor Clínica séptimo semestre, Carrera de Optometría CICS UST 2

¿Entonces no solo ponen lentes?

No, eso es lo más importante. La optometría no es poner lentes, tenemos que realizar una serie de pruebas para revisar que el sistema visual se encuentra trabajando correctamente, se revisa la salud de los ojos, como recibe la información el cerebro y la interpreta. Para poder hacer las pruebas necesarias nos preparamos durante 4 años, en los cuales adquirimos el conocimiento adecuado en áreas como:

- Patología Ocular
- Farmacología general y ocular.
- Visión binocular
- Lentes de Contacto
- Pediatría
- Geriatria
- Visión baja
- Bioética
- Investigación.
- Entre otras.

Como verás las áreas en las cuales estamos formados es amplia lo que nos permite desarrollarnos en un campo laboral amplio, podemos trabajar desarrollando investigación en el área de óptica física o de la salud, haciendo campañas de prevención y educación, en área clínica o entrenamiento visual.

La licenciatura

Optometría como licenciatura se puede estudiar en universidades de gran prestigio a nivel nacional, como es el Instituto Politécnico Nacional o la Universidad Nacional Autónoma de México en Ciudad de México, o la Universidad Autónoma de Aguascalientes, la Universidad Autónoma de Querétaro en el interior de la república a nivel público, aunque también se puede encontrar en algunas universidades a nivel privado.



Es una carrera que se debe de cursar en sistema Escolarizado o Presencial debido a las prácticas. La duración es de 8 a 9 semestres más un año de servicio social.

¿Te gustaría saber más de la licenciatura de Optometría?

Te invito a que conozcas un poco más de la carrera y los planes de estudio en las siguientes ligas:

<https://www.ipn.mx/oferta-educativa/educacion-superior/ver-carrera.html?lg=es&id=41>

<http://oferta.unam.mx/optometria.html>

Referencias

Licenciado en Optometría [Internet]. Instituto Politécnico Nacional Oferta Educativa. 2021 [citado 18 enero 2021]. Disponible en: <https://www.ipn.mx/oferta-educativa/educacion-superior/ver-carrera.html?lg=es&id=41>

Nieuwenhuys R, Voogd J, Van Huijzen C. El sistema nervioso central humano. 4.^a ed. Editorial Médica Panamericana.; 2009.

Bahena Trujillo, Ricardo [Internet]. Optometría en México. Imagen Óptica. 16. 76. 2014 [citado 18 enero 2021]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/274711972_Optometria_en_Mexico

¿Cómo es que vemos?

Cintia Monserrat Vazquez Aguilar¹, Opt. Lucio Alemán Rodríguez²
 cintia_aguila_14@hotmail.com, lalemanr@hotmail.com

¿Cómo funcionan los ojos?

El funcionamiento de los ojos en primera instancia puede ser complicada de entender porque ¿Qué pensarías si te dijera que no vemos con los ojos sino con el cerebro?

La primera vez que me dijeron esto me sorprendí, pero para comprender esto vamos a analizar los ojos más a detalle.



¿Qué estructuras anatómicas integran al ojo?

Hay una gran variedad de estructuras que integran al ojo, pero para explicar la visión solo pondremos algunas en la tabla I.

Tabla I. Estructuras del ojo.

Estructura	¿Qué es?	Función
Órbita	Son cavidades formadas por distintos huesos de la cara.	Ayudan a proteger y dar soporte a los ojos.
Músculos extraoculares	Cada ojo tiene seis músculos que se insertan en la esclerótica.	Permiten mover los ojos cuando un objeto está en movimiento sin necesidad de mover la cabeza. El cerebro coordina estos movimientos.
Esclerótica	Es la parte blanca del ojo.	Da la forma circular al ojo y protege sus estructuras internas.
Córnea	Es la parte que está enfrente de la pupila, tiene forma de domo.	Esta estructura es muy sensible y ayuda a proteger.
Humor Acuoso	Es una sustancia líquida.	Ayuda a mantener la presión del globo ocular.
Iris	Es la parte del ojo en la que el color varía, su color viene de un pigmento llamado melanina.	Músculos muy pequeños dentro del iris hacen que la pupila se haga más pequeña y grande para controlar la cantidad de luz que entra al ojo.

¹ Estudiante de optometría de séptimo semestre.

² Optometrista.

Pupila	Es el punto oscuro en el centro del ojo.	A través de este orificio pasa la luz al interior del ojo.
Cristalino	Es una estructura ovalada que se encuentra atrás de la pupila y el iris, está sujeto por un músculo que cuando se relaja o se contrae cambia la forma del cristalino.	Ayuda a redirigir la luz que entra por la pupila para que llegue a la retina.
Cavidad Vítreo	Esta parte está llena de algo llamado humor vítreo el cual es una sustancia gelatinosa.	Ayuda a mantener la forma del ojo y a que la luz viaje a la retina.
Retina	Es una red de células sensibles a la luz.	La luz que llega a esta red de células produce una reacción química, que a su vez genera impulsos eléctricos que viajan por el nervio óptico.
Mácula y fóvea	Estas forman parte de la retina, pero aquí se encuentra una concentración de células más elevadas y especializadas.	Ayuda a ver los detalles de las cosas, así como hacer trabajos de cerca.
Nervio óptico	Es como un cable que conecta a los ojos con el cerebro, pero está formado por más de un millón de fibras nerviosas.	Los impulsos eléctricos que se generaron en la retina viajan a través de éste al cerebro para decodificarse.

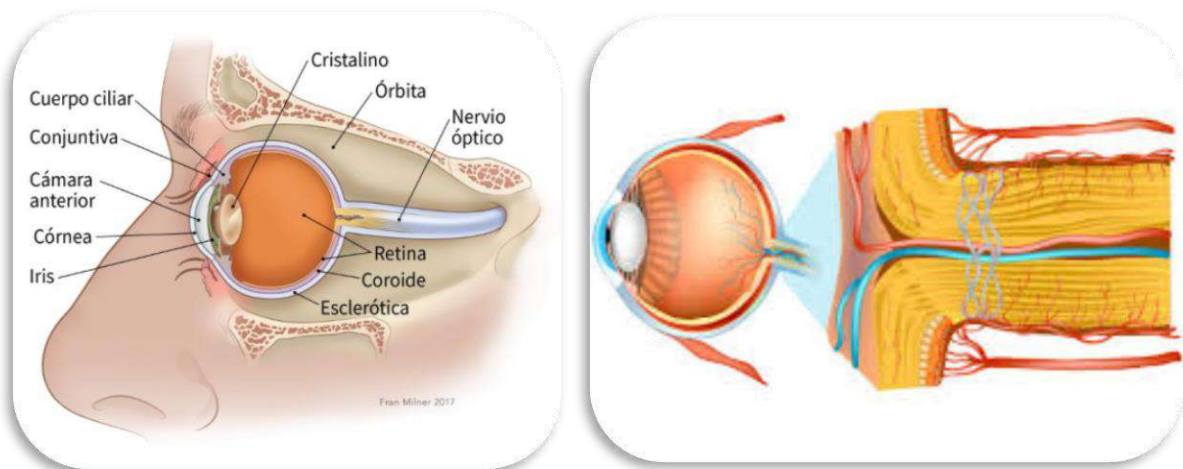


Fig.1 Estructuras del ojo

Entonces... ¿Cómo vemos con el cerebro?

Pongámoslo así: los ojos son un captador de luz, el cual la transforma en impulsos eléctricos y a su vez estos viajan a través del nervio óptico hacia una zona del cerebro donde se reconocen e interpretan los impulsos eléctricos.

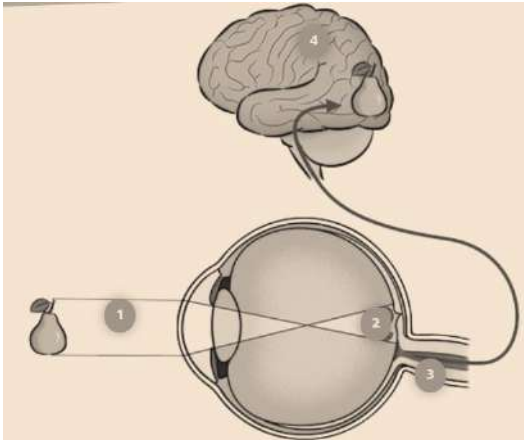


Fig. 2. El ojo capta la luz, pero vemos con el cerebro

Por ejemplo: estamos viendo nuestro teléfono: la luz del teléfono pasa primero por la córnea; pasando por el humor acuoso; la pupila; donde el iris regula la entrada de luz; donde llega al cristalino. Cuando el músculo que lo sostiene se relaja o se contrae, la forma del cristalino cambia para que podamos enfocar lo que vemos.

A este proceso lo llamaremos acomodación el cual nos permite ver los objetos más claros cuando están a diferentes distancias. Al avanzar la edad el cristalino se vuelve menos elástico y por eso las personas pasando los 40 años tienen dificultades para ver de cerca.

Continuando en el camino de la luz, esta pasa por el humor vitreo llegando a la retina la cual está conformada por células llamadas fotorreceptores, estos pueden ser de dos tipos conos o bastones.

Conos:

- Están concentrados en la macula (fóvea)
- Nos ayudan a distinguir los detalles
- Nos dan la percepción del color

Bastones

- Están concentrados en la parte periférica de la retina
- Nos ayudan a percibir el movimiento
- Nos ayudan a adaptarnos a la oscuridad

Como dato interesante, donde se inserta el nervio óptico al ojo es el denominado punto ciego y esto ocurre debido a que no hay fotorreceptores en esa zona.

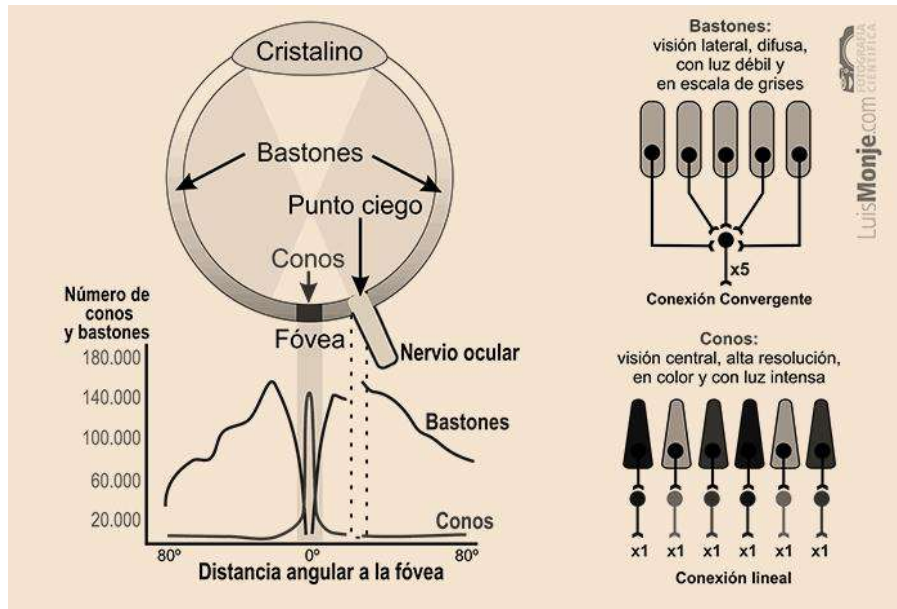


Fig. 3. Conos y bastones

Estas señales eléctricas se siguen procesando y luego viajan desde la retina del ojo al cerebro a través del nervio óptico por un conjunto de alrededor de un millón de fibras nerviosas. En el cerebro las señales eléctricas se decodifican e interpretan hasta formar la imagen que logramos percibir y es así como logramos ver.

Referencias

Herranz, R. M., & Antolínez, G. V. (2011). Manual de optometría (1.^a ed.). Editorial Médica Panamericana.

Bowling, B. (2015). Kanski's Clinical Ophthalmology: A Systematic Approach (8th UK ed.). Saunders Ltd.

Buettner, H. (2002). Guía De La Clínica Mayo Sobre visión Y Salud Ocular (1.^a ed.). Trillas.

Páginas web

J. (2020, 30 abril). Conos y bastones. Asociación Mácula Retina. <https://www.macula-retina.es/conos-y-bastones/>

Cómo vemos | National Eye Institute. (s. f.)

<https://www.nei.nih.gov/learn-about-eye-health/en-espanol/ojos-sanos/como-vemos#:~:text=La%20c%C3%B3rnea%20desv%C3%ADa%20o%20refracta,la s%20im%C3%A1genes%20en%20la%20retina.>

Nutrición y salud visual

Rodríguez Herrera Mayra Gabriela¹,
M en RV EFV Opt. Alejandra de las Mercedes Morales Argáez
mrodriguez1401@alumno.ipn.mx, ale_mercy@hotmail.com

¿Cómo influye la alimentación en nuestra visión?

La **visión** es uno de los sentidos más indispensables que tenemos. Nuestros ojos envejecen con el paso del tiempo, al igual que nuestro cuerpo, pero hay **alimentos** que ayudan a mantener los ojos saludables por mucho más tiempo y retrasan el envejecimiento ocular.



Enfermedades oculares

Una alimentación sin los nutrientes necesarios puede **perjudicar la salud visual**, acrecentando problemas como el ojo seco, la fotofobia y, a largo plazo, el aumento del riesgo de aparición de **enfermedades oculares** como cataratas, glaucoma y retinopatías, así como el incremento del deterioro por patologías generales como la diabetes.



¿Qué nutrientes son necesarios para tener una buena salud visual?

Una nutrición sana y equilibrada a cualquier edad, incluso cuando somos jóvenes, es recomendable para mantener una buena salud visual y se asocia con un menor riesgo de padecer patologías oculares.

Los nutrientes necesarios son:

- **Vitamina A (Carotenos):** Es esencial en el ojo, ayuda a proteger las células oculares y es muy necesaria para la visión nocturna.
- **Vitamina B12:** es la más importante del complejo vitamínico B puesto que favorece la formación de glóbulos rojos en la sangre. Está indicada para episodios de hiperemia (ojo rojo) y úlceras corneales.

¹ Licenciatura en Optometría, séptimo semestre

- La **vitamina B6** y **vitamina B9** o **ácido fólico**: son indispensables para el metabolismo de las células rojas de la sangre y el funcionamiento del sistema nervioso.



- **Vitamina B2** o **riboflavina**: estimula la función de la vitamina E y disminuye la fotofobia y los síntomas de ojo seco.

- **Vitamina C**: protege de procesos oxidativos al cristalino que pueden llevarle a su pérdida de transparencia (cataratas) y a la retina ocasionándole un deterioro celular irreversible (Degeneración macular).

- **Vitamina E**: Tiene propiedades antioxidantes que actúa sobre la oxidación de los ácidos grasos de las membranas celulares oculares neutralizando la acción de los radicales libres, y es un potente agente contra las cataratas y la degeneración macular retiniana.

- **Oligoelementos (zinc y selenio)**: Son nutrientes que el organismo requiere en cantidades muy pequeñas, pero que son esenciales para la salud y el correcto funcionamiento de los procesos vitales. Son esenciales en el mantenimiento del sistema inmune y del sistema antioxidante de los ojos.



- **Ácidos Grasos (Omega-3)**: Previenen la degeneración macular retiniana (DMAE) y el glaucoma, favorece el lagrimeo mejorando el ojo seco, tienen efectos antiinflamatorios y ayudan a la formación de la vitamina A.



- **Flavonoides**: Son pigmentos naturales presentes en los vegetales, que eliminan los radicales libres y protegen al organismo del daño producido por agentes oxidantes, como los rayos ultravioletas, la contaminación ambiental, sustancias químicas presentes en los alimentos, etc.



- **Xantofilas (Luteína Y Zeaxantina)**: Son sustancias químicas que realizan acciones fotosintéticas propias del reino vegetal. La luteína previene el desarrollo de cataratas y degeneración macular, mientras que la zeaxantina actúa como filtro protector de los tejidos frente a la luz azul del espectro.

¿Qué debemos comer para ver bien?

Verduras y hortalizas de hoja verde

- Se caracterizan por contener grandes cantidades de luteína y vitaminas
- Alimentos recomendados: Brócoli, col rizada, espinacas, acelgas, apio, espárragos, guisantes, calabacín, pepino.

Verduras y hortalizas de color naranja

- Alimentos recomendados: zanahorias, calabaza, pimientos e incluso berenjenas.
- En cuanto a su preparación, pueden ser crudos, en zumos o cocidos, eso sí, no en exceso ya que la temperatura desnaturaliza las vitaminas y ocasiona la pérdida de algunas propiedades.
- Estos alimentos contienen altas cantidades de luteína y zeoxantina así como vitamina C.

Pescado

- Se recomienda el consumo de pescado azul como: salmón, trucha, sardinas y atún.
- Se caracterizan por su alto contenido en grasas omega-3.
- Se recomienda su ingesta 2 o 3 veces por semana.

Huevo

- Las yemas de huevo contienen luteína y vitaminas, especialmente la vitamina E, con alto poder antioxidante y oligoelementos, como el Zinc y el Selenio.
- Es recomendable el consumo de 3 o 4 huevos a la semana y con poco aceite.

Frutas

- Se recomiendan frutas de todos los colores, aguacate, bayas, melón, kiwi, fresas y muy especialmente naranjas y granadas, muy ricas en vitamina C.
- Uno de los frutos que más puede beneficiar a los ojos son los arándanos, que tienen un alto contenido en antioxidantes.

Proteínas

- Recomendamos el consumo de proteínas para la salud ocular como las que encontraremos en la carne roja, pollo, pavo, conejo, jamón, almejas, ostras, mejillones y todo tipo de proteína vegetal que podemos encontrar en las legumbres.

Frutos secos y semillas

- Contienen cantidades abundantes de fibra, vitamina E, zinc, cobre, selenio y ácidos grasos omega-3.

- Entre los frutos secos y semillas que recomendamos las nueces, almendras, pistachos, semillas de girasol, de calabaza, etc.
- Es recomendable mezclarlos para aprovechar lo bueno de cada uno pero no recomendamos abusar ya que tienen un alto contenido calórico.

Legumbres

- Los garbanzos, lentejas, frijoles y alubias, son una gran fuente de proteínas y muy ricos en fibra. También suponen una fuente importante de zinc y ácidos grasos omega 3.
- Recomendamos incorporarlos al menú 3 veces por semana, ya que tienen un alto contenido calórico.

Lácteos y derivados

- Se recomienda que sea baja en grasa o sin lactosa para los intolerantes.
- Se recomienda mucho el consumo del yogur, ya que tiene alto poder nutricional y el aporte de Lactobacillus que nos ayudaran a mejorar la microbiota.

Recomendaciones para una alimentación balanceada

Una alimentación equilibrada debe contener estos y otros alimentos básicos, además de reducir el consumo de otros. La clave de una dieta y estilo de vida saludables es la variedad, la moderación y el ejercicio físico. Porque no existe un alimento que contenga todos los nutrientes esenciales para nuestro organismo. Para gozar de buena salud, nuestro organismo necesita de todos ellos en cantidad adecuada. Es por ello que se hacen las siguientes recomendaciones como principios básicos alimenticios:

- **Comer frutas y verduras** al menos 400 g (3 o 5 porciones) de frutas y hortalizas al día, además de legumbres (por ejemplo, lentejas), frutos secos y cereales integrales (por ejemplo, maíz, avena, trigo o arroz integral no procesados). Con el fin de mejorar el consumo de frutas y verduras se puede:

- Incluir verduras en todas las comidas
- Comer frutas frescas y verduras crudas como aperitivos
- Comer frutas y verduras frescas de temporada



- **Limitar el consumo de azúcares libres.** Hay que recordar que son los fabricantes o el propio consumidor quienes añaden a los alimentos la mayor parte de los azúcares libres, y que también puede estar presente en los zumos o bebidas endulzantes.

- **Limitar el consumo de grasa.** Las grasas no saturadas (presentes en el aceite de pescado, los aguacates, los frutos secos, o el aceite de girasol y oliva) son preferibles a las grasas saturadas (presentes en la carne grasa, la mantequilla, la nata, el queso y la manteca de cerdo). Las grasas industriales de tipo trans (presentes en los alimentos procesados, la comida rápida, los aperitivos, los alimentos fritos, los pasteles, las galletas y las margarinas) no forman parte de una dieta sana.

-
- **Limitar el consumo de sal** a menos de 5 gramos al día (una cuchara pequeña de café) y consumir sal yodada. El consumo de sal puede reducirse del modo siguiente:
 - No poniendo sal en la mesa
 - Reduciendo el consumo de aperitivos salados
 - Eligiendo productos con menos contenido en sodio



Además, todos deberíamos seguir unas **pautas alimenticias saludables:**

- Comenzar el día tomando un desayuno equilibrado.
- Realizar de 4-5 comidas al día.
- Beber al menos 1,5 o 2 litros de agua al día.
- Consumir 3 o 5 veces a la semana legumbres, pollo y pescado.
- Reducir la ingesta de carnes rojas o ricas en grasas.
- Controlar el consumo de alimentos fritos, rebozados o precocinados.
- Evite tomar bebidas dulces
- La ingesta de alcohol no es recomendable.
- Tomar platos pequeños pero variados.
- Comer sentado, despacio y masticando bien los alimentos.



Évitalas en la medida de lo posible

Referencias

Virviescas Rocha, L. (2010). Nutrición y Salud Visual. Imagen Óptica, 12(1), 46-50.

Pamplona Roger, J. (2013). Salud por los alimentos (pp. 29-37). Madrid: Safeliz.

Verges Roger, C. (2020). Nutrición y salud visual. Revisado 19 enero 2021, disponible en: <https://areaoftalmologica.com/blog/nutricion/nutricion-y-salud-visual/>

Alimentos y visión | Tu Optometrista. (2018). Revisado 19 enero 2021, disponible en: <https://www.tuoptometrista.com/alimentacion-y-vision/alimentos-que-cuidan-y-mejoran-tu-vision/>

Terapia Visual

Montaño Amaro Athziri¹, Peña Díaz Pedro¹, Quevedo Cambrón Citlalli,
M. en R.V. E.F.V. Opt. Alejandra de las Mercedes Morales Argáez
pdzpdro@gmail.com, cquevedoc1700@alumno.ipn.mx,
athziri_amaro@hotmail.com, ale_mercy@hotmail.com

¿Qué es la terapia visual?

Es una parte del cuidado optométrico que tiene como objetivo mejorar problemas visuales que no pueden corregirse mediante el uso de gafas como: problemas de enfoque, mala coordinación visual, ambliopía, estrabismo y/o problemas de aprendizaje relacionados con algún problema visual. Además, puede realizarse a cualquier edad, sobre todo, aquel que sufra algún tipo de disfunción visual. No obstante, hay que tener en cuenta que suele ser más importante en niños, ya que puede repercutir en su aprendizaje y, por lo tanto, en su vida escolar.

Existe un número importante de pacientes que no pueden solucionar su problema visual sin realizar una terapia. Algunos de ellos no tienen una queja visual específica, pero no acaban de conseguir la adecuada comodidad ni eficacia visual. Otros encuentran un alivio parcial en la prescripción de lentes, pero no una eliminación total de las molestias. Todos ellos han de ajustar su vida a las limitaciones impuestas por su sistema visual.

¿Cuándo se necesita una terapia visual?

La terapia visual, también recibe el nombre de rehabilitación o entrenamiento visual. Este, es un tratamiento de estimulación neurofisiológica que permite desarrollar, mejorar e integrar las capacidades visuales. El objetivo es crear nuevas conexiones neuronales para desarrollar y mejorar la eficacia del sistema visual, así como prepararlo para un rendimiento óptimo, y proporcionar una visión binocular cómoda y segura. Tanto en niños como en adultos, hay una serie de síntomas que pueden indicar la necesidad de realizar terapia visual.

Niños:

- Baja comprensión lectora
- Lectura lenta
- Usar el dedo al leer
- Saltar o repetir líneas al leer
- Movimiento excesivo de la cabeza durante la lectura

- Invertir letras y números
- Entrecerrar los ojos al mirar lejos
- Acercar demasiado la lectura

Adultos:

- Visión borrosa de lejos y cerca
- Dificultad de concentración
- Picor y ojos rojos
- No poder mantener la lectura/escritura durante más de 10 minutos
- Visión borrosa al levantar la cabeza mientras lee
- Dolor de cabeza
- Incomodidad y fatiga al realizar tareas que requieren visión de cerca
- Baile de letras al leer

Cuando se sospecha de la posible necesidad de realizar terapia, antes de empezar se tendrán que seguir los siguientes pasos:

1. Examen de visión binocular
2. Diagnóstico según el resultado
3. Tratamiento:
 - a) Lentes
 - b) Prismas
 - c) Lentes de contacto
 - d) Oclusión
 - e) Terapia Visual

Después de realizar el examen se comparan los resultados con unos valores estandarizados, teniendo en cuenta los síntomas que se presentaron previamente.

Una vez analizando se hace el diagnóstico correspondiente y se recomienda un tratamiento individualizado para cada caso. Se hace un programa de ejercicios personalizados (cuya duración y procedimiento dependerán del problema visual), la cual se realizarán en gabinete y algunos ejercicios de refuerzo que se deberán de hacer en casa todos los días. Los cuales se realiza en tres fases correspondientes; monocular, biocular y binocular

Objetivo de la terapia visual

En general se dispone de diferentes opciones de tratamiento para las disfunciones de tipo acomodativo, de convergencia y de motilidad ocular; como lo son, corrección óptica de la ametropía, adición de lentes positivas para cerca; prescripción de

prismas; terapia visual y referir al paciente cuando se sospeche de una implicación orgánica. Lo más importante es proporcionar al paciente la opción de tratamiento más adecuado para su problema visual. En ocasiones la terapia visual será la mejor solución del problema, pero otras veces será la prescripción de gafas.

El objetivo de una terapia visual no es entrenar músculos, sino que en última instancia la terapia es un proceso educacional y no curativo; el paciente ha de ver por sí mismo los avances que realiza.

Posteriormente, las habilidades aprendidas han de aplicarse de forma automática, sin esfuerzo consciente. El objetivo del paciente es la eliminación o una reducción considerable de los síntomas que determinaron en un principio la necesidad de un tratamiento.

Procedimiento general de la terapia visual

Un punto sustancial para tratar son las fases en las que debe desarrollarse una terapia. Es importante determinar en qué circunstancias se encuentra el sistema visual del paciente para dar inicio al tratamiento con el propósito de que la ejecución de los ejercicios sea posible pero no excesivamente fácil, con objeto de evitar el aburrimiento y/o frustración del paciente.

- **Primer paso**

Compensar el error refractivo, examinando la posibilidad de pequeñas variaciones, hipercorrecciones o hipocorrecciones, que funcionen de forma favorable sobre el sistema de acomodación-convergencia.

- **Segundo paso**

Realización de la terapia visual en condiciones monoculares. Este paso es necesario cuando se trata pacientes ambliopes, cuando hay existencia de supresión o las habilidades de ambos ojos son muy desiguales. De igual manera, se realiza este tratamiento en las disfunciones acomodativas.

En ocasiones, como paso previo a una terapia binocular es posible incluir un periodo de tratamiento en condiciones bi-oculares. Su objetivo es desarrollar la percepción simultánea sin supresiones.

- **Tercer paso**

Cuando el paciente ha conseguido un nivel tolerable de fusión y las habilidades visuales de ambos ojos son similares, se recomienda realizar la terapia en condiciones binoculares; sus objetivos son:

1. Desarrollar los rangos de fusión
2. Alcanzar la convergencia voluntaria
3. Potenciar la estereopsis
4. Entrenar las habilidades oculomotoras de forma binocular
5. Entrenar las habilidades de acomodación de forma binocular

- Cuarto paso

Una vez alcanzadas las mejoras en el sistema visual se recomienda abandonar la terapia visual de forma suave y paulatina reduciendo el tiempo y la frecuencia de las sesiones.

¿Con qué pacientes la terapia visual tiene éxito?

Hay que tener en cuenta que, a la hora de realizar terapia visual, la motivación y comprensión de los pacientes puede variar. Uno de los factores que determinan el éxito de la terapia es saber seleccionar al paciente. Es necesario realizar una entrevista con el paciente para explicarle la naturaleza de su problema visual, las diferentes opciones de tratamiento del que dispone y el probable pronóstico de cada uno de ellos.

El éxito puede depender de los siguientes factores:

1. **Edad:** Dependiendo de la edad, se deben abordar los ejercicios de manera distinta, puesto que un/a niño/a pequeño/a no va a realizarlos de la misma forma que un/a adulto/a.
2. **Inteligencia:** Los ejercicios deben adaptarse a cada paciente, por tanto, si tenemos un paciente con inteligencia tanto por debajo como por encima de la media, es posible que, en algunos casos, se deban adaptar las pruebas para que sean comprensibles y no se aburran. Es muy importante mantener la atención de los pacientes.
3. **Atención:** Pacientes con déficit de atención necesitan realizar tareas más cortas y con descansos, por lo que también será necesario hacerla divertida.
4. **Dinámica familiar:** En caso de problemas familiares o familias separadas, los pacientes pueden presentar en tratamientos que tengan duración en el tiempo.

5. **La autoestima:** a los pacientes con baja autoestima hay que animarlos más y mostrarles sus progresos para que no lo dejen, y en caso de tener altibajos explicarles que es muy normal.

Por último, el factor más importante a la hora de realizar un tratamiento de terapia visual es la **MOTIVACIÓN** del paciente; es adecuado iniciar un programa de terapia con un paciente motivado, aunque el pronóstico no sea excelente, las mejoras pueden ser espectaculares. Por el contrario, casos con muy buen pronóstico pueden fracasar por una falta de motivación.

¿Cómo hacer terapia visual más placentera?

Como se ha mencionado anteriormente, es muy importante mantener la atención de los pacientes. Para ello, podemos hacer uso de juegos de mesa, con los que conseguiremos mantener la atención de los más mayores e incluso de los más pequeños y, sea de paso, pasarlo bien. Además, podemos añadir dificultades como, por ejemplo, jugar en visión monocular para trabajar más los movimientos.

Referencias

Borras García, M. R., & Peris March, M. E. (2011). Disfunciones de binocularidad y de acomodación.

Vidal López, J. (2015). Manual de Terapia Visual. Castellón de la Plana: SAERA.

Rehabilitación visual I. Vila López, José Miguel, dir. II. Vila López, José Miguel, col. III. Organización Nacional de Ciegos Españoles, ed. IV.

Evans, Bruce, (2006). Visión Binocular. (1ra Ed). Barcelona, España.

Pons Moreno, Álvaro M y Martínez Verdú. (2005). Fundamentos de Visión Binocular. Valencia, España.

¿Por qué se toma la agudeza visual a 6 metros?

Romero Sánchez Ángel Esteban¹, Salazar Hurtado Brenda Iridiana²

Opt. Lucio Alemán Rodríguez³

angel.blacklive@gmail.com, brendahts2119@gmail.com

lalemanr@hotmail.com

¿Qué es la agudeza visual?

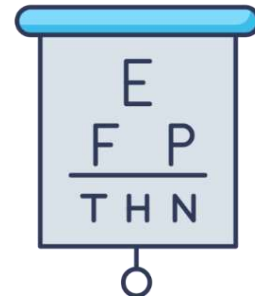


En términos técnicos es *“Una medida de la capacidad del sistema visual para detectar, reconocer o resolver detalles espaciales, en una prueba de alto contraste y con un buen nivel de iluminación”*, dejemos a un lado esta explicación tan compleja y definámosla como la capacidad que tienen nuestros ojos para percibir los detalles de lo que vemos.

La agudeza visual está determinada por varios factores, algunos de ellos son factores físicos como:

- Estructurales: determinados por la propia anatomía del ojo y sus partes.
- Iluminación: la cantidad de luz que se refleja en el objeto que vemos.

Los especialistas de la salud visual utilizan diferentes cartillas que pueden contener letras, números o figuras para evaluar y medir esta agudeza visual (optotipos). Tal vez te has preguntado ¿porque cuando revisan tu vista te preguntan qué letra ves?, ¿por qué son esas figuras o letras? o ¿por qué te sientan a cierta distancia de esta cartilla para revisar tu vista?



Factores que afectan la toma de agudeza visual

Factores físicos

- De la sala: iluminación.
- De los optotipos (letra o símbolo): iluminación, color contraste, tipografía y distancia del sujeto.
- Del ojo: tamaño, difracción pupilar, ametropía y aberraciones ópticas.

¹ 7mo semestre, Licenciatura en Optometría

² 7mo semestre, Licenciatura en Optometría

³ Optometrista.

Factores fisiológicos.

- Densidad o disposición de los fotorreceptores.
- Excentricidad de la fijación.
- Motilidad ocular.
- Edad del sujeto.
- Monocularidad y binocularidad.
- Efecto de medicamentos: midriáticos, mióticos y ciclopléjicos.
- Algunas enfermedades oculares o sistémicas: como queratoconjuntivitis, diabetes mellitus, etc.
- Factores neuronales.

Factores psicológicos.

- Experiencias previas a la prueba.
- Fatiga física o psíquica.
- Aburrimiento, sobre todo en niños.

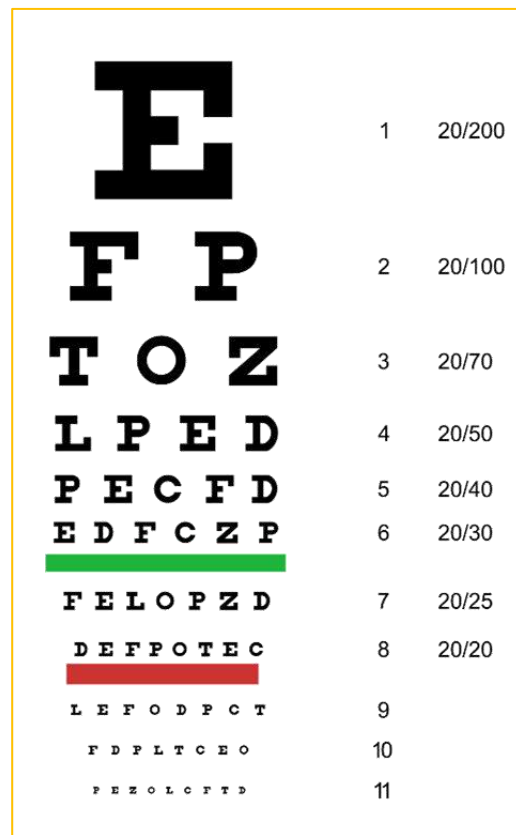
Cartillas de agudeza visual

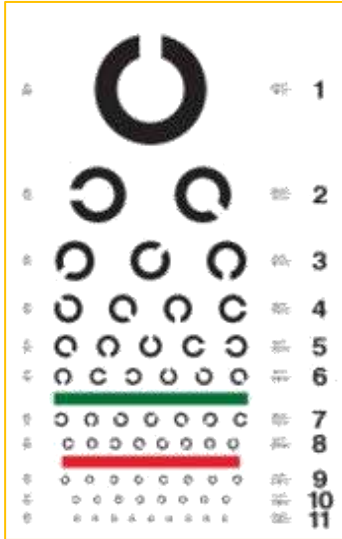
Las cartillas de agudeza visual pueden tener letras, números, figuras y símbolos, estos son llamados optotipos. Hay de distintos tipos, pero todas se basan en algunas características que mencionaremos a continuación.

Contraste:

El contraste se puede explicar de forma simple como la diferencia de luz y sombra entre dos áreas adyacentes, en pocas palabras distinguir lo más oscuro de lo más luminoso.

Las cartillas de agudeza visual utilizan un contraste del 100%, lo que quiere decir que el fondo será totalmente blanco y los optotipos serán totalmente negros, con esto conseguimos que el optotipo resalte en el fondo y se pueda ver claramente.





Tamaño del optotipo:

El tamaño de cada letra o símbolo en la cartilla corresponde a la distancia a lo que debe de ser empleada, mientras más cerca se utilice más pequeñas serán las letras o símbolos y mientras más lejos se utilice serán más grandes.

El tamaño está relacionado matemáticamente con la distancia a la que se hace y a la medida de agudeza visual del examinado, es por esto que cambian de tamaño y que se preguntan letra por letra, cada línea equivale a una medida de agudeza visual.

Forma del optotipo:

Deben ser formas o letras con un diseño claro y fácil de definir, que mantengan un tamaño similar en cada una de sus partes, poniendo un ejemplo si observamos una letra “E” tenemos una forma sencilla que es fácilmente identificable y no agrega dificultad extra, al contrario, si utilizamos otra letra o con un diseño diferente como por ejemplo “G” donde es poco clara y sus líneas son de diferentes tamaños.

Distancia de trabajo:

La luz tiene diferentes cualidades una de ellas es que tiene un poder de incidencia, lo que significa es que tiene un poder con el que llega a nuestros ojos, este puede ser un poder positivo o negativo o como se nombra en óptica luz convergente o divergente. La luz ambiente de forma natural es divergente y esto se reduce con la distancia que viaja.



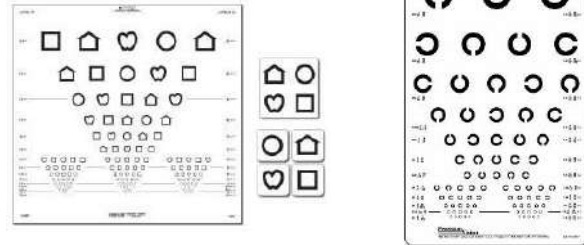
La luz naturalmente divergente o con poder negativo al viajar una distancia de 6 metros se considera ópticamente neutra esto quiere decir que no tiene ningún poder, por esto no causa ningún tipo de influencia en como vemos una imagen.

Tipos de test para la medida de agudeza visual

Las cartillas o test pueden tener letras, figuras o símbolos destinados a determinar la agudeza visual. Son de tamaño decreciente, esto quiere decir que son de mayor a menor tamaño. La cartilla más usada por los especialistas es la de Snellen.

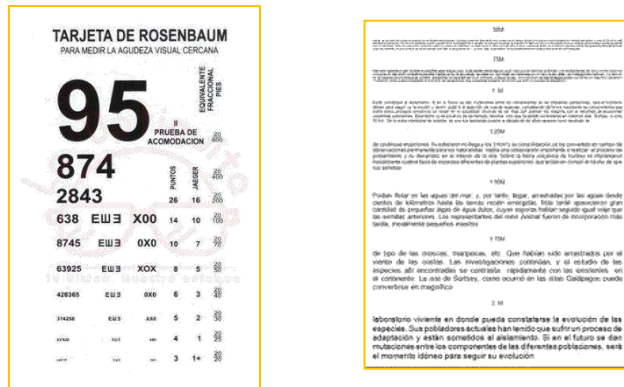
Visión lejana:

- Cartilla de Snellen.
- Cartilla de Anillos de Landolt.
- Test símbolos LEA.
- Cartilla de Bailey-Lovie.



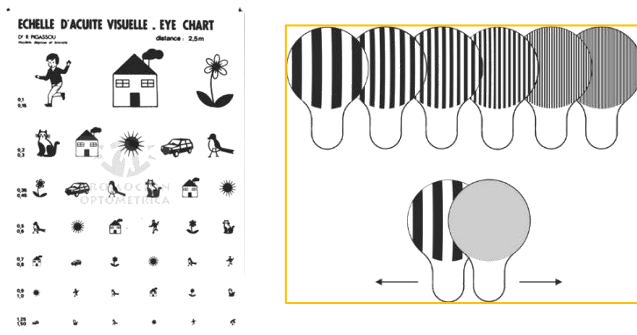
Visión cercana:

- Cartilla Rosenbaum.
- Test símbolos LEA.
- Cartilla de Jaeger.
- Cartilla de Lighthouse.



Pediátricos:

- Cartilla de Márquez.
- Test de Pigassou.
- Test E de Snellen.
- Test de Mirada preferencial.
- Tambor Optocinético.



¿Por qué se toma la agudeza visual a 6 metros?

Ya que hemos aclarado estos puntos podemos decir que la toma de agudeza visual al depender de factores físicos como el tamaño del optotipo, su forma y su contraste, así como del poder de la luz que se refleja en las cartillas.

Considerando todos estos factores podemos notar que una cartilla está diseñada para reducir la influencia de estos factores, por lo tanto, utilizamos un contraste máximo, optotipos claros y uniformes, así como una distancia de 6 metros.

¿Y por qué es importante esto?

La agudeza visual no solo nos dice que tan bien es que vemos, también puede ser de ayuda para el especialista en salud visual para diagnosticar anomalías en todo el sistema visual que comprende más que nuestros ojos, ya que puede dar información de cómo funciona nuestro cerebro.

Es importante que esta prueba y toda la evaluación visual sea hecha por un profesional de la salud visual con título y cedula profesional, ya que ellos están capacitados para la aplicación evaluación y diagnóstico de las anomalías del sistema visual

Referencias

Arias Díaz, A., Bernal Reyes, N., Pérez Martinto, P. C., & Correa-Madrugal, O. (2013). Medición de agudeza visual estereoscópica en una población infantil sana. *Rev Mex Oftalmol*, 87(4), 215-21.

García Aguado, J., Sánchez Ruiz-Cabello, F. J., Colomer Revuelta, J., Cortés Rico, O., Olcina, E., ^a Jesús, M., ... & Martínez Rubio, A. (2016). Valoración de la agudeza visual. *Pediatría Atención Primaria*, 18(71), 267-274.

Hernández Sierra, J. A. Variaciones en la agudeza visual tomada con diferentes optotipos en estudiantes de optometría de cuarto semestre en el 2013-2014.

Larrosa Expósito, M. (2015). *Influencia de los niveles de iluminación en el gabinete optométrico en los resultados de la medida de la Agudeza Visual* (Bachelor's thesis, Universitat Politècnica de Catalunya).

López, Y. (2009). Importancia de la valoración de sensibilidad al contraste en la práctica optométrica. *Ciencia y Tecnología para la Salud Visual y Ocular* Vol. 7 N.º 2: 99-114/Julio- diciembre de 2009.

Martin,R & Vecilla,G. Manual de optometría. Madrid: Médica Panamericana (2010).

Rey-Rodríguez, D. V., Álvarez-Peregrina, C., & Moreno-Montoya, J. (2017). Prevalencia y factores asociados a miopía en jóvenes. *Revista Mexicana de Oftalmología*, 91(5), 223-228.

¿Por qué me cuesta aprender lo que estoy leyendo?

García Álvarez Daniel¹, M en RV EFV Opt. Morales Argaez Alejandra de las Mercedes²
optdvnk@gmail.com, ale_mercy@hotmail.com

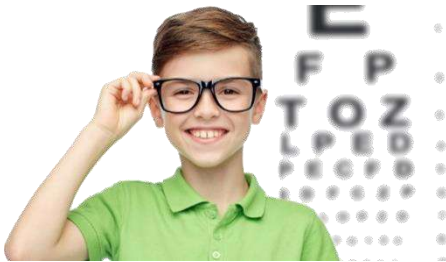
Los ojos son las ventanas de mí mundo

Nuestros ojitos son los encargados de darnos el sentido de la vista, éste sentido nos enseña a conocer el mundo que nos rodea. Gracias a él sabemos de qué color es una naranja, qué tan molesta es una luz como para no verle mucho tiempo, o en que lugares es necesario alumbrar un poco más. Pero aparte de estos ejemplos, nuestros ojos son encargados también de mandar información al cerebro, y que el cerebro haga cálculos de esta información: como qué tan lejos o qué tan cerca está un objeto, para que al mismo tiempo, pueda saber si yo lo puedo alcanzar con mi mano o debo acercarme más a el objeto para poder tomarlo. La vista también se ayuda de los otros sentidos como podemos darnos cuenta.



¿Los lentes me pueden ayudar a leer mejor?

Los lentes, son solo una herramienta que ayuda a nuestros ojos para que vean mejor y perciban detalles del mundo que nos rodea. Pero no necesariamente los requiere todo el mundo, para esto, existe el Licenciado en Optometría, encargado de realizar una examinación visual completa de nuestros ojitos y así decirnos si es necesario que usemos lentes, pero no solo eso, sino que también se encarga de hacernos saber si nuestros ojitos funcionan correctamente o si tienen algún problema: como puede ser que los movimientos de nuestros ojos no tengan coordinación, que tal vez no estamos viendo los colores a la intensidad que deberíamos, incluso si nuestra visión en 3D funciona bien para que podamos ver películas. Llegado al punto de hacernos saber de alguna enfermedad que pudiera estar en proceso y salvar nuestros ojitos



¹ 7° Semestre Licenciatura en Optometría

² M en RV EFV Opt.

Pero ¿Por qué me cuesta aprender lo que estoy leyendo?

Hay muchas cosas involucradas en la dificultad que presentamos al realizar una lectura y así no comprender lo que leemos. Pudiera ser que los sonidos y los ruidos de alrededor nos distraigan, que nos saltemos los renglones al leer, o que



cambiamos letras y digamos otras a la hora de leer, que nos acerquemos mucho para entender lo que leemos, también puede ser que a la hora de leer nos cuesta quedarnos quietos en nuestro asiento y sentimos que debemos pararnos, pero al hacerlo nos distraemos y olvidamos lo que estábamos haciendo.

Todas estas situaciones tienen que ver, más allá de la necesidad de usar lentes, con asuntos relacionados a cuando éramos bebés y la motricidad que adquirimos. Si por ejemplo, no nos dejaron gatear lo suficiente, si comenzamos a caminar después de cumplir un año, si nos cuesta jugar con la pelota ya sea atrapándola o pateándola, es muy probable que tengamos dificultad para leer y para retener información, ya que nuestro cerebro no logra concentrarse al momento de la lectura porque tiene que estar acomodando nuestra postura, atendiendo ruidos o sonidos que son alarmantes para nosotros, y porque los movimientos de nuestros ojitos no están bien entrenados.

Es por esto por lo que todos debemos realizarnos una examinación visual cada año, visitando a un Licenciado en Optometría, y así conocer el estado de nuestra visión, y si esta misma está haciendo llegar la información correcta a nuestro cerebro para aprehender correctamente.

Referencias

Bases optométricas para una lectura eficaz, Sara B. Díaz Álvarez Antonio Gómez García; Master en Optometría y Entrenamiento Visual; <http://archivos.fundacionvisioncoi.es/TRABAJOS%20INVESTIGACION%20COI/3/lectura%20eficaz.pdf>

¿40 años y ya no veo bien de cerca?

Nancy Godínez Pérez, M en R.V. E.F.V.
 Opt. Alejandra de las Mercedes Morales Argáez
 nancygodinezperez@gmail.com
 ale_mercy@hotmail.com

La presbicia es una condición común que sucede cuando el ojo envejece, también conocida coloquialmente como “vista cansada”. La presbicia es la incapacidad de enfocar de cerca, es un problema relacionado con la refracción dentro del ojo.

¿Cómo ocurre la presbicia?

La presbicia ocurre de manera natural en las personas. A medida que envejecen, el ojo no es capaz de enfocar la luz directamente sobre la retina debido al endurecimiento natural del cristalino. Dicho envejecimiento afecta también las fibras musculares alrededor del cristalino. Esto dificulta que el ojo se enfoque en los objetos cercanos.

Un cristalino ineficaz hace que la luz se enfoque detrás de la retina y esto causa que empeore la visión de cerca. En la juventud el cristalino es blando y flexible lo que permite que los pequeños músculos dentro del ojo cambian fácilmente la forma del cristalino para que pueda enfocarse en objetos cercanos o lejanos.

¿Puedo tener presbicia y otro tipo de error refractivo?

Es común tener la presbicia y otro tipo de error de refracción al mismo tiempo. Hay varios otros tipos de errores de refracción: la miopía, la hipermetropía y el astigmatismo.

¿Quién corre riesgo de tener presbicia?

Cualquier persona con edad aproximada de 40 años corre riesgo de desarrollar presbicia. Todas las personas pierden cierta capacidad de enfocar en objetos cercanos a medida que envejecen, pero algunas lo notarán más que otras.

Tabla I. Signos y síntomas de la presbicia

Signos	Síntomas
Dificultad para leer letras pequeñas	Dolores de cabeza
Tener que sostener lo que lee a una distancia mayor que el largo del brazo	Fatiga visual
Problemas para ver los objetos cercanos	

¿Cómo se diagnostica la presbicia?

Por lo regular, se detecta la presbicia durante un examen completo de los ojos con dilatación de las pupilas. Si nota algún cambio en su visión, debería visitar a un oculista. Se recomienda hacerse exámenes con más frecuencia después de los 40 años para buscar condiciones relacionadas con la edad.

Respuesta a la pregunta

Únicamente alrededor de los 40 años se presenta la presbicia, es un cambio en el ojo que es completamente normal que suceda. Si ya usas armazón o lente de contacto y recientemente presentas los signos y síntomas de presbicia es importante que acudas con un licenciado en Optometría para que te realice una correcta valoración de tu visión, y te indique cual es el mejor tipo de corrección óptica para ti.

Referencias

Walter D. Furlan, Javier García Monreal, Laura Muñoz Escriva, (2009). Fundamentos de optometría, refracción ocular, 2da edición, 2009.

¿Qué es la miopía?

Delgado Navarrete Elena Giselle, Loyola Mejía Itzel Jazmín,
M en RV EFV Opt Morales Argáez. Alejandra de las Mercedes.
elenagiss10@gmail.com
loyolajazmin7@gmail.com
ale_mercy@hotmail.com,

Es un problema refractivo común de los ojos que hace que estos se vean más grandes de lo normal, provocando que la visión en objetos cercanos se vea con claridad, pero los objetos lejanos se vean borrosos. Siendo la miopía la causante de baja visión y de discapacidad visual.

Existen diferentes tipos de miopía tales como:

- ❖ La simple, donde la graduación no es muy alta y evoluciona hasta los 22 o 23 años
- ❖ La patológica (magna) en la cual el crecimiento anormal del ojo se asocia a cambios en su estructura y puede aumentar en la vida adulta, siendo la responsable de graduaciones altas.

Grados de miopía: Baja, moderada y alta.

¿Quién corre el riesgo de tener miopía?

La miopía puede afectar tanto a los niños como a los adultos. La miopía se diagnostica con frecuencia en niños entre 8 y 12 años de edad. Puede empeorar durante la adolescencia. Generalmente ocurren pocos cambios entre los 20 y los 40 años de edad.



Los casos la miopía suelen aparecer en aquel período de escolaridad correspondiente a un mayor uso de la visión cercana, ya que existe una relación entre el nivel educacional y la aparición de la miopía, debida a la actividad visual de cerca mantenida, lo cual se observa fundamentalmente en los estudiantes.



¿Cuáles son los signos y síntomas de la miopía?

- ❖ Dolor de cabeza
- ❖ Entrecerrar los ojos para ver
- ❖ Cansancio visual
- ❖ Visión borrosa de lejos
- ❖ Miodesopsias (Ver hilos o moscas como si flotaran)
- ❖ Ojos grandes
- ❖ Se tallan los ojos constantemente



¿Cómo se diagnostica?

La miopía se diagnostica mediante un examen visual. Este ayuda a detectar problemas de los ojos en las primeras etapas, así se brinda un tratamiento oportuno y adecuado. Los exámenes visuales periódicos brindan al profesional de atención ocular (Lic. en Optometría) la oportunidad de ayudar a corregir los cambios en la vista.



¿Cómo afecta la miopía al aprendizaje?

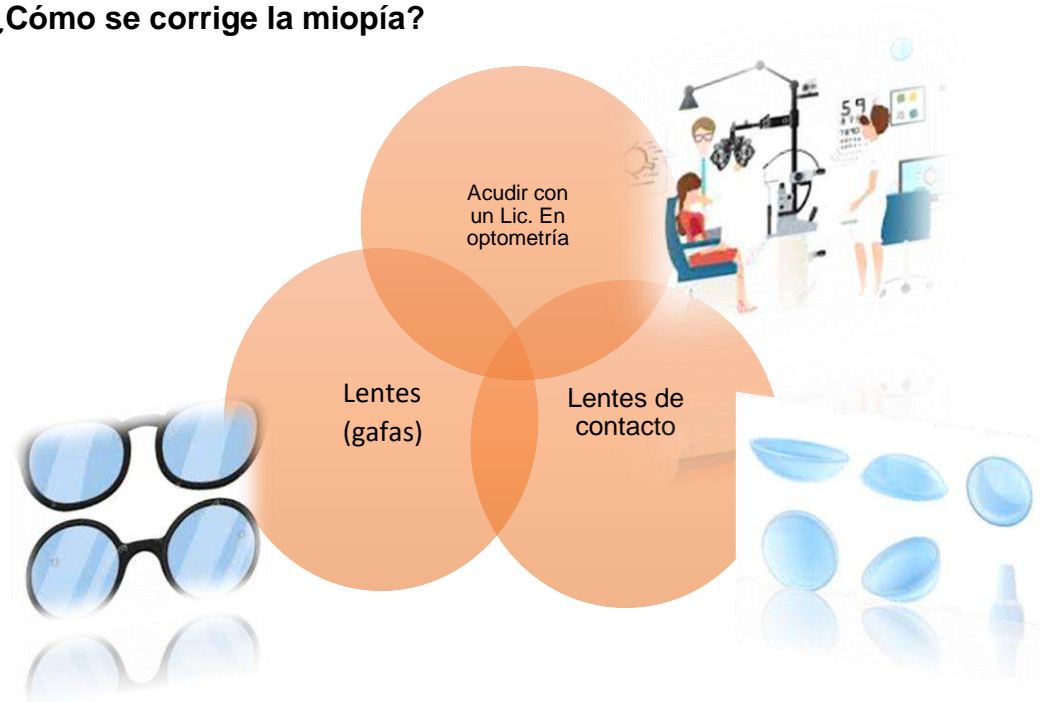


La visión es esencial para el aprendizaje. El entrenamiento prolongado de este ayuda a que se desarrolle de forma óptima, de ahí que los primeros años de vida son críticos en este sentido. Para que el niño desarrolle plenamente sus funciones visuales es necesario que vea bien; si en la primera infancia la presencia de miopía no corregida

impide el desarrollo de ciertas funciones visuales, la visión podrá recuperarse más tarde, pero con un alto riesgo de lograr solo una recuperación parcial.

Como en los niños, adolescentes y adultos, gran parte de su aprendizaje es mediante la información presentada visualmente; para que los estudiantes, trabajadores, etc. consigan todo su potencial es necesaria una buena visión

¿Cómo se corrige la miopía?



Conclusiones

La miopía es un problema refractivo que, si no se corrige adecuadamente con gafas o lentes de contacto, conlleva a una discapacidad visual que disminuye la calidad de vida de quienes la padecen; asimismo, la miopía patológica representa mayor riesgo de padecer diferentes enfermedades oculares.

Con referencia a lo anterior, se aconseja realizar revisiones periódicas ante cualquier síntoma visual que se presente, aún las personas que ya llevan un tratamiento.

NO OLVIDES ASISTIR PERIODICAMENTE CON UN LICENCIADO EN OPTOMETRIA

Referencias

Mileydis R., et al. Caracterización clínico epidemiológica de pacientes miopes. Medisan vol.20. (internet):2020.

Anna C., et al. Myopia caused by the use of electronic devices screen. Rev bras oftalmol. (internet); vol.79; 2020.

Richard C., Kyoko O., & Yannuzzi L. (2014). Pathologic Myopia. New York; Springer.

¿Qué es la ambliopía?

Sanchez Quintana J., Inurreta Erreguin C.¹,
M. en R.V. E.F.V. Opt Alejandra de las Mercedes Morales Argaez ²
christian.inurreta.98@gmail.com
urielsn1607@gmail.com
ale_mercy@hotmail.com

La ambliopía u "ojo vago" es una afección en la que el ojo y el cerebro no funcionan en conjunto como deberían. Los niños que la padecen desarrollarán buena vista en un ojo y mala en el otro.

¿Qué ocurre en una ambliopía?

Desde el nacimiento hasta aproximadamente los 8 años de edad, los ojos de los niños forman conexiones vitales con el cerebro. Todo lo que bloquee o nuble la vista en uno o ambos ojos puede hacer más lentas estas conexiones o impedir las.

Si esto ocurre, el cerebro tal vez no reconozca completamente las imágenes vistas por un ojo o por ambos. Después, el cerebro empieza a ignorar las imágenes procedentes de un ojo que, si no padeciera esta afección, estaría sano. El ojo se debilita y pierde agudeza visual. A esto nos referimos cuando hablamos de un ojo con ambliopía.

Causas

Son varias las cosas que pueden interferir con las conexiones normales entre el cerebro y el ojo, y que pueden provocar ambliopía.

Uno de los problemas más comunes es el estrabismo. En esta afección, uno o ambos ojos se entrecruzan ("ojos cruzados") o están desviados hacia afuera, arriba o abajo. Cuando los ojos no están alineados, el ojo alineado o el más alineado de ambos se convierte en el ojo más dominante. La agudeza visual de ese ojo se conserva porque el ojo y su conexión con el cerebro funcionan con normalidad. Sin embargo, el ojo mal alineado o más débil no enfoca correctamente, y el cerebro suprime o ignora sus señales, lo que acaba generando, a la larga, una ambliopía.

¹ 7º semestre de la licenciatura en Optometría.

² Profesora de clínica de 7º semestre.

No todos los niños con ambliopía son bizcos ni tienen la mirada desviada. De hecho, muchos de ellos tienen los ojos perfectamente alineados. Si es así, la ambliopía puede deberse a una anomalía anatómica o estructural que interfiere con la visión o la bloquea, como un párpado caído o una catarata.

Otra causa de la ambliopía es la hipermetropía grave (hiperopía), la miopía o el astigmatismo (un tipo de visión borrosa). Estos problemas hacen que se nuble la vista y estas imágenes borrosas se envían al cerebro. Con el tiempo, el cerebro empieza a ignorar esas imágenes, lo que provoca una ambliopía en uno o en ambos ojos.

A veces, tener diferente nivel de visión en cada ojo (lo que recibe el nombre de anisometropía) puede causar ambliopía. Cuando un ojo ve más claro que el otro, el cerebro ignora al ojo de visión borrosa.

La genética también desempeña un papel. La ambliopía suele ser hereditaria. También es más frecuente en niños prematuros o en aquellos afectados por un retraso del desarrollo.

¿Cuáles son los signos y los síntomas de la ambliopía?

La mayoría de los niños con ambliopía no se quejan de problemas en la vista. Con el tiempo, se acostumbran a ver bien con un ojo y a ver mal con el otro.

Con frecuencia, los padres o los maestros se dan cuenta de que el niño está teniendo problemas en la vista, porque cruza los ojos, bizquea frecuentemente o inclina la cabeza hacia un lado para ver mejor. Algunos niños tienen una mala percepción de la profundidad y dificultad para ver en tres dimensiones.

Es importante visitar a tu Optometrista o a un profesional del cuidado de la salud para hacer controles visuales del paciente a fin de detectar problemas en los niños.

Tabla I.

Tabla 1. Factores de riesgo ambliogénico				
Edad (meses)	Astigmatismo	Hipermetropía	Anisometropía	Miopía
12-30	>2,0 D	>4,5 D	>2,5 D	>-3,5 D
31-48	>2,0 D	>4,0 D	>2,0 D	>-3,0 D
>48	>1,5 D	>3,5 D	>1,5 D	>-1,5 D
Todas las edades	Estrabismo manifiesto Opacidad de los medios >1 mm			

Respuesta a la pregunta

Lo que ocurre en una ambliopía es que, existe disminución de la agudeza visual de uno o ambos ojos por falta de uso en el periodo de desarrollo visual, recuperable con tratamiento adecuado en una edad apropiada.

La ambliopía (u “ojo vago”) se define como la disminución de la agudeza visual (AV) de uno o ambos ojos (AO) por falta de uso en el periodo de desarrollo visual, y constituye la causa más frecuente de mala visión en la infancia. La forma unilateral es más habitual que la bilateral.

Lo más importante de la ambliopía es que es curable, si se diagnostica precozmente y se trata correctamente en una edad apropiada. Si no es así, persiste en la edad adulta, afectando al 2-3% de la población general.

¿Qué ayudas ópticas existen?

Para el tratamiento de la ambliopía se pueden utilizar diversas ayudas ópticas, esto para poder solucionar el problema de la visión que puede presentar la persona con dicho problema. Entre las ayudas ópticas más comunes que podemos encontrar están sus lentes graduados, pero de igual manera podemos utilizar lentes de contacto (esta selección la hará su optometrista de confianza).

1. **Lentes Bifocales:** anteojos que contienen una lente que permite ver de cerca y de lejos.
2. **Lentes Correctivas:** lentes correctoras que permite mejorar la visión.
3. **Lentes de Contacto:** pequeñas lentillas graduadas que permiten mejorar la visión.

Terapias para la ambliopía

1. **Parches oculares:** Para estimular el ojo más débil, el niño usa un parche sobre el ojo con mejor visión durante dos a seis horas o más al día. En casos poco frecuentes, el uso de un parche ocular demasiado tiempo puede causar ambliopía en el ojo tapado. Sin embargo, suele ser reversible.
2. **Filtro Bangerter:** Este filtro especial se coloca en el cristalino del ojo más fuerte. El filtro difumina el ojo más fuerte y, como un parche en el ojo, actúa para estimular el ojo más débil.

Conclusiones

Con frecuencia, los niños se acostumbran a este problema de la vista y tal vez no se lo mencionen a sus padres. Como resultado de esto, la ambliopía puede diagnosticarse meses o años más tarde, mientras los padres le achacan las bajas calificaciones o la torpeza a un niño que no tiene aptitudes académicas o deportivas.

A veces, los problemas en la vista no presentan signos claramente detectables. Por lo tanto, es importante que los niños tengan revisiones oculares una vez al año. Esas revisiones se deben iniciar en torno a los 2 o 3 años de edad y deben proseguir durante toda la etapa preescolar para poder detectar posibles problemas antes de que el niño alcance la madurez visual.

Los niños alcanzan la "madurez visual" en torno a los 8 años de edad; después de este momento, los problemas en la vista pueden ser más difíciles de tratar. Cuanto antes se diagnostique y se trate la ambliopía, más probabilidades habrá de mejorar la visión y de evitar pérdidas visuales permanentes.

La mayoría de las pruebas se hacen en el consultorio del pediatra o bien en las revisiones médicas que se llevan a cabo en los centros escolares. Si detectaran algún problema, remitirían a su hijo a un oftalmólogo u oculista pediátrico, para que complete la evaluación y lleve a cabo el tratamiento.

Referencias

Camacho, J. C. S., & Bravo, M. L. G. (2011). Estrabismo y ambliopía, conceptos básicos para el médico de atención primaria. *MedUNAB*, 14(2), 108-120.

Salgado, C. (2005). Ambliopía y estrabismo. *Boletín de la Escuela de Medicina*, 30(2), 31-36.

<https://www.pediatriaintegral.es/publicacion-2018-01/ambliopia-y-estrabismo/>

Rincón, I. A., & Rodríguez, N. C. (2009). Tamización de salud visual en población infantil: prevención de la ambliopía. *Revista Repertorio de Medicina y Cirugía*, 18(4), 210-217.

Moguel-Ancheita, S., & Orozco-Gómez, L. P. (2007). Disfuncionalidad neuronal y psicomotora como resultado del retraso en el tratamiento de la ambliopía. *Cirugía y Cirujanos*, 75(6), 481-489.

Parra, A. J. (2009). Tamización de ambliopía en cuidado primario. *Universitas Médica*, 50(2), 225-236.

https://5ff2c4a0-a-62993171-s-sites.googlegroups.com/a/infolentes.com/infolentes-archivos/optometria-arch/AmbliopiaEstrabismo.pdf?attachauth=ANoY7cpax5px3iGvzf4ZhO-jVxka0OcCEbgvl-VEAvVgCMj0d1AgGo9WADx9Lc32esS2ykeH70dpEmHA99a3SPtLneh4ghSdCt1g0aaHVjDVv3ypb4Q2pgBkbY2wK1i1kxYtzAgYKpCXhEQHWZNtrwU6kOhnR7Fd9Jr3vailBF8NZan5kZBrBRuMU882l-8dgm-_DcgmbAqabeWWvIBS_R2qpwDK4sOjsADxO2mEWktDxtqCekybCTZN5HngdN1S5_BUnLNoQgqM&attredirects=0

¿Qué es el estrabismo?

Salazar Hurtado Brenda Iridiana¹, Sandoval Cruz Iván Noel²,
Zúñiga Juárez Ma. de los Angeles³, Opt. Lucio Aleman Rodriguez⁴
brendahs2119@gmail.com, sr.inded@gmail.com, aedixjuarez@gmail.com
lalemanr@hotmail.com

El estrabismo es una afección ocular que implica la pérdida del paralelismo ocular. En otras palabras, un ojo mira un objeto, mientras que el otro ojo mira en una dirección diferente.

¿Cómo afecta el estrabismo en la población?

El estrabismo es una afección ocular frecuente que afecta entre 2 y 4% de la población infantil. Provocando una desviación del globo ocular, alteración de movimientos oculares y en algunos casos, posición anómala de la cabeza.

También afecta el área sensorial induciendo supresión, ambliopía y diplopía.

Hay muchas formas de clasificar el estrabismo. Estas clasificaciones se basan en las características de la desviación.



Causas

El estrabismo puede ocurrir por varias causas, tales como:

- a. Daños causados al nacer.
- b. Condición hereditaria.
- c. Necesidad de lentes o mala corrección óptica.
- d. Músculos defectuosos del ojo.
- e. Enfermedades y patologías diversas (diabetes, hipertiroidismo, tumores, cataratas, parálisis, etc.)
- f. Factores externos, como golpes-traumatismos.

¹ 7° semestre, de la licenciatura de Optometría

² 7° semestre, de la licenciatura de Optometría

³ 7° semestre, de la licenciatura de Optometría

⁴ Optometrista.

En la mayoría de los niños con estrabismo, la causa se desconoce. En más de la mitad de estos casos, el problema está presente al nacer o poco después, lo cual se denomina estrabismo congénito.

La mayoría de las veces, el problema tiene que ver con el control muscular y no con la fortaleza del músculo. Para alinear y enfocar ambos ojos en un solo objetivo, todos los músculos de los dos ojos deben trabajar en conjunto. El cerebro controla estos músculos.

En las personas con estrabismo, estos músculos no pueden trabajar juntos. Por lo tanto, un ojo está mirando un objeto, mientras que el otro ojo gira en la otra dirección para enfocar otro objeto.

Cuando esto sucede, se envían dos imágenes diferentes al cerebro: una para cada ojo. Esto confunde el cerebro. En los niños, el cerebro puede aprender a ignorar las imágenes de ojos débiles.

Si el estrabismo no se trata, el ojo que el cerebro ignora nunca verá bien. Esta disminución de la visión se llama ambliopía, también conocida como "ojo vago u ojo perezoso". A veces, la ambliopía aparece primero y causa estrabismo.

Otros trastornos asociados con el estrabismo en los niños abarcan:

- Síndrome de Apert
- Parálisis cerebral
- Rubéola congénita
- Hemangioma cerca del ojo durante la lactancia
- Síndrome de incontinencia pigmentaria
- Síndrome de Noonan
- Síndrome de Prader-Willi
- Retinopatía del prematuro
- Retinoblastoma
- Lesión cerebral traumática
- Trisomía 18

El estrabismo que aparece en los adultos puede ser causado por:

- Botulismo
- Diabetes (causa una afección conocida como estrabismo paralítico adquirido)
- Enfermedad de Graves
- Síndrome de Guillain-Barré
- Lesión en el ojo

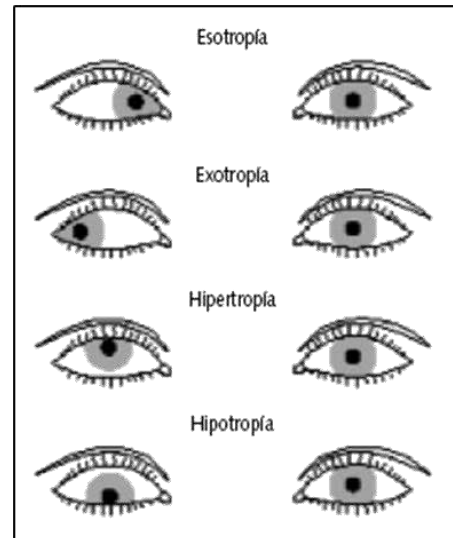
- Intoxicación por mariscos
- Accidente cerebrovascular
- Lesión cerebral traumática
- Pérdida de la visión por cualquier enfermedad o lesión ocular

Clasificación

Existen diversos criterios para clasificar los estrabismos:

Según el sentido de la desviación:

- Desviaciones horizontales: los músculos afectados son el recto lateral y el recto medio:
 - Endotropía: desviación hacia nasal.
 - Exotropía: desviación hacia temporal.
- Desviaciones verticales: los músculos afectados son el recto superior e inferior y el oblicuo superior e inferior.
 - Hipertropía: desviación hacia arriba.
 - Hipotropía: desviación hacia abajo.



Según la edad de aparición:

- Congénito: si está presente desde el nacimiento o aparece antes de los 6 meses de edad.
- Adquirido: si aparece después de los 6 meses de edad.

Según el tiempo de duración:

- Estrabismo constante: la desviación es permanente.
- Estrabismo intermitente: aparece en determinadas circunstancias.

Según el ángulo de desviación:

- Estrabismo concomitante: el ángulo de desviación es el mismo en todas las posiciones de mirada.
- Estrabismo inicomitante: en ángulo no es constante.

Según el ojo que desvía:

- Estrabismo monocular: siempre se desvía el mismo ojo y el otro es el fijador.
- Estrabismo alternante: el ojo que se desvía y el que fija se intercambian.

Tabla I. Clasificación de los estrabismos.

Según el sentido de la desviación	Desviaciones horizontales: <ul style="list-style-type: none"> ● Endotropia ● Exotropia Desviaciones verticales <ul style="list-style-type: none"> ● Hipertropia ● Hipotropia
Según la edad de aparición	Congénito Adquirido
Según el tiempo de duración	Estrabismo constante Estrabismo intermitente
Según el ángulo de desviación	Estrabismo concomitante Estrabismo incomitante
Según el ojo que desvía	Estrabismo monocular Estrabismo alternante

Síntomas

Los síntomas del estrabismo pueden estar presentes todo el tiempo o pueden aparecer y desaparecer. Pueden abarcar:

- Estrabismo (ojos desviados).
- Visión doble.
- Ojos que no se alinean en la misma dirección.
- Movimientos oculares descoordinados (los ojos no se mueven juntos).
- Pérdida de la visión o de la percepción de profundidad.
- Posición anómala de la cabeza.
- Pérdida de visión binocular.

Prevención

Entre más temprano comience el tratamiento, más fácil es corregir el problema. Por lo tanto, fíjese en las señas que demuestren que su hijo no ve bien o en los ojos que se cruzan o se mueven desalineados.

Es recomendable acudir con algún experto en el área de la salud para un chequeo rutinario, y entre ellos revisar los ojos del niño. Estas afecciones se pueden prevenir antes de que ocasionen alguna otra afectación a su visión como puede ser ambliopía o supresión de las imágenes.

Diagnóstico

Existen numerosos test para la detección y la medida del estrabismo entre los que se encuentran:

- Observación directa: las desviaciones que son de mayor grado pueden ser detectadas solamente por la observación, ya que son visibles a simple vista. Esto quiere decir que ambos ojos no se ven alineados correctamente siendo notable.
- Test de Hirschberg: Esta es una prueba simple y rápida que puede detectar y cuantificar la presencia de estrabismo. El examinador se coloca a unos 30 cm del paciente con una lámpara a la altura de los ojos. Deben observarse los reflejos en los ojos del paciente.
- Cover test: Es un método de detección ampliamente utilizado en la detección del estrabismo. Sólo se puede operar un oclisor y se puede realizar en el rango de visión de larga y corta distancia, la diferencia radica en la distancia del objeto fijo y el paciente debe mantener la mirada.
- Método de Krimsky: Parecida al método de Hirschberg, el examinador utiliza una lámpara de mano, solo que en esta ocasión se utilizan prismas para medir la magnitud de la desviación.
- Versiones: las versiones son movimientos de ambos ojos abiertos. Si los ojos siguen paralelos en todas las direcciones de mirada, las versiones son normales.

Tratamiento

El primer paso para tratar el estrabismo es acudiendo con el optometrista o el especialista del área. En los niños se recomienda recetar gafas.

Si la persona ve doble, es recomendable usar gafas con prismas, estos cristales mueven las imágenes de lugar para solucionar la molestia. Esta alternativa es viable si la desviación no es muy marcada, en cuyo caso debe resolverse quirúrgicamente.

Se debe tratar la ambliopía u ojo perezoso. Se coloca un parche sobre el ojo bueno, lo cual obliga al ojo más débil a trabajar más intensamente y obtener una mejor visión.

Es posible que al paciente con estrabismo no le guste usar un parche o gafas. Un parche obliga al paciente a que vea inicialmente a través del ojo más débil. Sin embargo, es muy importante usar el parche o las gafas siguiendo las instrucciones.

Si los ojos aún no se mueven correctamente, se puede necesitar cirugía de los músculos oculares. Se fortalecerán o se debilitarán diferentes músculos en el ojo.

La cirugía de reparación de los músculos oculares no arregla la visión deficiente de un ojo perezoso. La cirugía de los músculos oculares fallará si no se trata la ambliopía. El niño posiblemente tenga que usar gafas después de la intervención. La cirugía casi siempre es efectiva si se hace cuando el niño es más pequeño.

La cirugía es un recurso viable cuando el niño nace con un estrabismo y tiene edad prematura, o cuando la desviación es muy grande. A continuación se presentan ventajas y desventajas de una cirugía.

Ventajas:

- Finalidad estética para disminuir o suprimir la desviación a cualquier edad.
- Restablecer la visión binocular (desaparición de visión doble).
- Puede mejorar un poco la estereopsis (coordinación entre los dos ojos).

Desventajas:

- No modifica la prescripción de gafas u otra indicación del defecto de refracción si lo hubiese.
- A pesar de que el ojo que se desvía sea siempre el mismo, el cirujano tiene que operar ambos ojos.
- El resultado quirúrgico puede no permanecer estable con el tiempo.
- Complicaciones post-operatorias (después de la operación) como: cicatrices, reacción alérgica a suturas, riesgo de tener visión doble.

Después de una cirugía es necesario que se lleve con el optometrista y se le de terapia visual.

A los adultos con estrabismo leve que aparece y desaparece les puede ir bien con gafas y ejercicios de los músculos oculares para ayudarles a mantener los ojos derechos. Las formas más graves necesitarán cirugía para enderezar los ojos. Si el estrabismo ha ocurrido debido a la pérdida de la visión, será necesario corregirla antes de la cirugía para el estrabismo, para que pueda realizarse con éxito.

Conclusión

El estrabismo es un problema que puede ser tratado con el debido tiempo. Como hemos visto existen muchas alternativas, que van desde un tratamiento óptico, terapias, y cirugías. Los padres deben estar atentos si ven que los ojos de su niño o niña no están en posición derecha o propiamente alineados. Puede ser problemático si se dejan pasar estos detalles, ya que el estrabismo puede empeorar al aumentar la edad de la persona; es importante recordar que, a los seis meses de edad, el infante debe poder enfocar continuamente hacia objetos de interés. La disminución de la agudeza visual más desviación de los ojos en niños es un dato clínico importante que requiere de una evaluación optométrica inmediata para disminuir el riesgo de un daño permanente. Para ello existen unas pruebas que son realizadas por el mismo médico, que es el examen sensorial, indicada a realizar en niños de 3 años a mas ya que pueden dar una respuesta más objetiva a la evaluación. Una adecuada atención a tiempo puede hacer una gran diferencia.

Referencias

- Cristián, A. (2005). Ambliopía y estrabismo. U. D. A. de Oftalmología.
- Delgado Herrera, K. R. (2018). Estrabismo: enfoque en terapia física.
- Ferrer Ruiz, J. (1991). Estrabismos y ambliopías. Barcelona: Doyma.
- Mecha, B., Perrigin, D., y Eskridge, J. (1988). La prueba de Hirschberg. American Journal of Optometry and Physiological Optics.
- Roberts, C. J., & de Liaño, R. G. (2007). El estrabismo en adultos. Unidad de Motilidad Ocular, Hospital Clínico San Carlos (Madrid) Revista de los laboratorios Thea. pág. 3, 4.
- American Academy of Ophthalmology. <https://www.aao.org/salud-ocular/enfermedades/estrabismo-infantil>
- Pérez, B. L. (2011). Diagnóstico y tratamiento de un estrabismo. Hospital Universitario de Canarias.

El daltonismo, ¿existe?

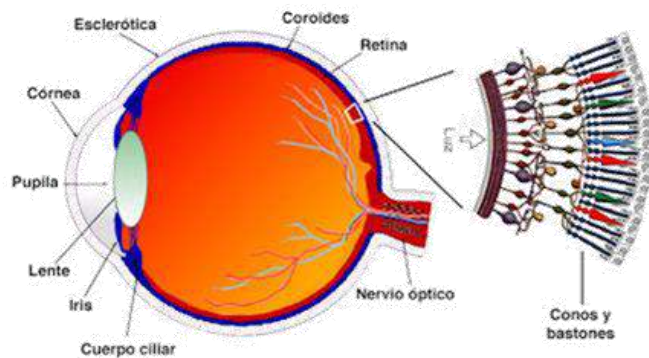
Romero Rodríguez Jazmín Alejandra¹, Opt. Lucio Alemán Rodríguez
 jazminalejaz@gmail.com / lalemanr@hotmail.com

¿Por qué podemos ver colores?

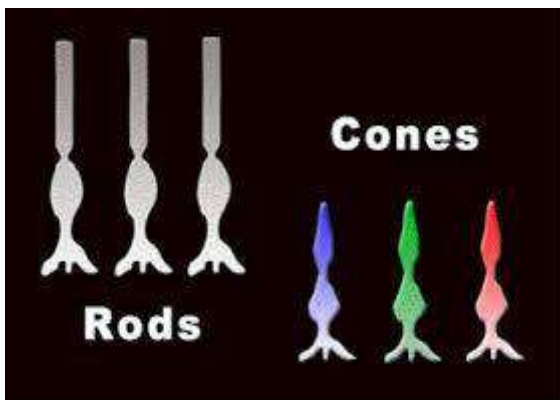
El ojo, está conformado por tres capas, la capa externa: formada por la esclerótica o esclera y la córnea; la capa media o túnica vascular: compuesta por la coroides, el cuerpo ciliar y el iris y la capa interna que está compuesta por la retina.

La retina, tienen una gran variedad de células, que, al interactuar con la luz, se estimula un proceso llamado fototransducción, en la que intervienen principalmente dos células, los conos y los bastones.

La principal función de los conos es que nos ayuda a ver los colores azul (C), rojo (L) y verde (M), mientras que los bastones, perciben solo los colores en escala de grises. Estos, trabajando en conjunto con la luz, nos proporcionana la visión cromática, es decir, la visión a color.



Deficiencia de la visión cromática



Las deficiencias de visión cromática hacen referencia a un número de problemas que surgen a la hora de identificar algunos colores. La visión de color anormal puede consistir en una dificultad leve para distinguir entre diversos tonos de un mismo color o en la imposibilidad de ver un color, hasta la imposibilidad de percibir cualquier estímulo de color.

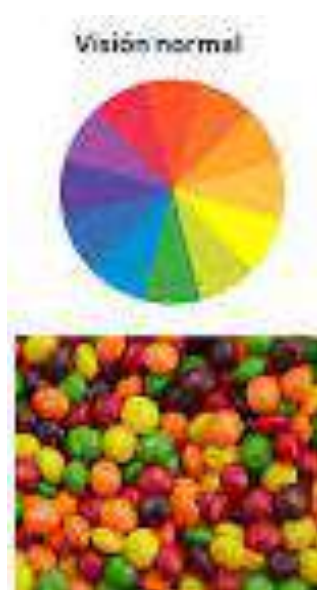
Al tener estas deficiencias, la culpa cae en los conos principalmente, por una alteración genética que impide percibir los colores

¹7mo semestre, Licenciatura en Optometría.

de manera normal, por tanto, la primera causa que produce esta alteración es la herencia.

Además de la herencia, la "ceguera a los colores", puede ser adquirida por otras causas, bien sea por enfermedad o algún accidente y no siempre el ojo es el órgano afectado. En otras ocasiones puede ser adquirida por daños en el cerebro.

Tipos de deficiencias



Las personas con visión del color normal se les llama "tricrómata normal", lo que significa que los tres tipos de conos (L, M y S) y pigmentos están presentes. Se conocen los siguientes tipos de anomalías en la visión de los colores:




- Tricromatismo anómalo o visión tricromática anormal.
- Dicromatismo.
- Monocromatismo o visión monocromática.

El tricromatismo anómalo es una anomalía que es causada por un problema en los conos (L, M, C), falta una proporción de cada tono de color, a diferencia de la empleada por un sujeto con visión normal, para igualar cualquier tono de color. Existen tres clases de tricromatismo anómalo:

	DESCRIPCIÓN	CONO AFECTADO
Protanomalia	se necesita una cantidad muy grande de rojo para que al mezclarlo con verde nos dé amarillo	L
Tritanomalia	es necesario añadir a un color verde una enorme cantidad azul para igualar la mezcla a un estímulo verde azulado dado.	C
Deuteranomalia	se caracteriza por la gran cantidad de verde que se necesita mezclar al rojo para lograr un amarillo.	M

El monocromatismo es la ceguera total al color, anomalía en la visión en la que es posible la percepción de luminosidad, pero no de color. En esta deficiencia, faltan dos conos, que casi siempre son rojo y verde. Es lo que se conoce como acromatopsia.

En el dicromatismo las personas poseen dos conos en lugar de tres, hay tres clases de dicromatismo:

	DESCRIPCIÓN	CONO FALTANTE	PERCEPCIÓN
Protanopía	Una clase de dicromatismo en la que los únicos tonos que se distinguen son el azul y el amarillo.	L	
Deutanopía	Dicromatismo con una luminosidad relativa espectral muy parecida a la de la visión normal, pero en la que se confunden el rojo y el verde.	M	
Tritanopía	Un tipo raro de dicromatismo en que se confunden el amarillo y el azul. La tritanopía frecuentemente es del tipo adquirido, resultado de una enfermedad o desprendimiento de retina, glaucoma, etc.	C	

¿Cómo sé si tengo alguna de estas deficiencias al color?

El licenciado en optometría realiza diferentes pruebas para evaluar la percepción al color que tienen las personas, estas pruebas son sencillas de realizar para los pacientes, las principales son la prueba de Ishihara y el farnsworth D -15

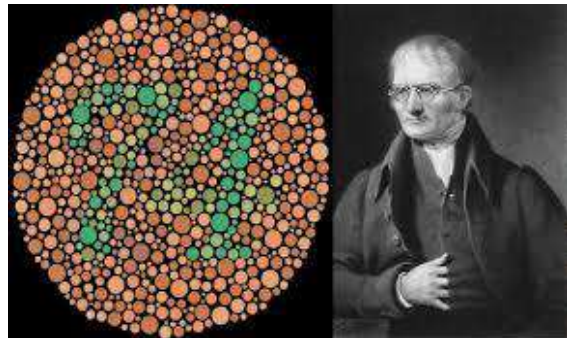


Entonces, ¿existe o no el daltonismo?

Existen las deficiencias a la percepción del color, que es causada por el mal funcionamiento de los conos o por la falta de estos. Dependiendo cual sea la causa, estos problemas o enfermedad se llaman tricromatismo anómalo o visión tricromática anormal, dicromatismo y/o monocromatismo o visión monocromática, no daltonismo.

Como dato curioso, se le llamo daltonismo, en honor al famoso químico inglés, John Dalton (1766-1844), quien fue la primera persona que lo estudió, ya que él mismo lo padecía, era deuteranope.

Ahora bien, ya que conocemos un poco del tema, debemos darles la importancia necesaria a estas pruebas para evaluar la visión cromática, para nuestro día a día.



Referencias

Lanthon P. Historia natural de la visión cromática. La Martinière. París.2012

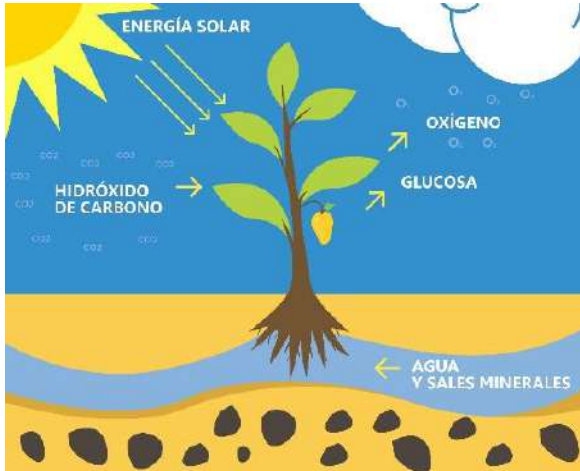
Rushton WAK. Pigments and signals in color vision. J Physiol. 1972; 220: 1-31

Liou GI, Peachey NS, Peachey NS. Early onset photoreceptor abnormalities induced by targeted disruption of the interphotoreceptor retinoid-binding protein gene. J Neurosci. 1998; 18: 4511-4520.

De la biología a la mecánica cuántica: un viaje a los enigmas de la vida

Edgar Fernando Espinosa Torres¹
eespinosat1700@alumno.ipn.mx

Introducción



Érase el mes de abril del año 2007, un grupo de físicos del prestigioso Instituto Tecnológico de Massachussets (MIT) estaban compartiéndose artículos que habían hallado recientemente en las revistas de ciencia.

Uno de los artículos sugería que las plantas eran una suerte de minicomputadoras cuánticas. Para ellos la idea planteada simplemente rayaba en lo absurdo.

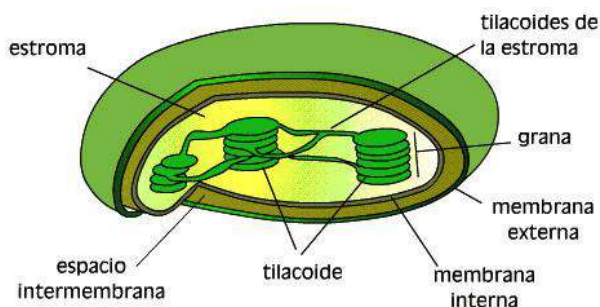
Algunas de las mentes más brillantes han estado tratando de crear computadoras cuánticas, ¿cómo es posible que una simple planta lo sea?, ¿es posible que existan procesos biológicos que necesitan de la mecánica cuántica para funcionar?

Los procesos cuánticos suelen necesitar condiciones muy específicas para que se lleven a cabo. Los físicos investigan estos fenómenos bajo condiciones impecables; usualmente a temperaturas cercanas al cero absoluto, con equipos costosísimos y en aislamiento total.

¿Cómo una planta en un ambiente cálido, húmedo y caótico puede estar usando la mecánica cuántica? Este tipo de interrogantes las está tratando de responder la biología cuántica, una ciencia interdisciplinaria que reúne a la física y a la biología para que juntas puedan explicarnos algunos de los enigmas de la vida.

La fotosíntesis es la conversión de materia inorgánica a materia orgánica gracias a la energía que aporta la luz del sol y aunque se tiene una explicación clásica hay detalles en los que no ha podido profundizar.

¹ Estudiante de ESFM-IPN



Las plantas y algas viven gracias al proceso de la fotosíntesis, toman dióxido de carbono, agua y luz solar y convierten estos en glucosa, oxígeno y energía utilizable para el organismo. Este proceso se lleva a cabo en un orgánulo localizado en el interior de las células vegetales, llamado cloroplasto.

Fig. 1: Estructura interna del cloroplasto

Dentro del cloroplasto, hay unos sacos apilados llamados tilacoides, los cuales están llenos de clorofila, el característico pigmento que le da el color verde a las plantas.

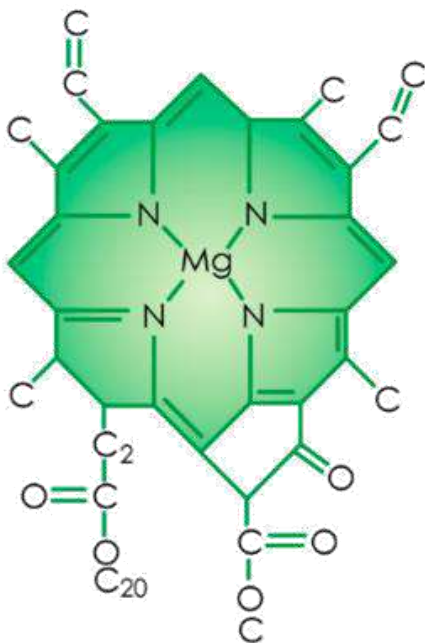


Fig. 2: Estructura de la molécula de clorofila

Ahora entendamos más el proceso de fotosíntesis. Las moléculas de clorofila tienen una larga columna vertebral de carbono y oxígeno, con una cuadrícula de carbono y nitrógeno rodeando un átomo de magnesio. Esto hace que el magnesio sólo tenga un electrón en su capa más externa.

Recordemos que la luz está compuesta de partículas elementales llamadas fotones. Cuando un fotón entra al tilacoide, la energía de este fotón es capaz de “expulsar” el electrón del magnesio.

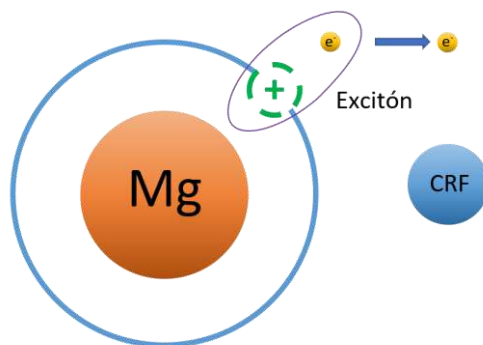


Fig. 3: Generación del excitón después de que el fotón expulsa al electrón. Posterior a ello sucede la separación de cargas y el electrón del magnesio se transfiere a una molécula cercana para que pueda crear una molécula estable, esta se traslada al CRF.

Ahora consideremos al magnesio como neutro, compuesto de un electrón (carga negativa) y el lugar que ocupaba el electrón como un agujero cargado positivamente, a esto se le llama excitón²; el cual forma un polo positivo y negativo que puede almacenar energía.

Para que la planta pueda obtener energía gracias a la luz solar, la planta necesita llevar ese excitón a un centro de reacción fotosintético (CRF), el cual es un complejo de varias proteínas, pigmentos y otros componentes que ejecutan las reacciones principales de la fotosíntesis.

En este CRF se lleva a cabo el proceso de separación de cargas, el proceso consiste en tomar el electrón del magnesio y transferirlo a alguna molécula cercana, para que pueda crear una molécula estable.

Transferir al excitón al CRF es algo complicado pues los cloroplastos son capaces de transferir energía de una molécula de clorofila a otra de clorofila hasta que llegue a un CRF pero esto puede implicar recorrer una gran distancia, entonces se abre una pregunta que la química o la física clásica no pueden responder, ¿cómo sabe el excitón que camino debe elegir?

² El excitón es un tipo de cuasipartícula. Una cuasipartícula es una perturbación en un medio, que se comporta como una partícula y puede ser tratada como tal. Una analogía rudimentaria es la de una burbuja en una jarra de cerveza: la burbuja no es un objeto independiente sino un fenómeno, el desplazamiento por dióxido de carbono de un volumen de cerveza. Pero debido a las características de la superficie de líquido en contacto con el gas, la burbuja retiene una cierta identidad mientras sube y flota. Como una cuasipartícula, posee propiedades características de objetos, como tamaño, forma, energía, y momento.

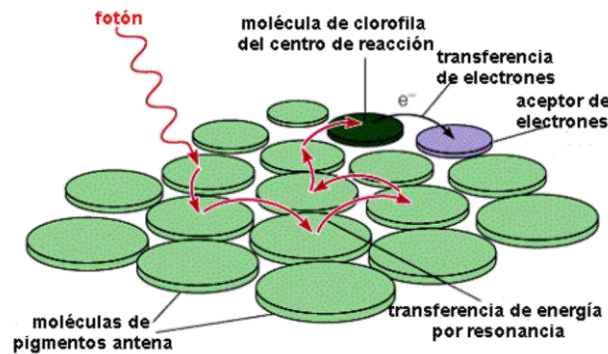


Fig. 4: La clorofila está empaquetada densamente

La explicación clásica es que el excitón pasaba de forma azarosa de una molécula a otra hasta que llegaba a un CRF pero si realmente ocurriera de esta manera, los excitones tienen más probabilidad de perderse que de realizar la fotosíntesis y así, la fotosíntesis no podría ser tan eficaz.

Durante el proceso, los electrones perdidos son casi cero, el aprovechamiento que las plantas y algas hacen de la energía es mucho mejor que cualquier fotocelda que el ser humano haya podido inventar.

En la mecánica cuántica, una de las ideas fundamentales es la llamada superposición y se refiere a que una partícula puede estar en más de un lugar a la vez. Una sola partícula puede existir simultáneamente en muchos lugares diferentes con distintas probabilidades.

Las partículas desde el punto de vista cuántico se comportan distinto a lo que estás acostumbrado, se escapan de nuestra lógica cotidiana, antes de que se midan están en todos los lugares a la vez con diferentes probabilidades, pero en cuanto se miden, las partículas colapsan a un solo lugar.



Fig. 5: En mecánica cuántica la partícula puede tomar todos los caminos como si se tratara de una onda que se extiende por el espacio

Como consecuencia de estas ideas, si una partícula llegara a la bifurcación de una carretera no tiene por qué elegir un solo camino como lo haríamos nosotros, puede tomar ambos, incluso si de la carretera salieran múltiples caminos, la partícula podría tomar todos actuando como una onda que se extiende por el espacio.

De esta manera, el excitón podría estar llegando al centro de reacción fotosintético, explicando como la fotosíntesis es un proceso tan eficaz.

¿Si estas ideas parecen ser compatibles con la mecánica cuántica entonces por qué el artículo del año 2007 les pareció absurdo a los físicos del MIT?

Lo que parecía derribar la explicación, es la llamada decoherencia. Sin entrar en más detalles dada su complejidad, recordemos que al inicio se mencionó que los físicos estudian a la mecánica cuántica en entornos muy controlados. La fotosíntesis se realiza en un entorno cálido, húmedo, repleto de moléculas de todo tipo y además caótico, las partículas no podrían comportarse cuánticamente y la decoherencia las obligaría a actuar de forma clásica, así, las ideas cuánticas de ninguna manera podrían explicar el misterioso proceso de la fotosíntesis.

A pesar de que inicialmente a los físicos del MIT el artículo les pareció fantástico, enviaron a su colega, Seth Lloyd, a investigar las ideas. Lloyd llevó a cabo un experimento en la Universidad de California, Berkeley usando una técnica que lleva el nombre de espectroscopía bidimensional de transformada de Fourier. Los resultados obtenidos tras una ardua examinación por parte del físico lo dejaron en shock, así como luego dejarían a la comunidad científica, las ideas expuestas en el artículo del año 2007 podrían explicar la fotosíntesis desde la perspectiva de la mecánica cuántica.

Varios experimentos han recreado el experimento de Lloyd, confirmando sus resultados. Sin embargo, algunos físicos piensan que el experimento puede explicarse desde otros puntos de vista. Este fenómeno sigue siendo un tema abierto de investigación.

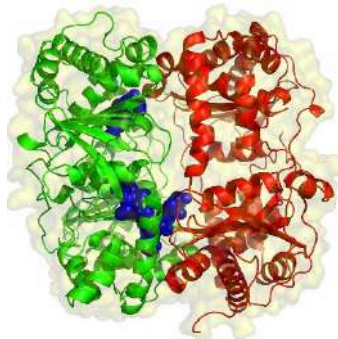


Fig. 6: Enzima

La biología cuántica además podría explicar cómo las enzimas utilizan el efecto túnel para trabajar, las enzimas son unas moléculas orgánicas que actúan como catalizadores de reacciones químicas (aceleran la velocidad de reacción). También podría dar una explicación acerca de cómo las aves son capaces de detectar la dirección y sentido del campo magnético, obteniendo así las aves la información necesaria para orientarse en sus viajes migratorios.

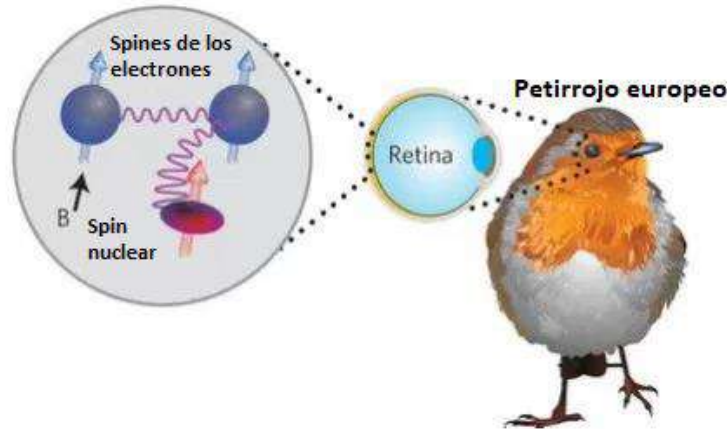


Fig. 7: Los petirrojos europeos tienen el sentido de la magnetorrecepción

Se piensa que las implicaciones de la biología cuántica pueden involucrar un mejor entendimiento de las mutaciones, de por qué una célula se vuelve cancerosa o la mejora en el desarrollo de fármacos. Sin duda, es un área increíble, llena de posibilidades asombrosas.

Referencias

Miret, S. (2019). *¿Qué sabemos de biología cuántica?* Madrid: Consejo Superior de Investigaciones Científicas.

Aczel, A. (2002). *Entanglement: The Greatest Mystery in Physics*. Chichester: John Wiley & Sons, LTD

McFadden, J. (2000). *Quantum Evolution: Live in the multiverse*. London: Harper Collins Publishers.

Aceleración del cambio climático debido al Impacto Ambiental

Lucero Alejandra Esquivel Mendez¹, María de Lourdes Albor Aguilera¹, Roberto Carlos Ruiz Ortega¹, Miguel Ángel González Trujillo², Miguel Tufiño Velázquez¹
lourdesalbor10@hotmail.com
lucero.esquivelm@gmail.com

En todo el mundo, cada día observamos las numerosas transformaciones que está sufriendo el planeta con el cambio climático, desde cambiantes temperaturas que amenazan la producción de alimentos, hasta el riesgo de sufrir inundaciones catastróficas como consecuencia debido al impacto ambiental. Los efectos del cambio climático son más claros y drásticos, si no tomamos medidas desde ya, será muy difícil y costoso adaptarnos a un futuro implacable.

¿Qué es el impacto ambiental?

Durante muchos años, no se puso atención a los problemas ambientales, fueron considerados en segundo término, al desarrollo y crecimiento de un país, ya que no se le daba importancia a un medio ambiente sano. Ahora bien, la realidad actual nos muestra la importancia de respetar nuestro hábitat, pues el deterioro ambiental amenaza el crecimiento económico y social no solo del país, sino ya también a nivel mundial. El impacto ambiental, se observa en la pérdida de flora y fauna en los ecosistemas, la acidificación de los océanos, las sequías de ríos, lagos y lagunas, la disminución de las reservas en los mantos acuíferos y a su vez la disminución de agua potable, la degradación de los suelos y los cambios en las condiciones de la producción de alimentos, olas de calor, incendios, inundaciones y lluvias torrenciales que conllevan a la migración de las comunidades a otras ciudades sobrepobladas que originan otros problemas socioeconómicos así como ambientales.

El cambio climático que es ya irreversible es una muestra de nuestra incapacidad para afrontar la emergencia climática pues sus consecuencias están alrededor nuestro.

El presente trabajo tiene como objetivo el hacer conciencia en cada uno de nosotros, empezando por los más pequeños, en que puede provocar el impacto ambiental

¹ Instituto Politécnico Nacional-ESFM, Depto. de Física, U.P.A.L.M., San Pedro Zacatenco, 07738, CDMX, México.

² Instituto Politécnico Nacional-ESCOM, Formación Básica, U.P.A.L.M., San Pedro Zacatenco, 07738, CDMX, México

que nosotros mismos originamos y cómo podemos contribuir a disminuir las repercusiones en el cambio climático, con pequeñas acciones, pero importantes para frenar los efectos del cambio climático.

La mayoría de los problemas ambientales, requieren de la acción del gobierno, pero más aun requiere de una sociedad con conciencia y comprometida que contribuya con acciones para disminuir el impacto ambiental que está cada vez más amenazado.

¿Qué es el cambio climático?

Es una alteración del clima y las temperaturas del planeta que afecta los ecosistemas y origina cambios que directa o indirectamente son producidos por la actividad humana. El aumento excesivo de gases de efecto invernadero contribuye a la variación de la temperatura y al deterioro de la capa de ozono que están constituidos por dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄) y óxidos de nitrógeno (NO_x). El exceso de gases es generado por las diversas actividades, como el uso de energías eléctricas, la dependencia de las industrias de combustibles fósiles o la contaminación de las zonas urbanas, el mal uso de los residuos, etc (manosunidas.org).

El cambio climático influye en los determinantes sociales y medioambientales de la salud. Muchas de las enfermedades más mortíferas, como las diarreas, la malnutrición, la malaria y el dengue, son muy sensibles al clima y es de entender que se agravarán con el cambio climático (OMS, 2021).

La temperatura global promedio en 2020 se establece en aproximadamente 1.2°C por encima del nivel preindustrial. Existe al menos un 20% de posibilidad de que supere temporalmente los 1,5 °C para 2024”, expresó el secretario general de la OMM (Organización Meteorológica Mundial), Petteri Taalas.

Los análisis de temperatura de la NASA incorporan mediciones de temperatura de superficie procedente de más de 20,000 estaciones meteorológicas, así como observaciones de la temperatura de la superficie del mar, tomadas desde barcos y boyas, y mediciones de temperatura provenientes de estaciones de investigación antárticas. Estas mediciones *in situ* se analizan utilizando un algoritmo que tiene en consideración el espaciamiento variable de las estaciones de temperatura por todo el planeta, así como los efectos de las islas de calor urbanas que podrían sesgar las conclusiones. Estos cálculos producen las desviaciones de la temperatura promedio global al período de referencia de 1951 a 1980.

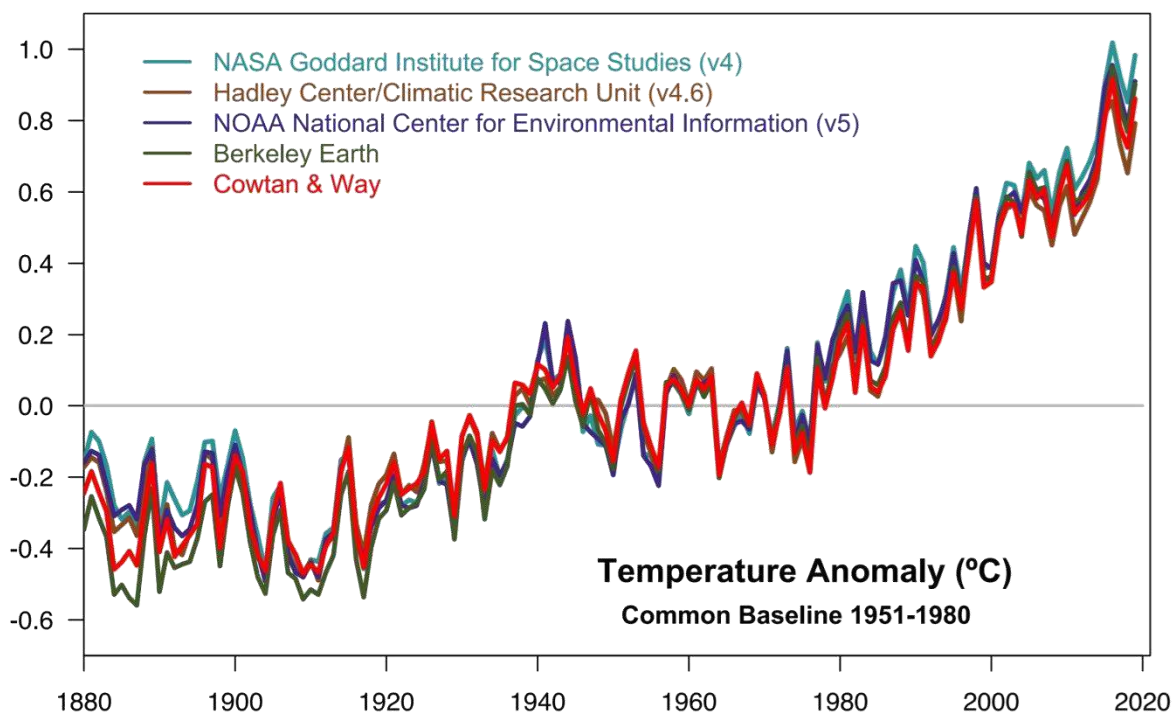


Figura 1. Gráfico muestra temperaturas anuales desde 1880 hasta 2019 (NASA y NOAA, 2020).

Es muy probable que 2020 sea uno de los tres años más cálidos registrados a nivel mundial. Los registros de temperatura modernos comenzaron en 1850. El calor más notable se observó en el norte de Asia, en particular en el Ártico siberiano, donde las temperaturas estuvieron a más de 5 ° C por encima del promedio. El calor siberiano culminó a finales de junio, cuando alcanzó los 38,0 ° C en Verkhoiansk el día 20, la temperatura más alta conocida en cualquier lugar al norte del Círculo Polar Ártico. Esto alimentó la temporada de incendios forestales más activa en un registro de datos de 18 años, según lo estimado en términos de emisiones de CO₂ liberadas por los fuegos.

Otras áreas notables de calentamiento incluyen áreas limitadas del suroeste de los Estados Unidos, partes del norte y el oeste de América del Sur, partes de América Central y áreas más amplias de Eurasia, incluidas regiones de China. En Europa, se registró el período de enero a octubre más cálido registrado.

El Acuerdo de París firmado en 2015 busca limitar el calentamiento a menos de 2°C, y los científicos del Panel Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático han advertido que alcanzar los 1,5°C ya de por sí traerá catástrofes en ecosistémicas como la desaparición de los arrecifes de coral. Más del 90% del exceso de energía que se acumula en el sistema climático como resultado del aumento de las concentraciones de gases de efecto invernadero va a el océano.

Una amenaza para los ecosistemas marinos es la acidificación del océano que también está aumentando. El océano absorbe el 23% de las emisiones anuales de CO₂, este reacciona con el agua de mar bajando su pH; un proceso conocido como acidificación, este proceso pone en peligro los ecosistemas, la pesca, la acuicultura y debilita los arrecifes de coral.

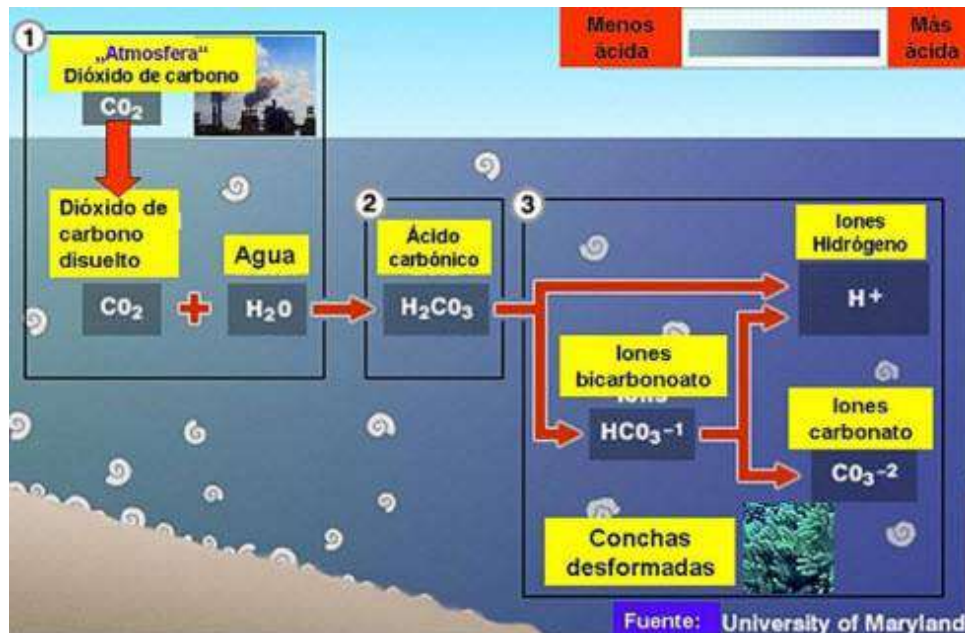


Figura 2. Proceso de acidificación en los océanos (Universidad de Maryland).

El impacto ambiental en México ha sido muy agresivo, reduciéndose la precipitación pluvial en la región sureste del país desde hace medio siglo. Por otro lado, el aumento de huracanes, sequías, deslaves, temperaturas extremas y lluvias torrenciales, inundaciones e incendios que hasta hoy han ocasionado altos costos económicos y sociales.

- Actualmente hay 2 mil 583 especies que están en peligro o riesgo de extinción, debido a que la transformación y degradación de los ecosistemas afectan a la mayoría de éstos, sobre todo, a los bosques tropicales.
- Alrededor del 67% de los bosques en nuestro país están fragmentados, por lo tanto, hay una reducción en la calidad y cantidad de los hábitats silvestres; a partir de evaluaciones globales se estima, que la fragmentación de bosques es más severa en los estados del sur, incluyendo Veracruz, Tabasco, Yucatán, Quintana Roo, Michoacán y Chiapas.
- Los manglares mexicanos cubren 742 mil hectáreas, 55% de ellas se ubican en la península de Yucatán; este tipo de ecosistema ayuda a mitigar los

efectos del cambio climático. En 2016 la tasa estimada de deforestación de manglar generó alrededor del 10% de las emisiones globales de carbono por año.

- El Instituto Nacional de Cambio Climático (INECC) ha encontrado que de los 2 mil 456 municipios en los que se divide el país, 480 (20%) tienen un nivel de vulnerabilidad al cambio climático muy alto o alto, además, de acuerdo con el Banco Mundial y la OECD se estima que alrededor del 68% de la población y el 71% del PIB de México están expuestos a los efectos negativos del cambio climático.
- El gas más abundante que se emite en México es el bióxido de carbono con 71% de las emisiones, seguido del metano con 21%, del total de estas emisiones 64% provienen del consumo de combustibles fósiles; 10% se originan por los sistemas de producción pecuaria; 8% provienen de los procesos industriales; 7% se emiten por el manejo de residuos; 6% por las emisiones fugitivas por extracción de petróleo, gas y minerías, y 5% se generan por actividades agrícolas (CEDRSSA, 2020).

¿Qué podemos hacer?

El mundo funciona bajo un modelo de “Economía Lineal”; Este sistema de producción opera a través de la idea de “tomar, crear, desechar”. Sin embargo, este modelo produce cantidades excesivas de desecho de materia prima y productos terminados.

Con la intención de reducir la contaminación y el impacto que ésta tiene en el medio ambiente, el mercado ha buscado opciones alternativas que permitan un ciclo más eficiente y limpio. De ahí surge el concepto de la “Economía Circular”; Éste se basa en la condición de desechar el mínimo posible, aprovechando lo que antes se desechaban y dándole un nuevo uso, e implementar modelos de energía renovable en las fábricas y tiendas. Una de las formas de hacer el modelo de Economía Circular funcional es que las corporaciones trabajen conjuntamente ya que los desechos de unas pueden ser reutilizados y así aprovechados por otras.

1. Preservar y mejorar el aprovechamiento del capital natural controlando el uso de materia prima finita y balanceando los flujos de recursos naturales.
2. Optimizar el rendimiento de los recursos al “siempre” circular los productos, componentes y materiales hasta su máxima utilizada tanto en procesos técnicos como biológicos.
3. Fomentar la efectividad en los sistemas al relevar y excluir externalidades negativas

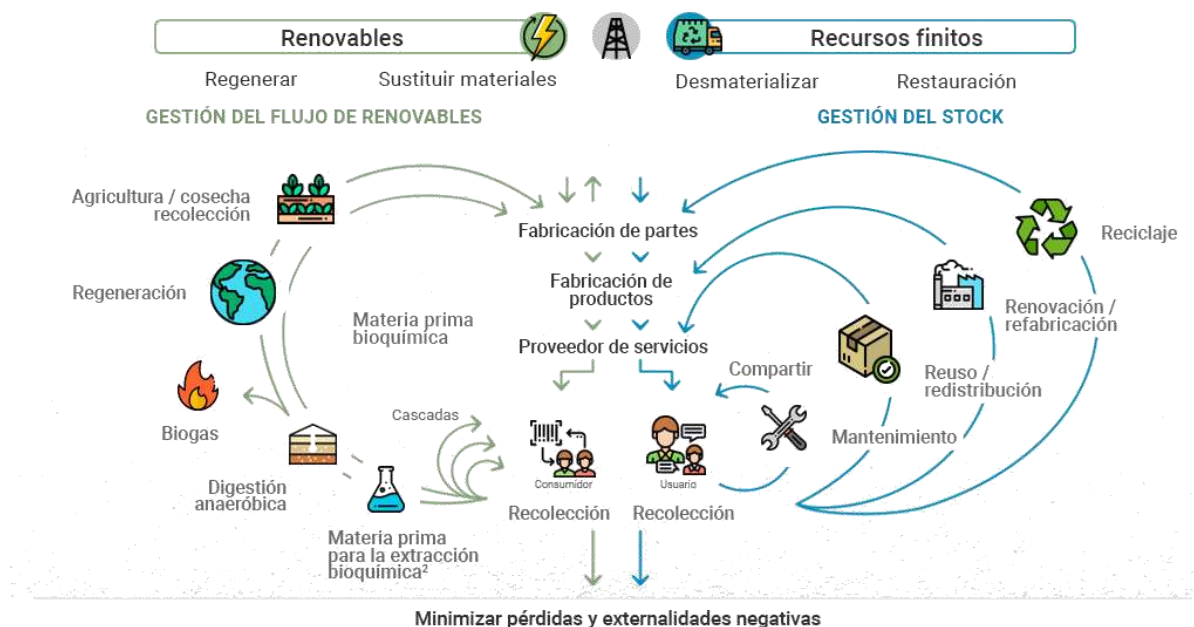


Figura 3. Esquema de la economía circular, metropol.gov.co.

Los avances tecnológicos han permitido encontrar formas más eficientes y amigables con el medio ambiente para transportarnos, construir, comunicarnos, hacer manufactura, producir energía, etc. En general, vivir de una forma más verde.

La implementación de una estrategia que conduzca al cambio empleando las 3R's mitigaría el daño al medio ambiente. **Reducir, reutilizar y reciclar**, son la clave de un consumo responsable.

REDUCE

Reducir el consumo de aquellas cosas que en realidad no necesitas. Evita comprar todo aquello que en algún momento generaría un desecho innecesario. No es coincidencia el orden de las 3Rs, Reducir es la más importante de todas. Reduces cuando:

- ✓ Adquieres productos con envases de tamaño familiar.
- ✓ Llevas tus propias fundas al ir de compras.
- ✓ Prefieres comprar productos con envolturas biodegradables.
- ✓ Prefieres empresas que demuestran un compromiso con el medio ambiente.
- ✓ Disminuyes el uso de artículos desechables.

REUSA

Sácale el mayor provecho a los objetos y productos antes de tirarlos. Reusas cuando:

- Escribes en las dos caras del papel.
- Sacas fotocopias de tiro y retiro o sea por las dos caras.
- Vuelves a utilizar las fundas de plástico del supermercado para guardar cosas o poner la basura.
- Utilizas frascos de vidrio para guardar tus lápices y monedas.
- Haces manualidades con materiales de desechos.

RECICLA

Antes de tirar los materiales que consideras desechos, piensa que se pueden transformar en otros productos, evitando así el uso de nuevos recursos naturales. Reciclas cuando:

- Separas los materiales que componen la basura.
- Utilizas recipientes distintos para separar los residuos orgánicos, del papel, del cartón, los envases de vidrio y el metal.
- Compras papel reciclado y reciclas todo el papel que te sea posible.
- Acopias principalmente papel de periódico y plásticos PET e investigas como puedes entregarlos para reciclar.



Reducir, se refiere a la idea de prevenir consumo innecesario.



Reutilizar, consiste en usar un producto de nuevo dándole una nueva vida útil.



Reciclar, se le llama al proceso en el cual un producto de cierto material regresa a su estado original y es usado para crear un nuevo producto.

Conclusiones

En conclusión, el impacto ambiental es un factor inminente en el cambio climático pues es un detonante que acelera constantemente el calentamiento global y es observable en cada uno de los fenómenos naturales, como sequías prolongadas, deshielo de los glaciares y aumento del nivel del mar, inundaciones debido a lluvias torrenciales, huracanes con mayor intensidad, olas de calor, incendios forestales, acidificación de los océanos, migraciones, entre otros.

Está en cada uno de nosotros hacernos responsables y conscientes de nuestra actitud ante esta problemática. La sociedad es un factor muy importante incluso podría decir que primordial para tomar acciones que hagan la diferencia y ayudar a desacelerar el deterioro medioambiental.

Referencias

<https://www.manosunidas.org/observatorio/cambio-climatico/definicion-cambio-climatico>

<https://ciencia.nasa.gov/an%C3%A1lisis-de-nasa-y-noaa-revelan-que-2019-fue-el-segundo-a%C3%B1o-m%C3%A1s-c%C3%A1lido-registrado>

<https://es.greenpeace.org/es/trabajamos-en/cambio-climatico/asi-afecta-el-cambio-climatico/efectos-del-cambio-climatico-en-el-medio-ambiente/>

<https://www.unicef.org/es/medio-ambiente-cambio-climatico>

<https://www.paho.org/es/temas/cambio-climatico-salud>

<https://www.sostenibilidad.com/cambio-climatico/impactos-cambio-climatico/>

http://www.cedrssa.gob.mx/post_n-consecuencias-n-_del_-n-cambio_climnotico-n-_en_mn-xico.htm

<https://futuroverde.org/soluciones/>

http://centro.paot.org.mx/documentos/semarnat/cambio_climatico.pdf

<http://www.sostenibilidad3rs.com/wp-content/uploads/2018/02/Gu%C3%ADa-Las-3Rs-Edicion-2011.pdf>

Uso racional del agua y la reutilización de agua residual tratada

Roberto Carlos Ruiz Ortega¹, María de Lourdes Albor Aguilera¹, Lucero Alejandra Esquivel Mendez¹, Miguel Ángel González Trujillo².
lourdesalbor10@gmail.com
robertocarlosr@live.com.mx

¿Cómo se puede reducir el problema de la escasez de agua?

El agua es un recurso natural indispensable para la vida, debe estar disponible no solo en cantidad sino en calidad. Actualmente la insuficiencia en este recurso en muchos países, resultante de periodos prolongados de sequía y escases ha obligado a buscar nuevas alternativas que permitan la reutilización de las aguas residuales urbanas. En las actividades domésticas, agrícolas e industriales el agua es un recurso hídrico que suele utilizarse y devolverse al medio con propiedades totalmente diferentes a las iniciales. Dependiendo de la modificación de estas propiedades se les llama vertederos. Los vertederos en muchas ocasiones son direccionados a medios receptores como ríos, lagos o mares, alterando y contaminando las masas de agua, generando en ocasiones exceso de contaminantes, y desarrollo de algas entre otros problemas de contaminación. Una alternativa que permita el tratamiento de estos vertederos y por tanto el uso racional del agua, son las plantas de tratamiento de agua residual urbana. Estas combinan, dependiendo del grado de contaminación, diversos procesos físicos, químicos y biológicos que permiten la remoción de determinados contaminantes presentes en el agua residual urbana. El tratamiento de las aguas residuales urbanas permite en algunos casos su reutilización en usos domésticos, agrícolas e industriales.

El consumo del agua

Todas las formas de vida conocidas dependen del agua. El hombre hace un uso intensivo, y en ocasiones indiscriminado, de la misma, ya sea para consumo personal social o productivo. Los seres humanos necesitan consumir diariamente varios litros de agua para mantener la vida. Por otra parte, en la industria, el agua se emplea en tales cantidades, que puede sobrepasar, en mucho, los volúmenes de otros compuestos. Así, baste citar a modo de ejemplo, que se necesitan más de

¹ Instituto Politécnico Nacional-ESFM. Departamento de Física, U.P.A.L.M., Ciudad de México, México.

² Instituto Politécnico Nacional-ESCOM. Departamento de Ciencias Básicas, U.P.A.L.M., Ciudad de México, México

250 toneladas de agua para producir 1 tonelada de acero, 700 toneladas para producir 1 tonelada de papel, y más de 1200 toneladas de agua para producir 1 tonelada de aluminio (Quiroz, Menéndez, Izquierdo, 2019).

El tipo de tratamiento al que hay que someter un agua natural antes de su empleo no es universal. El tratamiento dependerá de dos elementos básicos: la fuente de procedencia, y el uso al que está destinada (Quiroz, Menéndez, Izquierdo, 2019). No necesariamente se requiere la misma calidad de agua cuando va a ser empleada con fines domésticos o industriales. Incluso a nivel industrial pueden estar involucrados varios tipos de aguas, atendiendo al proceso productivo y como consecuencia de este, de esta forma se pueden distinguir: el agua potable, agua de proceso y agua de operación.

El agua potable generalmente suministra la red de distribución de los acueductos y puede ser empleada directamente para consumo humano. Para ello existen normas de calidad que definen desde los puntos de vista físico, químico y bacteriológico, los límites máximos permisibles de determinados compuestos. Los valores de la concentración máxima aceptable (CMA) para los componentes químicos que pueden afectar la potabilidad del agua cruda (fuente) se establecen en la tabla I. y aquellos compuestos químicos indicadores de que está contaminada, en la tabla II.

Tabla I. Compuestos químicos que afectan la potabilidad.

Sustancias	Concentración máxima admisible (CMA) (ppm)
Sólidos totales	1500
Hierro	50
Manganeso	5
Cobre	1.5
Zinc	1.5
Magnesio + sulfato de sodio	1000
Sulfato de alquil bencilo	0.5
Demanda bioquímica de oxígeno	6
Demanda química de oxígeno	10
Amoniaco	0.5
Cloroformo	0.5
Grasas y aceites	0.01
Contaminantes orgánicos	1

Tabla II. Compuestos químicos indicadores de contaminación del agua cruda.

Sustancias	Concentración máxima admisible (CMA) (ppm)
Demanda bioquímica de oxígeno	6
Demanda química de oxígeno	10
Amoniaco	0.5
Cloroformo	0.5
Grasas y aceites	0.01
Contaminantes orgánicos	1

El agua de proceso es aquella que se utiliza o incorpora como materia prima al producto que se pretende elaborar. Sus normas de calidad dependerán de las características que exige el producto para el que está destinado su empleo. Para la obtención de agua de proceso generalmente es necesario someter el agua potable que se recibe de la red de distribución, a algún tipo de tratamiento en particular (Quiroz, Menéndez, Izquierdo, 2019).

El agua de operación es la destinada a los denominados servicios auxiliares, o sea, para producir vapor, para calentamiento, enfriamiento, o limpieza de instalaciones. El agua utilizada en la limpieza de equipos también puede incluirse en esta categoría cuando es necesario que cumpla determinados requisitos. Las especificaciones para este tipo de aguas tampoco son únicas (Quiroz, Menéndez, Izquierdo, 2019) [1].

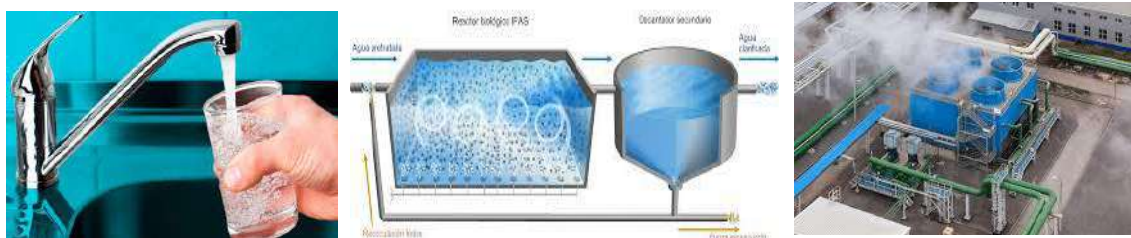


Figura 1. Uso del agua potable, de proceso y de operación en usos domésticos e industriales.

Con base al crecimiento poblacional y desarrollo industrial, es necesario profundizar en la demanda y escasez de los recursos del agua, por este motivo se requieren de nuevas alternativas de ahorro que permitan su reutilización. Esto supone adaptarse a nuevos enfoques y tecnologías que permitan mitigar la escasez. Una alternativa paralela al tratamiento de aguas residuales urbanas es promover el uso eficiente

del recurso hídrico y la reutilización garantizando el consumo presente y el futuro de las poblaciones.



Figura 2. Escasez del agua debido al crecimiento poblacional y cambio climático.

La reutilización de aguas residuales no genera nuevos recursos, pero si puede servir para disminuir el uso de recursos convencionales como el abastecimiento de agua potable, que requiere de un mayor tratamiento y una calidad más elevada. La reutilización de agua residual urbana debe estar regida por un ente de control que define la calidad del agua residual urbana según su aplicación, exigiendo así parámetros físicos, químicos o microbiológicos antes de su reutilización. En general, para poder reutilizar este recurso se requieren las tecnologías adecuadas y unos estudios previos detallados. La reutilización de agua residual, aparte de ser una forma de reciclar el agua es también la mejor manera de controlar los problemas asociados a enfermedades de origen hídrico.

Algunos de los tratamientos empleados en la reutilización de agua residual son: Tecnologías de membrana, microfiltración, ultrafiltración, nanofiltración, osmosis inversa, reactores secuenciales, sistemas físico-químicos y biorreactores de membrana entre otros. También se emplean algunas tecnologías para la desinfección del agua residual como la ozonización, la aplicación de dióxido de cloro y radiación ultravioleta.

La reutilización de aguas residuales urbanas es una práctica cada vez más extendida en países con problemas donde los recursos hídricos son escasos. Hoy en día, este tipo de aguas son consideradas como recursos hídricos alternativos que permiten un uso racional del agua. Estas prácticas son cada vez más aplicadas sobre todo en las zonas litorales donde las aguas depuradas son vertidas al mar.

Las aguas residuales

Las aguas residuales son aquellas que tienen composición variada provenientes de las descargas de usos municipales, industriales, comerciales, de servicios agrícolas, pecuarios, domésticos incluyendo fraccionamientos y en general de cualquier otro uso que hayan sufrido degradación en su calidad original (Bermeo, 2016).



Figura 3. Descarga de aguas residuales tratadas de industrias a cuerpos hídricos.

El tratamiento de aguas residuales, también conocido como proceso de depuración, es un sistema utilizado para remover contaminantes del agua. Eventualmente el agua usada se descontamina a través de medios naturales, pero eso requiere mucho tiempo, en una planta de tratamiento se acelera este proceso, así podemos reutilizar el agua en actividades diversas como la agricultura la industria y la recreación (Bermeo, 2016).

Para solucionar un problema de calidad de aguas residuales se aplican generalmente cinco etapas: Determinación de caudales, caracterización del agua residual cruda, aplicación de la norma técnica ambiental, y determinación de la carga contaminante, selección de los procesos de cada sistema, los parámetros de diseño y comparación de las alternativas propuestas, diseño, construcción y operación del sistema construido (Bermeo, 2016).

Los caudales medios de aguas residuales sean estas domésticas o industriales, fluviales, así como los derivados de las infiltraciones y las aportaciones incontroladas, constituyen una información muy importante antes de proyectar una red de alcantarillado y plantas de tratamiento (Vega 2012).

Las plantas de tratamiento de aguas residuales trabajan las aguas negras o residuales de fábricas, empresas, bodegas e incluso de grandes comunidades. Llevan a cabo procesos físicos, químicos y biológicos. Estos permiten la eliminación de los distintos agentes contaminantes que están presentes en el agua que es usada y desechada por las personas (Vega 2012).

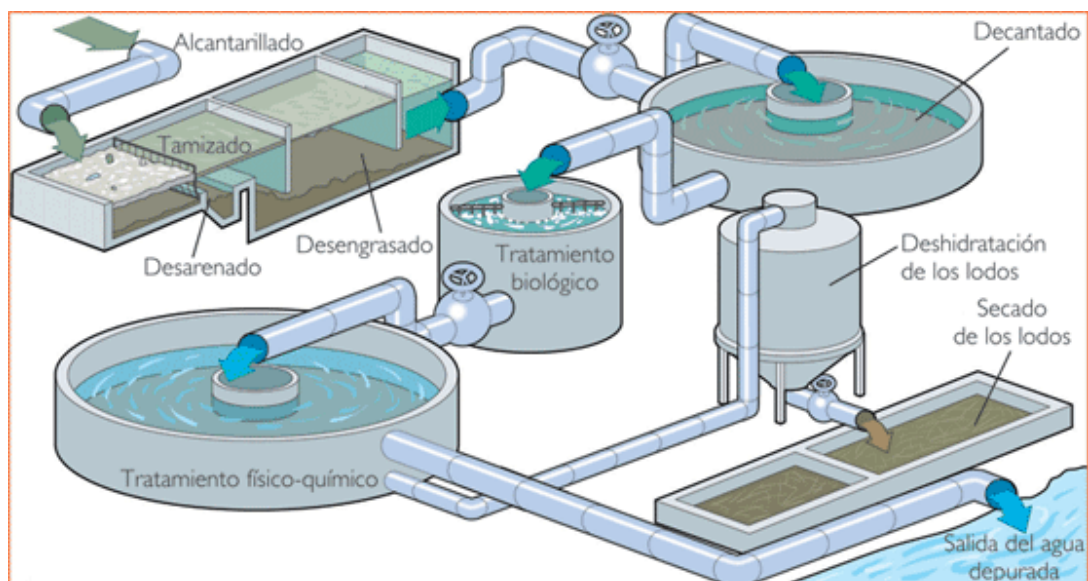


Figura 4. Esquema general de una planta de tratamiento de agua residual urbana.

El óptimo funcionamiento de la planta de tratamiento en cada una de sus etapas es fundamental para que el resultado final cumpla con los requerimientos puntualizados a nivel ambiental. El nivel de descontaminación del agua depende de la calidad en los métodos que se realicen en la planta. No olvidando que el objetivo principal del procedimiento es suministrar agua depurada a los afluentes naturales (Vega 2012).

¿Cómo se eliminan los contaminantes del agua?

Existen diferentes niveles de limpieza en los procesos de remoción de los principales contaminantes contenidos en las aguas residuales, la calidad del agua se mide a través de tres indicadores (INCyTU ,2019):

1. Demanda bioquímica de oxígeno (DBO), indicador de la materia orgánica que disminuye el oxígeno del agua.
2. Demanda química de oxígeno (DQO), que se utiliza como indicador de contaminantes de descargas no municipales, es decir provenientes de descargas industriales.
3. Sólidos suspendidos totales (SST), que provienen principalmente de las aguas residuales y la erosión del suelo.

En México los principales procesos de tratamiento de aguas residuales en los municipios se componen por lodos activados, lagunas de estabilización, lagunas

aireadas y filtros biológicos entre otros. Del total de las plantas en el país, 56 % son lodos activados y 11.6 lagunas de estabilización. Otros procesos comunes son las zanjas de oxidación de reactores anaerobios de flujo ascendente entre otros (INCyTU ,2019).



Figura 5. Diferentes procesos de tratamiento de aguas residuales en México.

No hay un modelo ni un manual único a seguir para la construcción por lo que las plantas de tratamiento son diseñadas de forma individual. Las fases generales del tratamiento son.

- **Pretratamiento.** Se retiran los componentes más grandes (rocas, papel, tronco etc.).
- **Tratamiento primario.** Se retiran los componentes más finos (arena, grava, limo, arcilla, etc.).
- **Tratamiento secundario.** Uso de lodos para convertir a los microorganismos en componentes fácilmente removibles.
- **Manejo de biosólidos.** Los lodos excedentes se dirigen por incineración, oxidación, o digestión aeróbica, se deshidratan y almacenan para su posterior manejo.
- **Desinfección.** Se inactivan bacterias, virus y cualquier patógeno para evitar daños a la salud de las personas.
- **Producto final.** El agua depurada se utiliza para fines agrícolas, ganaderos industriales en su mayoría y el resto se retorna al medio ambiente.

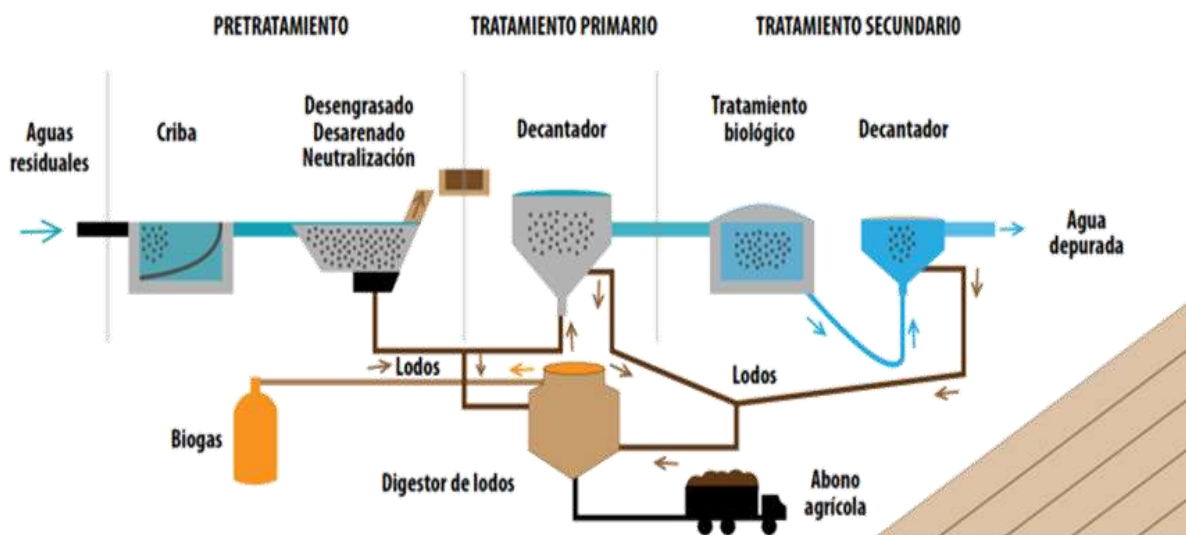


Figura 6. Descripción del funcionamiento de una planta de tratamiento de aguas residuales por fases.

Resultados

Un estudio realizado por CONAGUA en 2015, indica que el sistema de alcantarillado recolecta un total de 211 m³/s, es decir que al año se producen 7.21 miles de hectómetros cúbicos, una cantidad de agua que alcanzaría para llenar 2.8 millones de albercas olímpicas. Los principales problemas para el tratamiento de aguas residuales comienzan con la infraestructura para llevar las aguas residuales a las plantas de tratamiento, donde se presentan diversas dificultades (INCyTU ,2019).

- Las plantas de tratamiento no cuentan con capacidad física suficiente. En temporadas de lluvia hay desbordamientos, debido en parte a la falta infraestructura que separa el agua pluvial de las aguas residuales.
- La red de agua potable tiene muchas fugas y se pierde 40% del agua dentro de la red.
- La falta de sistemas de monitoreo impide conocer las metas clave para romper el ciclo de desabasto de agua en ciudades con gran demanda, como la ciudad de México.

El tratamiento de aguas residuales es un tema de preocupación en todo el mundo, varios países ya están implementando técnicas y estrategias para mejorar la calidad del agua, aumentar la eficiencia de sus procesos, disminuir los costos de procesamiento, con el objetivo de reutilizar las aguas residuales tratadas en

diferentes áreas del país, racionando el agua potable y mitigando el daño al medio ambiente obteniendo aguas tratadas con calidad para ser utilizadas en diversos sectores como el agrícola y el industrial.

En México, el saneamiento, agua potable y alcantarillado son responsabilidad de los gobiernos municipales, actualmente la cobertura del drenaje en el país es de 73%, con 2477 plantas de tratamiento. Sin embargo, solo el 57 % de las aguas municipales recolectadas en el sistema de drenaje son tratadas y existe un volumen indeterminado de aguas que no son colectadas debido a que se pierden en las redes de desagüe o son vertidas ilegalmente al medio ambiente (INCyTU ,2019).

Un problema grave es la inoperancia en el funcionamiento de las plantas y otro es que no se tiene regulación alguna sobre su tamaño, por lo cual existe una diversidad de tamaños y estructuras, aunque podrían clasificarse por la cantidad de agua que reciben. Por ejemplo, de las plantas pequeñas del país (aquellas que reciben menos de 100 litros por segundo), solo 25% funcionan de manera adecuada, esto se debe a combinación de tres causas principales: los costos de energía eléctrica para la operación, los costos asociados a los lodos o materiales especiales y, los costos generados por operar arriba de su capacidad (INCyTU ,2019).

Además, es importante considerar que, por factores económicos, culturales y políticos, existen grandes disparidades geográficas en el tratamiento de aguas en el país. De acuerdo con la Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), en los estados de Nuevo León y Aguas Calientes se trata más del 90% del caudal generado en dichos estados, mientras que en Yucatán, Campeche e Hidalgo se trata menos del 10%. Adicionalmente, México se encuentra en situación de sobre explotación de los mantos acuíferos, ya que estos se explotan y no se les da oportunidad de recargarse. En 2015 se registró que de los 653 acuíferos existentes 105 estaban sobreexplotados. Se estima que en México el consumo de agua por persona es de 280 litros al día y según Forbes en 2018 la Ciudad de México, donde actualmente solo se trata el 15% del agua, es una de las ciudades del mundo que podría quedarse sin agua en un futuro próximo.

Aun con todos los problemas mencionados anteriormente, en México, cada sexenio se establece un Programa Nacional Hídrico donde se fijan las principales metas en esta materia para el país. Además de brindar un panorama general de la situación actual en esta temática. De 2001 a 2006 se alcanzó un total de 31.6% de aguas residuales tratadas y para el año 2012, 47.6%, por lo que México quiere asegurar la disponibilidad y gestión sustentable del agua y el saneamiento para todos CONAGUA (2013).



Figura 7. Principales procesos de tratamiento de aguas residuales por caudal tratado en 2015.

Conclusiones

La reutilización de aguas residuales permite mitigar la escasez y gestionar mejor el recurso hídrico. Sin embargo, no constituye una solución única a la escasez del agua. Aunado a esto deben implementar modelos de gestión de los recursos hídricos, ya que, a pesar de los objetivos nacionales fijados por el gobierno, las metas no han sido alcanzadas y por lo tanto sus beneficios. Es necesario corregir los problemas de inoperancia existentes en las plantas de tratamiento municipales y mejorar su gestión, para garantizar la calidad e higiene que las normas internacionales y nacionales exigen en la totalidad de aguas del país, lo cual impactará positivamente en la gestión, uso racional del agua y reutilización del agua residual tratada, para garantizar la calidad e higiene que las normas internacionales y nacionales exigen en la totalidad de aguas del país, lo cual impactaría positivamente en la salud de la población y el cuidado del medio ambiente.

Referencias

- [1] Quiroz, Menéndez Izquierdo (2019), Tratamiento de agua y aguas residuales.
- [2] Berneo G (2016), Tratamiento de aguas residuales, Técnicas convencionales.
- [3] Vega (2012), Eficiencia en plantas de tratamiento de aguas residuales.
- [4] INCyTU (2019), Tratamiento de aguas residuales.
- [5] CONAGUA (2013), Manual de sistemas de tratamiento de aguas residuales.

De energía solar a energía eléctrica gracias a las celdas fotovoltaicas

Leonardo Sebastián Sánchez Fernández¹, Rafael González García²,
Víctor Emilio Rodríguez Medina³, Dra. María de Lourdes Albor Aguilera⁴,
Dr. Miguel Ángel González Trujillo⁵.
leonardosebastian19@gmail.com
vrodriguez1500@alumno.ipn.mx
rafaelgzgr@outlook.com

¿Se puede generar energía eléctrica con la energía del Sol?

Todos hemos escuchado hablar alguna vez de las celdas solares, pero tal vez no sepamos exactamente como es que funcionan, ¡no te preocupes!, hoy aprenderemos más de ellas. ¿Qué fenómeno de la naturaleza interviene? ¿Existen materiales con propiedades especiales que nos ayuden a este fin? ¿Qué orden deberían seguir estos materiales?



Estas son preguntas que todos nos podemos hacer, afortunadamente ya existen respuestas a todas ellas, si quieres conocerlas sigue leyendo.

El término energía solar se utiliza para definir a la energía obtenida a partir del aprovechamiento de la radiación electromagnética emitida por el sol, dicha energía puede ser utilizada para generar energía térmica o eléctrica, este tipo de energía pertenece a las energías renovables puesto que a escala humana se considera inagotable, sin embargo, no toda la energía solar puede ser aprovechada, solo aquella que corresponde a la luz visible como lo indica el espectro electromagnético [1].

Cuando la radiación solar es transformada en energía eléctrica mediante el uso de un dispositivo fotovoltaico esta es denominada “energía solar fotovoltaica”.

Un panel fotovoltaico, también llamado panel solar o celda solar, es el término utilizado para referirse a un conjunto de módulos, los cuales a su vez están constituidos por varias celdas, estas tienen la capacidad de transformar un

¹ Maestría en ciencias fisicomatemáticas 2do año

² Maestría en ciencias fisicomatemáticas 2do año

³ Licenciatura en física y matemáticas 4to semestre

⁴ Doctorado

⁵ Doctorado

determinado rango del espectro de radiación de la luz solar en energía eléctrica gracias al efecto fotovoltaico, es entonces posible definir una celda solar como un dispositivo diseñado para transformar la radiación solar en energía eléctrica, entregando una corriente continua.

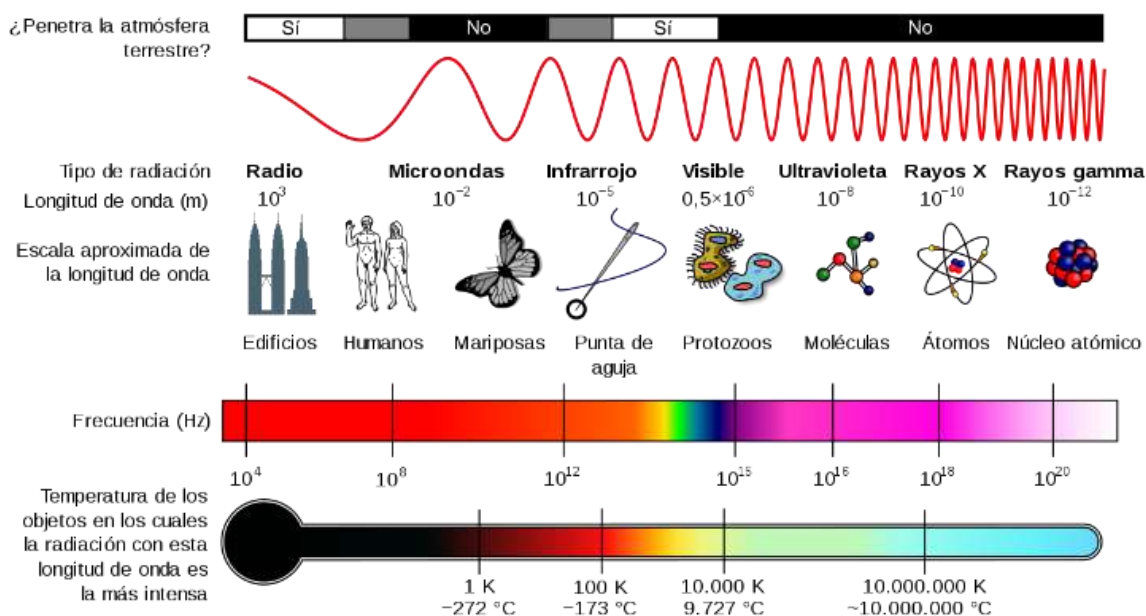
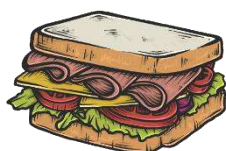


Figura 1 Espectro electromagnético [2]

¿Cuál es la estructura de una celda solar fotovoltaica?



Las celdas solares fotovoltaicas se hacen por capas, una forma de imaginarlo podría ser un sándwich, al prepararnos uno lo primero que hacemos es:

- Tomar una **rebanada de pan**, la cual, en nuestro caso es la cubierta exterior, cuya finalidad es facilitar la entrada de los rayos de luz, y por esta razón es comúnmente llamado material ventana
- **Verdura** (lechuga, jitomate, cebolla), que se compara con la capa absorbente, como su nombre lo dice, encapsula la energía del sol, esta capa también debe permitir el paso de la luz del sol.

- Posteriormente le podemos poner **jamón** (pollo, atún, etc.) la cual es una parte muy importante del sándwich, es el ingrediente principal, esta capa es ocupada por la celda fotovoltaica
- Finalmente, es necesaria **otra rebanada de pan**, la cual se llama contacto posterior y tiene la función de extraer la energía eléctrica generada.

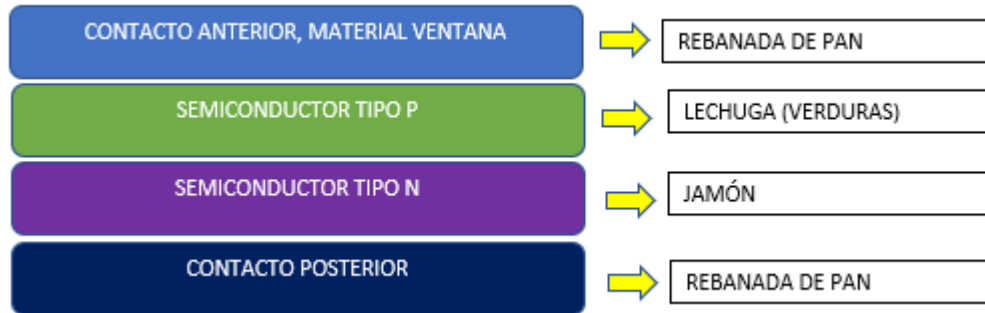


Figura 2 Estructura básica de una celda solar fotovoltaica.

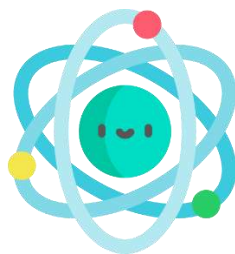
Construir una celda solar es algo similar, necesitamos una serie de ingredientes específicos y también ponerlos en un orden determinado, al igual que nosotros hacemos un sándwich con el propósito de nutrinos y tener energía, la celda solar sigue la misma idea, pero en lugar de alimentarnos a nosotros permite alimentar a los dispositivos que usamos en casa a diario como lo son la televisión, el refrigerador, la licuadora, etc.

¿De qué materiales están hechas las celdas solares?

Las celdas solares están conformadas principalmente por materiales llamados **semiconductores**.

Todos lo que nos rodea, incluyéndonos a nosotros está formado por partes muy pequeñas llamadas **átomos**.

A su vez los átomos están formados por partes más pequeñas que se diferencian por su peso y algo llamado carga eléctrica, esta carga puede ser neutra (neutrón), positiva (protón) o negativa (electrón) y son los electrones los responsables de lo que llamamos energía eléctrica.



La energía eléctrica es creada cuando estos electrones se mueven de un átomo a otro creando un flujo continuo parecido al de una corriente de agua.

Cuando un material permite que los electrones se muevan a través de él, es llamado **conductor**, y cuando no lo permite es llamada **aislante**.

Normalmente en la naturaleza los materiales tienen el mismo número de cargas positivas que de cargas negativas por lo que son llamados neutros.

Los semiconductores son materiales que tiene propiedades tanto de aislantes (no conducen electricidad) como de conductores (conducen electricidad), y esta característica es por lo que nos es útil para las celdas solares.

Existen dos tipos de semiconductores, los semiconductores de tipo p son aquellos a los que les falta uno o varios electrones y por lo tanto son positivos, los semiconductores de tipo n son aquellos que tienen exceso de electrones y por lo tanto son negativos.

¿Cómo funciona una celda solar?

El efecto fotovoltaico

La luz se compone de infinidad de partículas muy pequeñas, sin masa, pero con energía, denominadas “fotones”.

El efecto fotovoltaico es el fenómeno por el cual una celda solar convierte la luz solar en electricidad. Los fotones de la luz solar al incidir sobre un dispositivo fotovoltaico pueden ser absorbidos, reflejados o pasar a través de él.

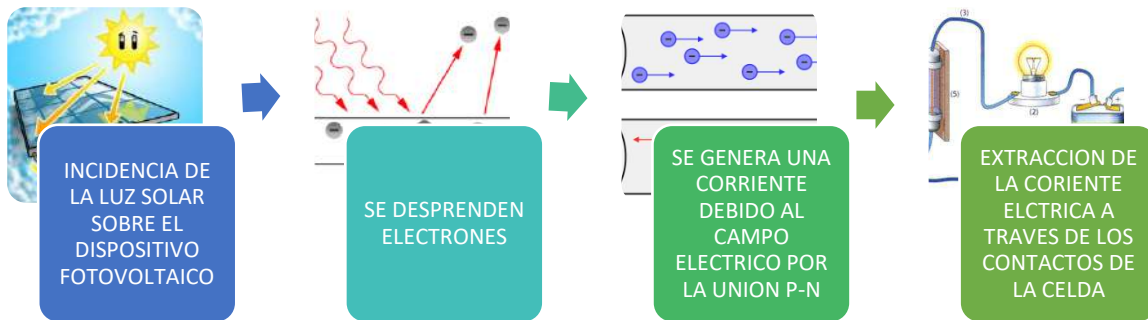
Si un fotón es absorbido, su energía se transmite a un electrón de un átomo de la celda. Debido a la energía transferida el electrón puede escapar de la posición correspondiente en el átomo y formar parte de una corriente eléctrica.

Cuando estos fotones llegan al material por medio de la luz, al incidir sobre un electrón del átomo del metal, si el fotón tiene suficiente energía, esta energía se le cede al electrón y lo libera de su última capa, es decir lo libera de la atracción del átomo, quedando libre por el metal o expulsándolo fuera de él.

Recapitulando

Para hacer una celda fotovoltaica necesitamos de dos capas de semiconductores especialmente tratados (dopadas) para formar un material tipo n (con exceso de electrones) y un material tipo p (con exceso de huecos) y así formar un campo eléctrico positivo en una parte y negativo en otra. Al incidir luz solar en la celda los electrones se liberan y pueden ser atrapados por el campo eléctrico anteriormente descrito, formando una corriente eléctrica. Por esta razón las celdas fotovoltaicas se fabrican con estos materiales ya que actúan como aislantes a bajas temperaturas y como conductores cuando la temperatura aumenta [3].

En términos muy generales la celda solar sigue el siguiente proceso para transformar la energía solar en energía eléctrica.



¿Entonces es posible transformar la energía solar en energía eléctrica?

¡Claro que se puede!

La respuesta es sí, existen dispositivos fotovoltaicos que se encargan de convertir la energía proveniente del sol a energía eléctrica, todos los conocemos como celdas solares, existen de muchos tipos y se pueden clasificar de varias formas, pero todas con el mismo propósito, brindarnos energía eléctrica de una fuente que se puede considerar inagotable, ya que el tiempo que se estima vivirá nuestro sol es tan grande que es difícil siquiera imaginar un número tan grande de años (poner el tiempo estimado de vida de nuestro sol).

El desarrollo y mejoramiento de las celdas solares es de suma importancia, ya que nos encontramos en un momento crucial de la historia de la humanidad, en donde hemos consumido una gran cantidad de residuos fósiles generando contaminación que afecta a cada rincón de nuestro planeta, las celdas solares son una gran opción para sustituir estos combustibles y avanzar como una sociedad sustentable y con conciencia sobre nuestro medio ambiente.

Gobiernos, centros de investigación, universidades y científicos alrededor del mundo incluidos México, el IPN y en particular la ESFM, siguen trabajando en mejorar la eficiencia, reducir costos de producción y encontrar métodos para hacer cada vez más limpia la producción de celdas solares. Como sociedad debemos fomentar y en la medida de lo posible tratar de contribuir a un país más limpio en todos los sentidos y juntos podremos reducir los cambios que está teniendo el planeta debido a la actividad humana.

Referencias

[1] Tetsuo Soga, Chapter 1 - Fundamentals of Solar Cell, Editor(s): Tetsuo Soga, Nanostructured Materials for Solar Energy Conversion, Elsevier, 2006, Pages 3-43, ISBN 9780444528445, <https://doi.org/10.1016/B978-044452844-5/50002-0>.

[2] Valenzuela, David. Espectro Electromagnético. Fisic. Pontificia Universidad Católica de Valparaíso.

[3] Morales A. La energía que viene del Sol: una fuente de energía limpia. Primera. 2003.

Agujeros negros, una realidad desconocida.

Quauhtémoc Mota Espinosa¹, José Didino García Aguilar²
quauhtemoc15@gmail.com

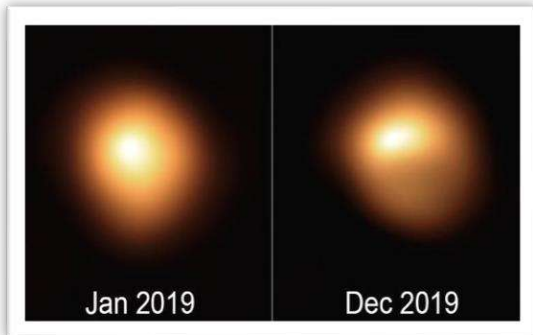
Agujeros negros, ¿Qué tanto sabemos realmente?

Los agujeros negros, se vuelven cada vez más comunes en los distintos temas de divulgación que se manejan en la literatura, pero, la mayor parte de lo que se dice acerca de ellos, son afirmaciones sin un sustento físico o matemático que las respalde. La ciencia es la manera fiable de aprender más de ellos, y comprobar si efectivamente son lo que se nos ha dicho, o terminamos por desmentir una especulación.



Una de las tantas concepciones artísticas de los agujeros negros. ¿Son así realmente? Tomado de <https://invdes.com.mx/ciencia-ms/los-cinco-datos-mas-extranos-los-agujeros-negros/>

¿Cómo se forma un agujero negro?



Betelgeuse, una supergigante roja que crecerá hasta ser una supernova de tipo II. Tomado de <https://www.agenciasinc.es/Noticias/El-brillo-y-la-forma-de-la-estrella-Betelgeuse-estan-cambiando>

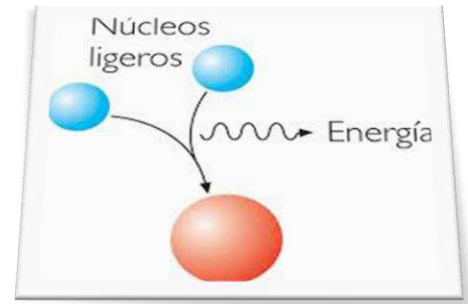
En el universo, existen diversas clases de estrellas, las cuales observamos como diminutos puntos blancos que invaden el cielo nocturno. Como nosotros mismos tampoco existen estrellas iguales y por supuesto, difieren en un vasto rango de características, pero la que sin duda es una de las más importantes es su tamaño. Al igual que los seres vivos, estos enormes cuerpos astronómicos tienen una vida media y después mueren. Su forma de morir viene definida por su tamaño debido a que las estrellas más grandes y colosales

morirán de una forma muy peculiar y violenta que dará paso a uno de los fenómenos más misteriosos con los que la astronomía se ha enfrentado: los agujeros negros.

¹ Estudiante de Licenciatura ESFM-IPN

² Docente del CECyT 16-IPN

Una supernova es un objeto estelar que como mínimo es ocho veces más masiva que el Sol y como en toda estrella, su combustible el hidrógeno se funde en el horno termonuclear presente en el núcleo de está produciendo una enorme cantidad de calor, energía y presión, todo esto en el proceso en que cuatro núcleos de hidrógeno se fusionan para conformar uno de helio. Un cuerpo tan masivo como una supernova tiende a colapsar sobre sí misma debido a la fuerza de gravedad gracias a la enorme densidad que posee, pero esta fuerza se equilibra gracias a la presión que ejerce el núcleo hacia afuera cuando fusiona hidrógeno en helio. Sin embargo, este equilibrio no se prolongará indefinidamente puesto que al igual que todos los combustibles, el hidrógeno se agota. Es en ese momento cuando el periodo de la muerte de la supernova inicia, ya que el núcleo no podrá seguir ejerciendo presión hacia afuera y por lo tanto cede ante la perenne fuerza de gravedad, y la estrella reduce su tamaño.



La fusión nuclear es un proceso en extremo energético, a ella le debemos los átomos que nos conforman.

Tomado de <http://elfisicoloco.blogspot.com/2013/03/fusion-nuclear.html>

Por otra parte, un conjunto de ciclos tiene lugar una vez que el núcleo se encoge porque el calor liberado es suficiente para comenzar a fusionar helio en carbono, posteriormente carbono en oxígeno, oxígeno en silicio, y finalmente silicio en hierro, el elemento de la tabla periódica que tiene el núcleo más estable. En cada ciclo de fusión, los elementos del ciclo anterior vuelven a fusionarse, liberando cada vez menos energía. Así que, al llegar a la etapa en que se produce el hierro, el proceso ya no libera energía, sino que la absorbe, acción que da lugar a la siguiente fase de la muerte de la supernova.



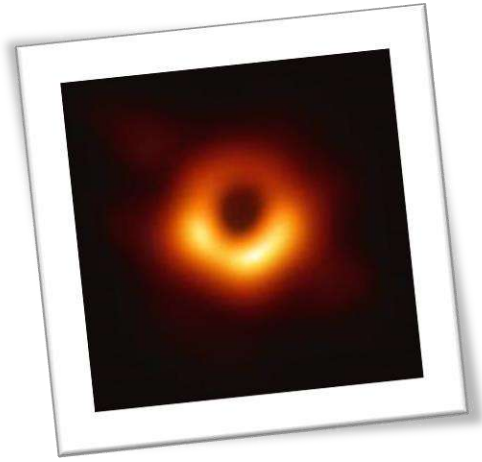
Las nebulosas, prueba inminente del colapso de núcleo de una supernova. Tomado de <https://concepto.de/wp-content/uploads/2019/10/nebulosa-helice-planetaria-e1570990009526.jpg>

El núcleo comienza a crecer de nuevo y debido a ello, la fuerza de gravedad se impone ante la presión que este genera. Una vez que éste alcanza 1.4 masas solares se hace presente el denominado “Limite de Chandrasekhar”, lo que conduce a que la estrella se colapsa sobre sí misma en una dramática explosión denominada “colapso de núcleo de una supernova”.

El núcleo colapsa en milisegundos, y la materia que cae sobre el (a velocidades de casi un cuarto la velocidad de la luz) hace que la temperatura en su interior aumente hasta aproximadamente 100,000 millones de grados Kelvin. Si una supernova tiene

entre 10 y 25 veces la masa del Sol, el colapso crea en su centro un nuevo tipo de objeto: una estrella de neutrones. Si bien, es cierto que una estrella con tan solo 8 veces la masa del Sol también terminará en una estrella de neutrones, su final resulta ser irrelevante para nuestra causa.

La elevada densidad del núcleo en colapso provoca que los electrones y protones comiencen a fusionarse, generando dos nuevas clases de partículas: neutrones y neutrinos; la carga negativa de un electrón se anula con la carga positiva de un protón y se unen para dar lugar a un neutrón y un neutrino. Dejan de existir núcleos individuales, que desaparecen en una masa que los físicos y astrónomos llaman “materia degenerada de neutrones”, que posee una propiedad especial llamada “presión de degeneración de neutrones”.



Primera fotografía real de un agujero negro, tomada por el Event Horizon Telescope. Tomado de <http://ciencia.unam.mx/leer/854/la-primera-imagen-de-un-hoyo-negro-real>

La materia degenerada de neutrones es el embrión de la estrella de neutrones que se forma. El caso de nuestro interés será cuando ese embrión de estrella de neutrones acumule unas tres veces la masa del Sol, (lo que sucede si la estrella inicial, denominada progenitora, supera unas 25 veces la masa del Sol), la gravedad se impone sobre la presión de degeneración de neutrones, y sucede lo que tanto hemos esperado, se forma un agujero negro.

¿Qué es un agujero negro?

Ya sabemos todo lo que tiene que ocurrir para que se forme un agujero negro, pero en esencia ¿qué son?

En la imaginación popular, la idea de agujero negro es un monstruo cósmico que engulle toda la materia a su paso, siendo verdaderos devoradores de estrellas; pero, la idea de que un agujero negro simplemente engulle todo lo que hay a su alrededor es completamente equivocada. Existe evidencia de que objetos de todo tipo, principalmente estrellas, pueden rotar con enorme estabilidad alrededor de ellos, incluso si se trata de uno supermasivo. Incluso galaxias como la nuestra tienen agujeros negros en sus centros, y todos los sistemas solares y estrellas giran alrededor de él, de no ser así, nuestra galaxia ya hubiera sido devorada.

Un agujero negro no posee superficie, sino que tiene lo que los astrónomos llaman “horizonte de sucesos”, la frontera definitiva del punto de no retorno, es decir, después de que cualquier clase de materia u onda cruce el horizonte de sucesos,

no podrá salir dado que la atracción gravitacional del agujero en ese punto es enorme; ni siquiera la radiación electromagnética (luz) puede escapar.

Una analogía que bien puede simular el efecto del pozo gravitacional de objetos tan masivos es cuando se estira una malla de tela y en el centro, se coloca una piedra, haciendo que esta se curve formando una clase de embudo. Mientras mas pesada sea la roca, mayor será el embudo, en otras palabras, mayor deformación del espacio-tiempo por la gravedad. En el centro del horizonte de sucesos, existe un punto fijo de volumen nulo y densidad infinita, que los físicos denominan singularidad; que, aunque es la solución matemática a las ecuaciones de Einstein, no es nada que aún podamos entender; no existen leyes físicas aún para describir las singularidades.

Es una pregunta muy común, el que algunas personas se cuestionen que pasaría si por alguna “casualidad”, cayeran dentro de un agujero negro. Hemos dicho antes, que nada, absolutamente puede escapar una vez alcanzado el horizonte de sucesos, por lo que la desafortunada persona no podría emitir ninguna clase de señal hacia el exterior. Pero, sucede algo curioso, esa persona jamás habría sabido que atravesó el horizonte de sucesos de un agujero negro, nada cambia de manera abrupta, el reloj no se detiene (a pesar de la física relativista), tampoco se acelera o se ralentiza. Sin embargo, para un observador, la situación sería totalmente distinta. Cuando una onda electromagnética, se aproxima a un agujero negro, deberá invertir parte de su energía en alejarse, por lo que se vuelve menos energética, su frecuencia baja, su longitud de onda se hace más amplia y sufre un corrimiento hacia el rojo, causado por la gravedad, en donde se encuentran las frecuencias más bajas.

Regresando con el espectador, lo que vería no sería a quién está dentro realmente, sus ojos percibirían imágenes de la persona emitidas por la luz de su propio cuerpo que aún logra escapar. Al aproximarse al horizonte de sucesos, la luz de su cuerpo debería invertir cada vez más energía para escapar, por lo que el observador, vería a su desafortunado amigo tornarse de color rojo, y a su vez, las imágenes que aún logra captar, sus movimientos, todo parecería ser más lento, debido a que la luz tarda más en llegar a sus ojos. Finalmente, el observador vería como gradualmente va desapareciendo. En términos de quien está dentro, una vez que cruzó el horizonte de sucesos, aún podría seguir viendo hacia afuera. La luz que se aproxima desde afuera hacia el horizonte de sucesos tendrá un corrimiento cada vez más hacia el azul (ondas muy energéticas), y el universo que la persona pueda observar será precisamente uno que tenga un corrimiento hacia el azul. No obstante, al caer a gran velocidad, el mundo exterior se alejaría, y al mismo tiempo, sufriría un corrimiento hacia el rojo, entonces surge la pregunta ¿prevalece el rojo o el azul? La respuesta es que ambos se anulan aproximadamente para alguien en caída libre,

pero, con respecto al exterior, parece desplazarse hacia el azul en direcciones horizontales, y hacia el rojo en direcciones verticales.

Cuando se entra a un agujero negro, la diferencia entre gravedades de nuestras extremidades (la cabeza y los pies), terminaría por destrozarnos, un fenómeno conocido como espaguetificación, y significa que nuestros cuerpos se estirarían más allá de lo imaginable. Una vez cruzado el horizonte de sucesos, los pedazos de nuestro cuerpo tardarían aproximadamente .00001 segundos al llegar a la singularidad.

Indagar para afirmar.

La ciencia es el medio que tiene el ser humano para poder explicar lo que sucede a su alrededor. Podemos conocer el mundo donde vivimos, si conocemos el universo y de ahí la importancia de tratar de comprenderlo. Los agujeros negros tienen su relevancia en la singularidad y es por ello por lo que muchos físicos apuestan a la búsqueda de respuestas justo ahí, respuestas acerca de la formación misma del universo. Es cierto que aún no existe física para abordar las singularidades, pero en poco tiempo se tendrán los avances suficientes para estudiarlas y ya no solo matemáticamente.

Posiblemente el lector haya quedado abrumado por la cantidad de dudas que surgieron al leer este texto y son las dudas las que permiten el avance de nuestro mundo científico. Las verdades universales requieren de indagación y pensamiento, y por supuesto, de curiosidad, ya no es la época del hombre, en donde la respuesta eran los mitos y especulaciones.

Referencias:

<https://invdes.com.mx/ciencia-ms/los-cinco-datos-mas-extranos-los-agujeros-negros/>

<https://www.agenciasinc.es/Noticias/El-brillo-y-la-forma-de-la-estrella-Betelgeuse-estan-cambiando>

<http://elfisicoloco.blogspot.com/2013/03/fusion-nuclear.html>

<https://concepto.de/wp-content/uploads/2019/10/nebulosa-helice-planetaria-e1570990009526.jpg>

<http://ciencia.unam.mx/leer/854/la-primera-imagen-de-un-hoyo-negro-real>

Lewin, W. (2013). Catástrofes cósmicas, estrellas de neutrones y agujeros negros. En Por amor a la física. (pp.215-231). Estados Unidos: DEBATE.

Moda y química

Patricia González Jiménez¹
piscisrojo17@gmail.com

¿Sabes qué relación hay entre la moda y la química?

La química ha estado presente desde los principios de la humanidad en los diferentes procesos mediante los cuales se han elaborado las prendas para vestir, pues, aunque no se conocía, las formas en las que se obtenían las fibras para la fabricación de ropa que cubriera a los primeros pobladores del mundo eran sometidas a reacciones químicas para darles: forma, textura, color, etc.

Para que te des una idea

En el pasado se empleaban pigmentos naturales para dar color a las telas; las cuales se obtenían, ya fuera de las plantas o de los animales, por ejemplo:



De origen vegetal: abacá o cáñamo de manila, algodón, bonote o fibra de cascara de coco, lino, ramio u ortiga blanca, sisal o agave sisalana perrine, yute, capoc o algodón de seda obtenido de la ceiba pentandra, ramina o hierba china.

De origen animal: alpaca, angora proviene del conejo de angora, cachemira proviene de la cabra kasmir nativa del himalaya, lana de oveja, mohair es el pelo de la cabra angora oriunda del Tíbet, pelo de camello, seda producida por el gusano de seda.

Ahora vamos a ver como estas fibras en combinación con algunas sustancias dan origen a la tela teñida. Observa las siguientes tablas.

Para obtener la tela, las fibras pasan por diferentes procesos de hilado, una vez terminados, pasará al proceso de tintura, blanqueamiento en este proceso se deja sumergido a la tela en químicos salinos; el agua, el recurso más importante que emplean debe tener la menor cantidad posible de cal, magnesio, hierro e impurezas orgánicas, lo que hace que el agua pase por un sistema de limpieza.

¹ 6º semestre de bachillerato

Pigmentos naturales para teñir fibras.

Sustancia	Color
Cochinilla grana	Rojo
Orina de vaca	Amarillo indio
Insecto, laca	Rojo, violeta
Cañadilla (murex brandaris)	Púrpura
Pulpo sepida	Marrón sepia

Minerales como pigmento. (algunos son tóxicos)

Mineral	Color
Arsénico	Verde
Arcilla	Ámbar
Cadmio	Rojo, verde, amarillo, naranja
Carbón	Negro
Cromo	Amarillo, verde
Cinabrio	Bermellón
Cobalto	Azul
Cobre	Verde azul, púrpura
Óxido de hierro	Ocre
Plomo	Blanco, amarillo, rojo
Limonita	Siena
Titanio	Blanco, beige, amarillo, negro
Zinc	Blanco

¿Qué es un mordiente?

El mordiente es la sustancia que se usa en tintorería para fijar los colores, su función es facilitar la fijación de los pigmentos en las telas y productos textiles. Algunos de ellos son: alumbre potásico, hierro o sulfato ferroso, cobre, estaño, sal, vinagre y bicarbonato de sodio.



Los procesos anteriormente mencionados son parte de los métodos tradicionales o artesanales que se usaron y se siguen usando para la elaboración de las prendas de vestir, e incluso están retomando mayor uso en la actualidad; ya que se pretende que el mundo de la moda, en especial la industria textil sea autosustentable y amigable con el medio ambiente.

En la actualidad la fabricación de ropa genera un gran impacto ambiental, ya que debido al uso excesivo de sustancias químicas se generan grandes cantidades de contaminantes; el recurso más empleado es el agua y a su vez es también el más contaminado.

Respuesta a la pregunta

Ahora ya sabemos cuánto tiene que ver la química con la moda; cada que compres ropa nueva, recuerda que estás usando un producto en el cual se empleó la química para su elaboración.

Referencias

https://fido.palermo.edu/servicios_dyc/blog/alumnos/trabajos/8910_8397.pdf

<https://gabrielfariasiribarren.com/fibras-textiles-naturales/>

<https://tintesnaturales.org/mordientes/>

La tensegridad en la vida diaria

André Paolo Beverido Gómez
andrebeverido.phycisist@gmail.com

¿Te has preguntado cómo funcionan los puentes colgantes?

Si alguna vez te has preguntado ¿cómo funcionan los puentes colgantes? (ver Figura 1) los cuales parecieran que “flotasen” solo sostenidos de un sistema de cables o si has visto estructuras que solo cuentan con un techo y un piso con el mismo sistema que las hace parecer mágicas, entonces este artículo es para ti.

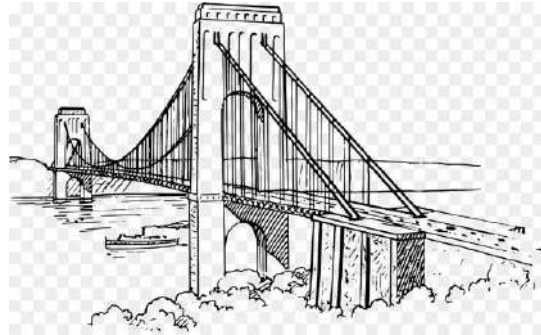


Fig. 1. Puente colgante de Brooklyn

En el presente trabajo se expondrá el concepto de tensegridad, propiedad con la cual se pueden construir estructuras a base de tensiones y puntos específicos en estas, se verán sus aplicaciones y la física aplicada a esta.

¿Qué es la tensegridad?

La tensegridad es una propiedad que permite generar estructuras rígidas y estables a partir del equilibrio estático llevado a partir de la unión de puntos en la estructura que se “quieren unir” y entes (por lo general cables) tensados que los “quieren separar” a estos puntos (ver Figura 2), más formalmente se define como:

“Una tensegridad es un conjunto ordenado finito de puntos en un espacio euclídeo, con una determinada configuración, de los cuales ciertos pares de esos puntos, llamados cables, están obligados a no separarse, y el resto de pares de esos puntos, llamados barras, están obligados a no unirse”



Fig. 2. Estructura con tensegridad aplicada

¿Cuáles son algunas de las aplicaciones de la tensegridad?

Recordemos que, para construir estructuras rígidas, en su mayoría se utilizan elementos rígidos y pesados unidos mediante alguna técnica, por lo general estos elementos son muy pesados y para la constitución de la unión de estos se deben realizar cálculos estructurales para ver la eficiencia y seguridad de la estructura ya que dependiendo del peso y geometría de estos, se generan esfuerzos (ver Figura 3) entre los unos y los otros en la estructura, este análisis físico es muy duro, es necesaria ciencia de materiales y un análisis estructural (conllevado en su mayoría por el análisis de módulos de Young, de Cortadura, volumétrico y el análisis de las condiciones de equilibrio).

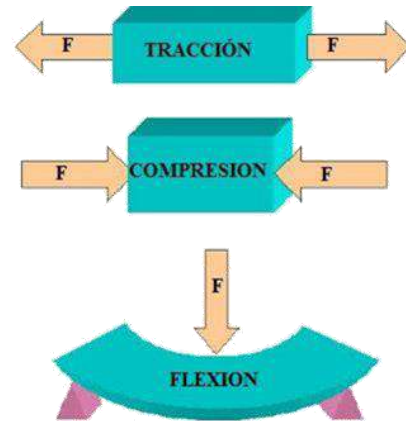


Fig. 3. Tipos de esfuerzos en una estructura

La tensegridad permite optimizar la situación anterior, si bien, los cálculos siguen siendo duros, el problema del peso se optimiza por medio de la conexión de tensiones mediante tracciones y compresiones (ver Figura 4) formando un todo integral, una estructura dotada de rigidez y estabilidad, evitando así el coste de material.

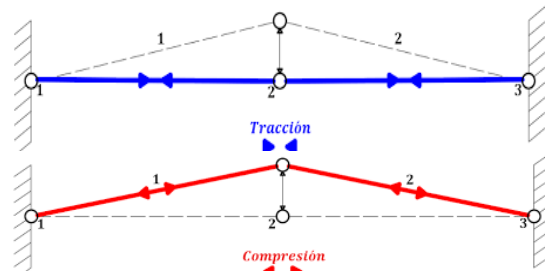


Fig. 4. Tracción y compresión por medio de tensiones



Fig.5. Silla estructurada mediante tensegridad

Lo anterior es el secreto de cómo funcionan los dichosos puentes colgantes, mediante una estructura con tensegridad se logran conexiones tensas que “hacen flotar” al puente, pero esto no se queda solo a grande escala, uno es capaz de generar una estructura con tensegridad, sea una silla o una mesa (ver Figura 5).

Curiosidades y recuento

El concepto de tensegridad es proveniente del inglés - tensegrity- acuñado como contracción de “tensional integrity” (Integridad tensada), la primera estructura con tensegridad se tituló “X-column” (ver Figura 6) y no lleva más de 100 años esta clase de estructuras, considerándose una solución innovadora a problemas estructurales y abierta al análisis para los físico-matemáticos.

La moraleja de esto es que esta clase de puentes o estructuras no son “mágicas”, funcionan bajo principios físicos importantes.



Fig.6 X-column

Es una propiedad que permite innovar estructuras y volver más eficientes estas, esta clase de estructuras cumplen una propiedad muy curiosa, si se le aplica un esfuerzo externo que no sobre esfuerce está, pero si modifique su geometría, al retirar el esfuerzo, las estructuras de tensegridad retoman su geometría original, queda como un reto abierto generar alguna de estructura de esta clase y hacer un análisis de esta para científicos.

Referencias

Tang R. (2018) Tensegridad y Arquitectura (Tesis de Maestría). Universidad Politécnica de Madrid, España.

Blanco P. (2010) Pretensado de Columnas Tensegrity para el incremento de Rigidez Axil (Tesis de Maestría). Universidad Politécnica de Catalunya, España.

Ochoa L. & Orellana P. (2016) Tensegridad como sistema estructural alternativo aplicado a cubiertas (tesis de licenciatura). Universidad de Cuenca, Ecuador.

Soley G. (2012) Puentes de Fortuna (tesina) Universidad Politécnica de Catalunya, España

Origami en el espacio

Villanueva Marmolejo Angel Yael¹.
avillanuevam1601@alumno.ipn.mx

La papiroflexia, conocida a nivel internacional como “*Origami*” es un antiguo arte de origen japonés que consiste en el plegado de papel sin usar tijeras o pegamento alguno, permitiéndonos obtener muy diversas figuras. Se podría pensar que se trata simplemente de un entretenimiento, sin embargo, esto no podría estar más lejos de la realidad. Sin duda, es en esencia de carácter creativo y artístico, pero estas mismas características revelan el enorme potencial que tiene en innovaciones tecnológicas que, acompañado de las matemáticas, se ha convertido en una importante herramienta de investigación que está produciendo avances increíbles.

¿Qué relación tiene el origami con el espacio?

En este artículo, abordaré particularmente a la industria aeroespacial, que está muy interesada en estudiar los posibles usos de la papiroflexia en su sector. Pues el origami, podría aportar soluciones para un problema recurrente, ¿cómo optimizar el espacio de las naves durante un lanzamiento?

Actualmente existen diversos proyectos de la NASA con el objetivo de reducir hasta diez veces el tamaño de los paneles solares. La idea es utilizar los principios del origami, en los paneles para ser desplegados una vez en el espacio. Reduciéndose así costos y riesgos de daños. La Misión de los Nuevos Mundos de la NASA es un proyecto propuesto que comprende un gran ocular volando en formación diseñado para bloquear la luz de las estrellas cercanas con el fin de observar sus exoplanetas en órbita. Ello llevó al desarrollo de la Starshade.



Fig.1. Despliegue de la Starshade.

Cuando se despliega, la Starshade con forma de girasol es aproximadamente del tamaño de un diamante de béisbol. Eso es demasiado grande para caber en un cohete, por lo que la NASA ha desarrollado una forma de doblarlo, como lo haría con un origami, para su lanzamiento.

¹ Estudiante de la Escuela Superior de Física y Matemáticas del Instituto Politécnico Nacional

Conclusiones

En base a lo expuesto, considero de gran importancia valorar el potencial del origami en el desarrollo e innovación de múltiples campos en la ciencia e ingeniería, y no percibirlo únicamente como una actividad lúdica. Despertar el interés de las personas, impulsará en gran medida el desarrollo de nuevos y mejores diseños que se verán reflejados en aplicaciones prácticas.

Las aplicaciones, por mencionar algunas, son: diseño de muebles, edificios, puentes, carpas, escudos antibalas y compactación de satélites, telescopios, por parte de la industria aeroespacial, etc.

Referencias

<https://galahadstudio.com/origami-diseno-y-tecnologia/#:~:text=Ciencia%20y%20arte%20en%20uno,%C3%A1ngulos%2C%20pol%C3%ADgonos%20y%20figuras%20tridimensionales.>

<https://noticiasdelaciencia.com/art/40538/origami-para-facilitar-los-viajes-espaciales>

<https://es.linkedin.com/pulse/innovaci%C3%B3n-lo-que-me-ense%C3%B1a-la-combinaci%C3%B3n-de-origami-felicita>

<https://www.jpl.nasa.gov/edu/learn/project/space-origami-make-your-own-starshade/>

<https://www.europapress.es/ciencia/misiones-espaciales/noticia-origami-inspira-nasa-afrontar-desafio-matematico-20170925140328.html>

Principio físico del láser; haciendo música con la luz

Ysmael Miranda Pablo¹, María Magdalena Méndez González²
mirandaysmaelgmail@gmail.com

La luz en pequeños paquetes

Diariamente utilizamos aparatos electrónicos que usan luz láser para funcionar o que se usa el láser para fabricarlos, tales como celulares, computadoras, tarjetas e incluso el mismo transporte que nos mueve. Sin ser físicos expertos, entendamos pues un poco más sobre el láser y qué lo hace en cierta manera, tan importante para el desarrollo.

Empecemos por ver quién dio las primeras ideas del láser, me refiero al reconocido Albert Einstein. Hablar de Einstein, es hablar de la teoría de la relatividad general, de uno de los pesarosos contribuyentes al desarrollo de la bomba nuclear y de, probablemente, la ecuación más famosa del mundo. Pero más que eso, es hablar también de uno de los más grandes avances en la comprensión de una de las cuatro fuerzas fundamentales de la naturaleza; la fuerza electromagnética, en específico del fenómeno fotoeléctrico, y la introducción del concepto de los fotones en la de la física moderna, o como se les llamó en su momento “cuantos de energía”.

Se había observado que cuando la luz incidía sobre ciertos materiales, los electrones de los átomos de dicho material se desprendían y se movían a lo largo del cuerpo del objeto, se presentaba una corriente eléctrica en dicho material. De acuerdo con la idea de que la luz incidente se compone de cuantos, con energía, la expulsión de los rayos por luz se puede entender de la siguiente manera. Los cuantos de energía penetran en la capa superficial del cuerpo y su energía se convierte, al menos en parte, en energía cinética de electrones (corriente eléctrica) [1]. A partir de estas observaciones, Einstein define el concepto de emisión estimulada, principio básico del funcionamiento del láser, el cual desarrollaremos más adelante.

Las notas de la luz

Nos pasa que una canción se nos queda en la cabeza, y todo el día la estamos cantando, tarareando o silbando, o que una canción nos gusta porque nos trae recuerdos. Así como en melodía de una canción participan varios instrumentos musicales, en la luz que vemos, varias fuentes contribuyen a la emisión de un gran espectro de ondas electromagnéticas.



Fig.1. Un violín instrumento musical

Eso es la luz, son ondas electromagnéticas que viajan por el espacio, y como el nombre lo indica, son perturbaciones de campos eléctricos y magnéticos. Así como el sonido se origina por la vibración de, digamos la cuerda de una guitarra, la luz y las ondas electromagnéticas en general, perturbaciones de un campo eléctrico y un campo magnético.

Complicado de visualizar, pero imaginemos un lago quieto, donde la superficie está demasiado quieta, arrojamos una piedra y ésta crea ondas que llegan a nosotros, si sólo nos guiáramos por el movimiento del agua mientras estamos dentro del agua, podríamos sentir en la piel de dónde provienen las ondas y con eso, imaginar hacia donde fue arrojada la piedra. Pero no todos los sonidos son iguales, y no toda la luz es la misma. Mientras una flauta suena chillona, un contrabajo suena hondo, o el agudo de un violín y el grave de un contrabajo. A esa variedad de sonidos, en las ondas electromagnéticas se les denomina espectro. Una vibración más rápida se manifiesta como una onda con más energía y viceversa. La relación entre la frecuencia con la que se repite un ciclo y la velocidad con la que se mueve la onda está dada por:

$$\text{Velocidad de la luz constante} = (\text{Longitud de onda}) \times (\text{Frecuencia})$$

La luz visible es apenas una pequeñísima parte del espectro de ondas electromagnéticas. Como se muestra en la Figura 2, el radio es una onda con gran longitud de onda o baja energía, y los rayos x, son ondas con longitud de onda pequeña o alta energía. Interesante realmente, que la luz, el radio y los rayos x, sean una manifestación física similar y sólo la energía es lo que los hace comportar diferente.

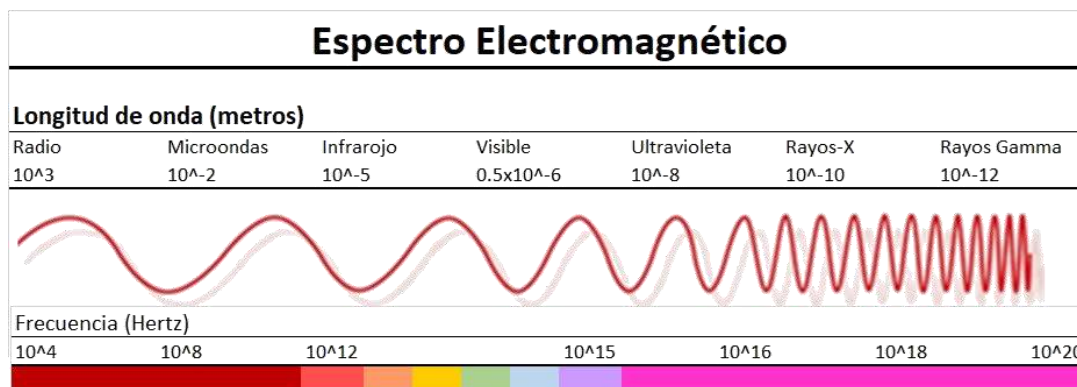


Figura 2.- Espectro electromagnético

Tocando la cuerda, haciendo música

Recordando las clases de nivel básico, la materia está compuesta por átomos, y a su vez éstos por un núcleo de protones y neutrones, sobre el que giran electrones. Las distancias a la que se encuentran los electrones del núcleo están muy bien establecidas en varios niveles. El único electrón del hidrógeno está en el nivel más próximo al núcleo, y conforme se van sumando electrones, se van distribuyendo por capas cada vez más lejanas a éste.

Los ya mencionados cuantos de energía son grandes colaboradores cuando se relacionan con los electrones. Hay tres principales interacciones de la luz (cuantos de energía) con la materia (específicamente los electrones del átomo). A partir de ahora, nos referiremos a los cuantos como fotones, entendiendo que son las partículas con las que se manifiestan las ondas electromagnéticas

La primera es la absorción, que ocurre cuando un fotón provee de energía al electrón y lo cambia del nivel del que se encuentra. Decimos entonces que el átomo está en un nivel superior de energía, por que cuenta con más energía en los electrones que en el núcleo, es decir, no están en balance, y como todo en la naturaleza, debe haber un costo, el cual es que el fotón desaparece.

La segunda es la emisión espontánea, que, partiendo del átomo en un nivel de energía superior como ya se explicó, el electrón que había ganado energía regresa al nivel que normalmente se encuentra para que el átomo esté en equilibrio. Igualmente, así como la naturaleza quita también da, en este caso, se manifiesta como la emisión de un fotón.

La tercera y sobre la que funciona el láser, es la emisión estimulada, es en la teoría una interacción que, si bien es casi instantánea, requiere de ciertas condiciones para llevarse a cabo. Comenzando por el hecho de que el átomo debe encontrarse en un estado superior, y éste estado es por mucho inestable, la naturaleza siempre recobra el equilibrio, cualquier perturbación externa, regresa el electrón al nivel correspondiente y se emite el fotón con la energía que causaba el desequilibrio. En la emisión estimulada, esa perturbación que responsable de regresar el orden, es otro fotón que presenta las mismas características del emitido.

Imaginemos que una ficha de dominó tira dos, y éstas a su vez otras dos cada una, y así sucesivamente a lo largo de una cama de fichas de dominó acomodadas. En algún momento, el movimiento de las fichas se va a observar como una onda uniforme en un movimiento coherente y ordenado.

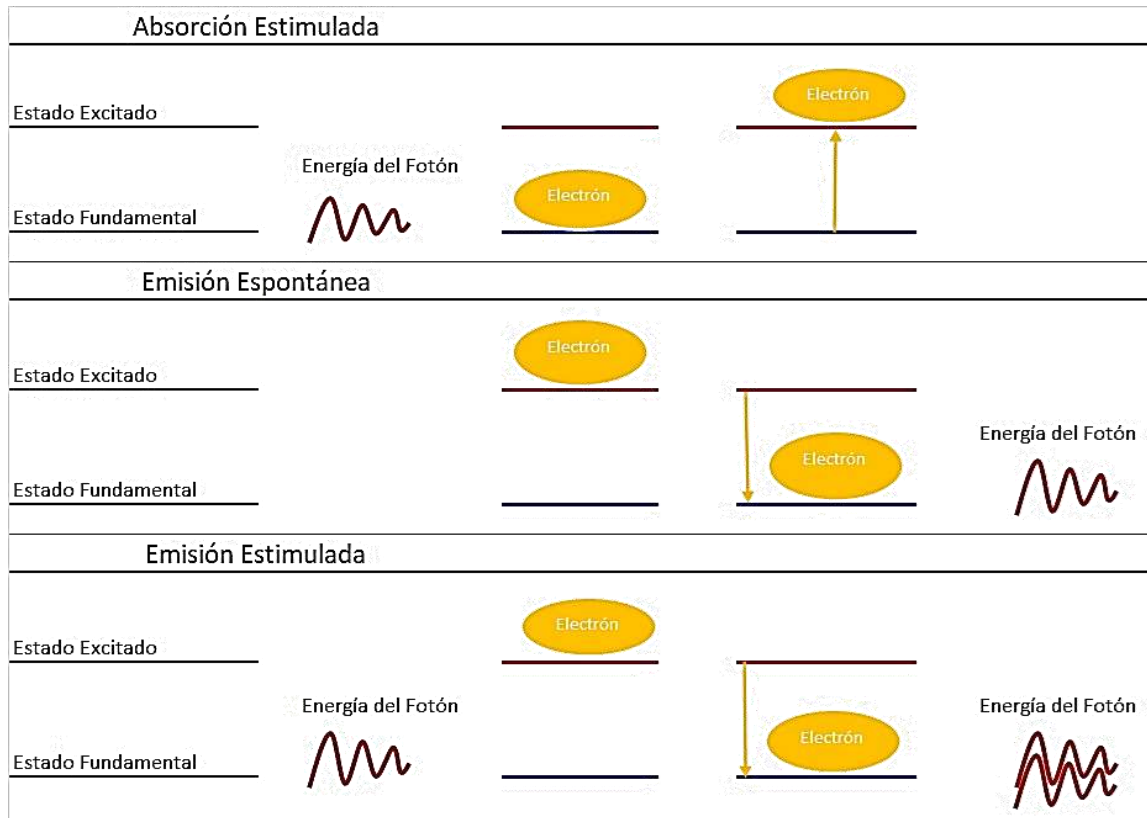


Fig. 3. Interacciones de la luz con la materia.

Presionando una cuerda y soltándola añadimos y liberamos energía en esta, y así vibra, emitiendo el mismo tono, no importa si es un rasgueo fuerte, o un simple toque. Así la luz amplificada por emisión estimulada de radiación o LASER por las siglas en inglés (Ligth Amplification by Stimulated Emission of Radiation). En la Figura 3 podemos observar las tres interacciones de la luz con la materia, de una forma que se pueda visualizar estos fenómenos que se presentan en órdenes de micro y milisegundos.

La afinación de un láser

Un instrumento musical emite hasta doce notas diferentes en intervalos periódicos de DO a SI. Pero para que sea así, se preparan las cuerdas, los orificios o la forma, de tal manera que al tocar las notas estén en esta escala de sonidos preestablecidos, es decir que esté afinado. Para un láser, se prepara el material con la que los fotones van a interactuar, para que así haya luz por emisión estimulada. Los materiales utilizados en el láser, se les conoce como materiales metaestables pues básicamente su objetivo es mantener el nivel de energía superior en un átomo por más tiempo del que normalmente tarda.



Fig. 4 Concierto de Violines

De la misma manera que una nota en un piano tiene un tono único, y al hacerla sonar, se escucha definido, y coherente, así la luz de un láser con éstas tres principales características.

Es “definida” debido a la forma en que se genera, ya que como mencionamos, los niveles de energía de los electrones están bien definidos y por lo tanto la energía con la que se emite el fotón o en este caso la frecuencia de la onda. Así el espectro (o color) de esta luz va a depender del material que se elija y no de la intensidad que se le aplique. Por lo mismo podemos decir que la

luz láser es principalmente monocromática.

Es coherente debido a que cada onda, como en los dominós, lleva un movimiento coordinado con las demás, es decir las fases de cada onda coincide. En comparación con otras fuentes de luz, donde la radiación es desordenada y caótica.

A diferencia del sonido, que se propaga en todas direcciones, la luz láser tiene una gran direccionalidad y puede extenderse por grandes distancias sin que se presente una gran dispersión al momento de incidir, lo que concentra la mayor parte de su energía en áreas menores, en comparación con otras fuentes de luz.

Conclusiones Melódicas

Entonces, la luz láser es un tipo de luz con características que nos permiten utilizarla en varios aspectos del desarrollo, no solo científico si no general. Y más allá de un invento o un dispositivo, el láser es una idea que ha cambiado la manera en que se entiende por una parte el electromagnetismo, y por otra parte ha mejorado en los laboratorios el cómo se experimenta, de ahí su importancia en la actualidad

Si bien hasta aquí la analogía a un instrumento musical nos ha servido para entender el funcionamiento de un láser, en la naturaleza, los fenómenos físicos son completamente diferentes. Sin embargo, es fácil ver que no necesariamente son ajenos y que de alguna manera todo tiene que ver, ya sea en la novena sinfonía de Beethoven o realizando un experimento en un laboratorio, comprender la ciencia detrás de cada uno enriquece la experiencia y amplía la perspectiva, el mundo es más interesante.

Referencias

- Einstein, A. (1905) Über einen die Erzeugung und Verwandlung des Lichtes betreffenden heuristischen Gesichtspunkt Annalen der Physik 17,
- Sears, Zemansky. (2009). Física Universitaria con Física Moderna Volumen 2. México: Editorial Pearson Educación. Página 1311 - 1312
- Resnick, Halliday, Krane. (2007). Física, Volumen Dos. México: Grupo Editorial Patria.
- Figura 1.- Violín, tomada por Alejandro Victoria Peregrino, Ing. Biónico de UPIITA.
- Figura 2.- Espectro Electromagnético.- hecha por Ysmael Miranda Pablo.
- Figura 3.- Interacciones de la luz con la materia. - hecha por Ysmael Miranda Pablo.
- Figura 4.- Concierto de Violines (Crescendo en concierto).- tomada por Alejandro Victoria Peregrino, Ing. Biónico de UPIITA.

Un futuro cuántico

Pablo César Hidalgo Mendoza¹
phidalgom1401@alumno.ipn.mx

El tema de la computación cuántica es muy vasto y extenso, no obstante, en este trabajo se trata, no solo de introducir algunos términos que en la teoría se manejan sino también transmitir el alcance que esta tecnología puede llegar a tener y cómo la óptica forma parte de los avances teórico-prácticos para implementarlos en la tecnología deseada.

¿Computación cuántica, qué es?

La computación es una tecnología que ha tomado un lugar prioritario en nuestro día a día y como toda tecnología está en constante avance y es menester para nosotros como futuros físicos estar al día de las propuestas y las áreas de oportunidad en las que podemos aportar. Una de estas áreas es la óptica cuántica y su implementación en la computación cuántica que a pesar de no ser un tema trivial se tratará de dar un panorama general del cómo esta área de la física ha permitido el desarrollo de la nueva era de la computación.

Si estas familiarizado con compuertas lógicas u óptica podrás apreciar mejor la utilidad de la óptica cuántica y su analogía con la electrónica clásica (que es clave para las computadoras), de no ser el caso no hay ningún problema, al contrario, considérese como una lectura que dé cabida a lo curiosidad y a la investigación., no olvidemos que

En algún lugar, algo increíble está esperando a ser descubierto.

- Carl Sagan

Y este podría ser el inicio del mapa para llegar a aquel lugar.

Uno de los artefactos de mayor utilidad en la actualidad es la computadora, la cual se define como un dispositivo físico que nos ayuda a procesar información por medio de instrucciones ordenadas y finitas, *algoritmos* (Kaye, 2007: 1), lo cual demanda tiempo y espacio en la memoria de la computadora para llevar a cabo una acción. Uno de los retos de innovación asociados a la ciencia computacional y su tecnología de soporte, la cual involucra equipos, dispositivos, software, etc., es

¹ Escuela Superior de Física y Matemáticas. Instituto Politécnico Nacional

la optimización del tiempo y del espacio sin modificar el resultado o bien el objetivo del algoritmo, entre otros retos como también lo es el de mejorar la seguridad cibernética que hoy en día podemos darnos cuenta de que es y continuará siendo de suma importancia. Dichos retos, en particular el de optimización de recursos ha sido solventado por la computación cuántica la cual toma ventaja de los fenómenos que describe la teoría mecánica cuántica para enfocarlos en el procesamiento de la información lo cual ha permitido realizar tareas consideradas imposibles o inviables por la demanda (clásica) de recursos de forma eficiente.

Hay que tener cuidado al pensar en una computadora cuántica pues no es como una laptop con un procesador de mayor capacidad, esto se explica en una TED talk mencionando que:

[...] una computadora cuántica no es solo una versión más poderosa de nuestras computadoras actuales, así como una bombilla no es una vela más poderosa, no se puede fabricar una bombilla fabricando velas cada vez mejores. La bombilla tiene una tecnología diferente y se basa en un conocimiento científico más profundo. (Ghose, 2019).

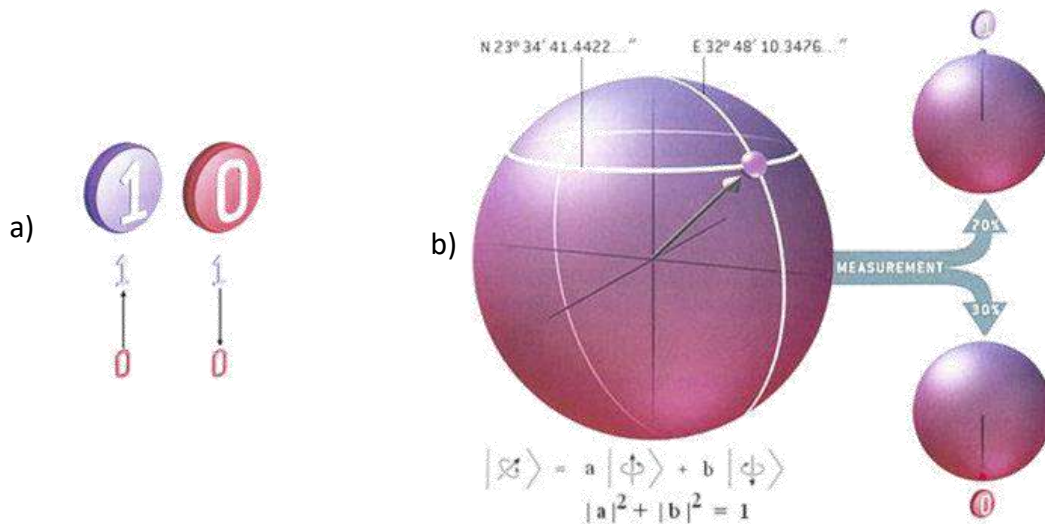


Fig. 1. a) En esta imagen se pueden observar los estados en los que puede estar un bit clásico, 0 o 1. b) En cambio en esta figura se presenta una esfera que nos ayuda a ilustrar que un qubit puede estar en una combinación lineal de los estados 0 y 1, no obstante, al medir dicho qubit solo podrá obtener un 1 o un 0. Review of the universe (s.f.).

Aunque en apariencia no empatan las computadoras clásicas con las cuánticas, si lo hacen en algunos de sus principios de funcionamiento como por ejemplo el uso de *bits*. Un *bit clásico* es la menor unidad de información de una computadora y solo puede tener dos valores: 0 o 1 (fig. 1a) (Marker, 2020), se puede entender como un “pedazo” de información como sería su traducción literal del inglés. Ahora, un *bit cuántico* o *qubit* es también la unidad más pequeña de información y además es un

sistema mecánico-cuántico de dos niveles lo cual se ilustrará más adelante. La diferencia principal entre un *qubit* y un *bit* clásico es que, por ejemplo, el primero puede estar tanto en el estado lógico “1” como en el “0” a la vez con distinta probabilidad (fig. 1b) y esto determinará posteriormente la medición mientras que el bit clásico solo puede ser 0 o 1.

Las computadoras clásicas pueden llegar a ser amigables con el ambiente con diferentes acciones como lo pueden ser el no procesar información redundante o información sin utilidad y esto no afectaría al resultado de la acción. Sin embargo, en la computación cuántica, descartar información puede afectar el resultado debido a que los qubits podrían estar correlacionados, como si estuviesen influyendo uno sobre el otro, pero existe una solución que es la teoría de reversión con la cual se pretende poder desechar la información sin utilidad guardando únicamente la salida del proceso y con ello poder reconstruir la entrada si se desea (Kaye, 2007: 14).

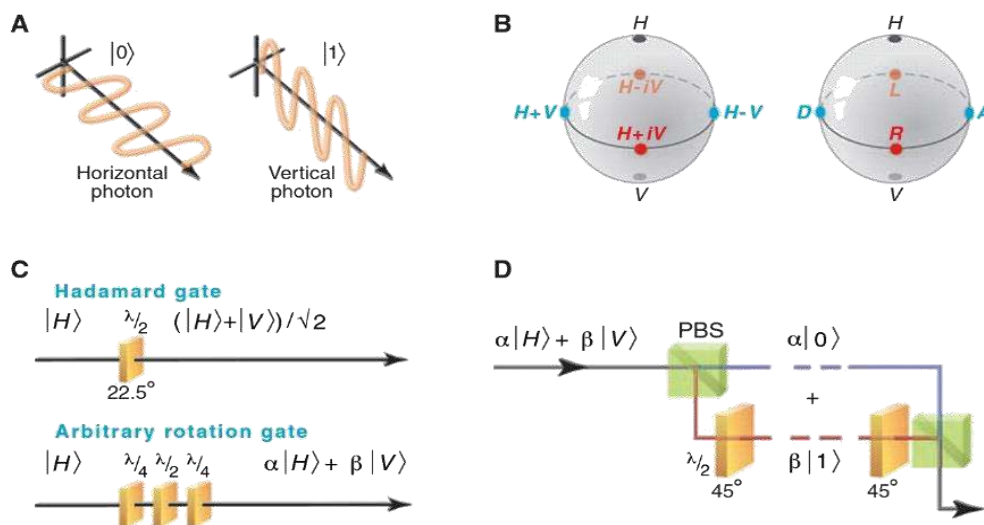


Fig. 2. En esta imagen podemos ver las propuestas ópticas para los qubits. (A) Se muestran los dos niveles lógicos de un qubit 0 y 1 (horizontal y vertical) en este caso de un fotón. (B) Los estados pueden representarse en la esfera de Bloch dependiendo la probabilidad de cada nivel ($\alpha_0|H\rangle + \alpha_1|V\rangle$). (C) Se proponen las láminas de onda como elementos para implementar compuertas. (D) Se combinan las láminas de onda con los divisores de onda polarizadores para dar una alternativa de los niveles lógicos 0 y 1 (arriba y abajo). (L. O'Brien, 2007: 1567).

Como se había mencionado, cualquier sistema físico de dos niveles puede servir como un qubit y esto da pauta a muchas propuestas de procesamiento cuántico en diferentes ámbitos donde estos se encuentran. No obstante, la óptica presenta una propuesta factible y elegante, utilizando los grados de libertad de un fotón los cuales sufren poca degradación con el ambiente.

Un esquema altamente difundido para establecer qubits con fotones yace en sus estados de polarización horizontal y vertical como se muestra en la figura 2A. Estos estados pueden obtenerse por medio de divisores de haz polarizadores e incluso añadiendo retardadores (láminas de onda) podemos sustituir los niveles horizontal y vertical por arriba y abajo direccionando a los haces separados (Fig. 2D). Con estos principios se han logrado proponer y construir compuertas lógicas como las de la figura 2C. Las compuertas, en conjunto con las guías de onda y con algunos dispositivos de óptica no lineal permiten implementar circuitos fotónico-cuánticos que son esenciales para una computadora cuántica.



Fig. 3. Primer ordenador cuántico desarrollada por IBM llamado *IBM Q SYSTEM ONE*. (Neomundo. (2019). IBM mostró en la CES la primera computadora cuántica apta para su uso comercial).

La magnitud de estos avances se puede reflejar en que ya hay empresas de talla internacional invirtiendo en investigación e implementación de ciencia y tecnología cuántica computacional como lo son Google, Microsoft, TOSHIBA e IBM, siendo esta última la primera en implementar un ordenador cuántico (Fig. 3). Parece ser que la tecnología llegará a nosotros más rápido de lo que pensamos y debemos estar actualizados lo mejor que sea posible.

Conclusiones

Es un hecho de que con la situación actual la tecnología se ha adjuntado más a nosotros y que probablemente en los próximos 10 años notemos un avance que apenas y podríamos imaginar ahora y la computación cuántica definitivamente estará al frente de los objetos de búsqueda e innovación. Si bien es cierto que gran parte del desarrollo de la computación cuántica es simplemente análogo a la

computación clásica, el poder de la física moderna, en este caso la mecánica cuántica, es notable y la ventaja que puede traer consigo es considerable, además de que la implementación de los dispositivos para dichas computadoras es elegante por la forma en la que se ha manejado el conocimiento tanto de la teoría cuántica como de diferentes áreas de la física, en particular la óptica, para mostrar la potencia y lo innovador de este avance. El alcance de la computación cuántica promete mucho y no por nada empresas de talla internacional tienen en la mira este tema lo cual es grandioso, siempre y cuando nunca nos despeguemos de la ética y del carácter científico que se debe tener al conseguir un avance de tal magnitud. El futuro está llegando y los avances en la computación cuántica son un parámetro de esto.

Agradecimientos

Le hago un sincero agradecimiento al Dr. Francisco Domínguez Serna quien forma parte del CICESE por auxiliarme en la mejor disposición a desarrollar este escrito. Compartimos poco, pero lo suficiente para despertar mi interés de forma significativa sobre el tema.

Referencias

Kaye P., Laflamme R. y Mosca M. (2007). An introduction to Quantum Computing, Nueva York, Estados Unidos: Oxford University Press.

L. O'Brien J. (2007). Optical Quantum Computing. Science, 318, 1567-1560.

Acín A., Bloch I., Buhrman H., Calarco T., Eichler C., Eisert J., ... K. Wilhelm F. (2018). The quantum technologies roadmap: a European community view. New Journal of Physics, 20, 3-9.

Ghose S. (TED). (2019, Febrero 1). A beginner's guide to quantum computing | Shohini Ghose [Archivo de video]. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=QuR969uMICM>, el 18 de agosto de 2020.

Neomundo. (2019). IBM mostró en la CES la primera computadora cuántica apta para su uso comercial) [Imagen]. Recuperada de <https://neomundo.com.ar/ibm-mostro-en-la-ces-la-primera-computadora-cuantica-apta-para-uso-comercial/>

Review of the universe (s.f.). Quantum Computing [Imagen] Obtenida de <https://universe-review.ca/R13-11-QuantumComputing.htm>

Marker G. (2020). ¿Qué es el bit? ¿Qué es el byte?. Obtenida de <https://www.tecnologia-informatica.com/que-es-el-bit-byte/>

Dinámica de un macro universo explicado por un micro universo

José Francisco Reyes Rodríguez¹
josefrancisco20030412@gmail.com

¿Se puede simular el comportamiento de las galaxias?

En este trabajo se presenta la construcción de un dispositivo experimental que permite observar un comportamiento análogo al movimiento de las galaxias en el universo.

El dispositivo se construyó con materiales accesibles y de bajo costo. Para ello se utilizaron botellas de plástico con diferente capacidad volumétrica.



Se conectó un circuito a los polos (clavos de hierro) de cada botella con la ayuda de cables de cobre. El sistema se selló con pegamento para evitar que existan fugas. Posteriormente, se depositó aserrín en un 4% de la capacidad volumétrica de las botellas, esto con la finalidad de recrear las condiciones de materia en el universo.

El dispositivo se conectó a la toma de corriente alterna para transferirle energía eléctrica y con ello incrementar la temperatura. Se midió la temperatura en diferentes zonas de cada botella, con la ayuda de termómetros digitales en ciertos intervalos de tiempo. De los resultados se observaron la formación de cúmulos cuyas partículas se movían a diferente rapidez, producto de una diferencia de temperatura.

En las zonas en las cuales existe una mayor cantidad de materia la rapidez del incremento de la temperatura es mayor comparado a aquellas zonas en las cuales existe menor cantidad de materia. Este comportamiento es análogo al movimiento de las galaxias en el universo, lo cual permitió explicar por qué en el universo las galaxias se alejan unas de otras, a excepción de las que se encuentran en cúmulos, ya que esas se acercan cada vez más, provocando inhomogeneidades.

¹ Media superior, sexto semestre

¿Se puede explicar el movimiento de un macro universo por medio de la creación de un micro universo?

Desde el principio del tiempo, el humano se ha preguntado, ¿que existe más allá de la Tierra?, ¿cómo es el universo?, ¿cuál es nuestro lugar en el universo? Al tratar de responder estas cuestiones surgieron los primeros modelos del universo, los cuales fueron geocéntricos, colocando a la tierra en el centro de todo, haciendo que los planetas, el sol y todo girara a nuestro alrededor.

Sin embargo. al pasar del tiempo surgieron nuevos científicos, uno de ellos Nicolás Copérnico, él propuso el modelo heliocéntrico, donde la tierra así como los planetas giran alrededor del sol, años después de esto llego Sir Isaac Newton, que con las observaciones de Nicolás Copérnico, propuso la teoría de la gravedad universal, de esta manera se fueron creando modelos de nuestro universo, hasta la llegada de Einstein, el cual con su relatividad revolucionó nuestro entendimiento del universo, proponiendo un universo plano y con base en observaciones, propuso la constante cosmológica, la cual propone que el universo se estira constantemente hasta el punto donde se contraerá, aunque había otros físicos que no opinaban lo mismo y contradijeron a Einstein. El más relevante fue Hubble que observó que no existía la constante cosmológica, en base a observaciones, otro de los físicos que no estuvieron de acuerdo con Einstein, fue Georges Lemaitre y gracias a él surgió el segundo modelo del universo, un universo esférico.

Otros años después surgió la teoría de cuerdas, que habla sobre otro universo muy distinto, pero dicho modelo solo es teórico ya que solo se apoya en ecuaciones y no en observaciones (Bert, 2013). A pesar de las observaciones de Hubble, su modelo propuesto no explica el por qué en las galaxias parece que tengan más gravedad y más materia de la que en realidad tienen, ni explica el porqué de la velocidad creciente del universo.

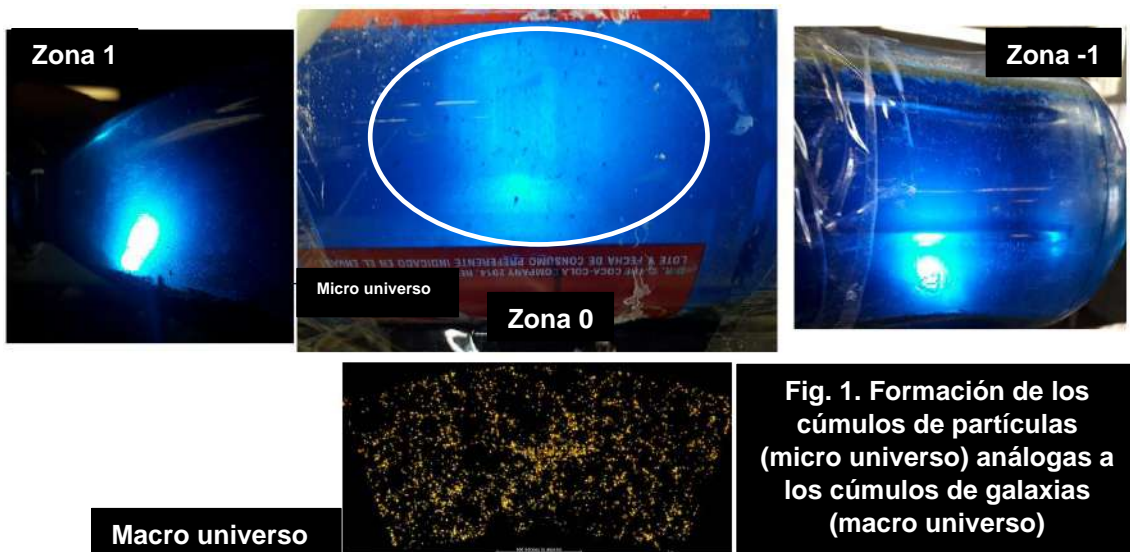
Los dos modelos del universo que actualmente son más aceptados están incompletos, ya que no consideran el impacto que las partículas pueden causar en el universo. Si se utilizará un campo eléctrico por un medio por el cual se pueda propagar, se podrían observar sus efectos. Por otra parte, si el medio tiene forma cilíndrica aproximadamente (caso de las botellas) la energía eléctrica hará que el incremento de temperatura sea diferente en distintas zonas, lo cual podría explicar las inhomogeneidades del universo.

Por otra parte, de acuerdo con observaciones, se calcula aproximadamente que el universo está compuesto de un 4% de materia, un 26% de materia oscura y un 70% de energía oscura (Schäffner, 2017). Si tomamos ese 4% de materia como partículas, en este caso el aserrín y el 26% más 70% como la materia y energía

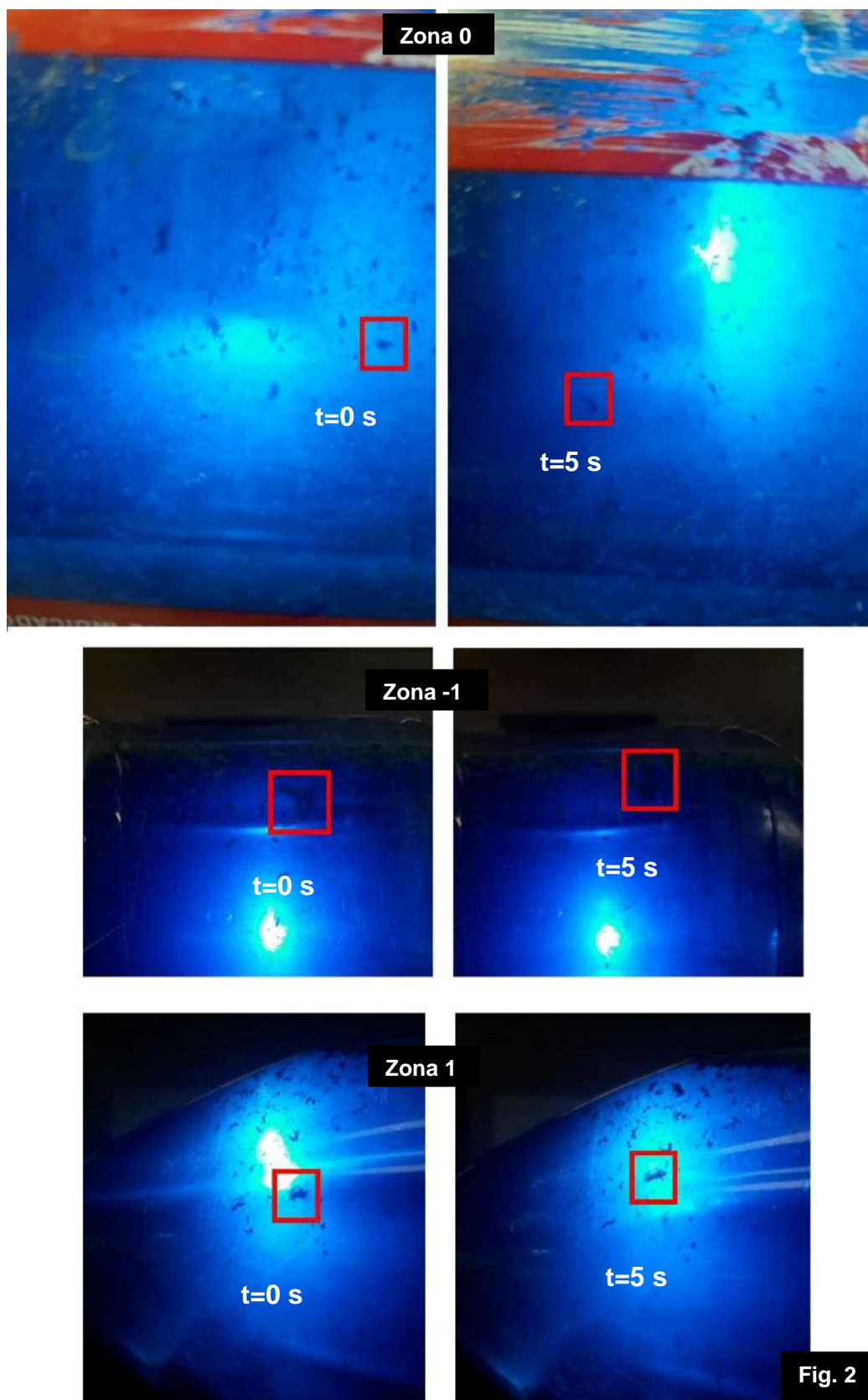
oscura, que en este caso sería el medio donde se propagaría el campo electromagnético, es decir el agua y el 24% como la fuerza que hace que se mantengan juntos (campo electromagnético), entonces los cúmulos se formarán y por tanto, se tendría que observar el movimiento de la materia y una formación similar a la estructura del universo, a su vez daría una respuesta de porque en el universo, más en específico en los cúmulos masivos, aumenta la energía calorífica.

Al ser las condiciones similares se tendría que relacionar el efecto de la constante aceleración de partículas en el sistema influido por el campo eléctrico con la constante aceleración de las galaxias en el universo a escala.

Se observó que en el momento en el que se enciende el dispositivo, lo más notorio es cómo las partículas del experimento se agrupan en zonas. En dichas zonas se observa cómo se forman cúmulos de partículas como en el universo a macro escala, hecho que se presentó en todas las botellas, independientemente de su capacidad (ver Fig 1).



Si solo se toma en cuenta a la materia de una zona del universo, se observa en la imagen, cómo hay zonas en las cuales la materia se concentra (zona 0), a su vez hay zonas donde hay menos materia (zona 1 y -1). Esto nos brinda una similitud de nuestro universo micro comparado con el macro universo. En la zona 0 el movimiento de las partículas es con mayor rapidez. Con la ayuda del video se siguió la trayectoria de una partícula después de 5 s, durante los cuales se desplazó una distancia mayor en comparación del desplazamiento de otra partícula en las zonas 1 y -1, ver Fig. 2.



El movimiento de las partículas está influenciado por el campo eléctrico, donde se encuentra el campo con mayor intensidad, es en la zona 0, por lo tanto, en el centro del experimento el movimiento de las partículas es mayor.

Si en el universo a grandes escalas, se puede observar cómo, donde hay más materia, los cúmulos se mueven más rápido unos que otros, es posible que esté afectado por un campo eléctrico, como en nuestro micro universo.

Al momento en el que se tomó la temperatura, en las zonas 0, 1, 2, -1, -2. Se observó que en las zonas centrales la rapidez con que incrementó la temperatura es mayor que en las zonas adjuntas. Esto es debido a que en las zonas centrales hay mayor cantidad de materia y de esa forma el campo eléctrico, se presenta más intenso donde hay más partículas. En la tabla 1 se presentan los valores numéricos de las mediciones.

En la Fig. 3 se representan las gráficas de la variación de la temperatura con respecto al tiempo para las diferentes zonas. Se puede observar que la temperatura incrementa con el tiempo de forma lineal. Por tanto, realizando un ajuste por el método de mínimos cuadrados se puede obtener la rapidez con la que incrementa la temperatura en cada una de las zonas estudiadas al determinar la pendiente de las líneas rectas. Los resultados se presentan a un costado de la Fig.3, en donde efectivamente se puede observar que la temperatura incrementa con mayor rapidez en la zona 0 y disminuye conforme se van alejando los cúmulos de partículas de aserrín.

Cabe mencionar que el procedimiento anterior se realizó con todas las botellas montadas en el sistema y aunque hubo cambios de temperatura, se observó un comportamiento similar, lo cual demuestra que este fenómeno es independiente de la capacidad volumétrica de las botellas.

En la imagen del fondo cósmico de microondas, que es una imagen del universo observable, ver Fig.4 (a), se puede notar que en las zonas en donde hay más materia o cúmulos más grandes, la temperatura es mayor, esto está en acuerdo con las observaciones en nuestro micro universo, ver Fig. 4(b) La temperatura se tomó a los 90 s.

Tabla 1. Medición de la temperatura en las diferentes zonas con respecto al tiempo.
Esto para la botella de 1000 ml.

Zona 0 T(°C)	Zona 1 T(°C)	Zona -1 T(°C)	Zona 2 T(°C)	Zona -2 T(°C)	Tiempo(s)
26.6	26.6	26.6	26.6	26.6	10
27.2	26.8	26.7	27.0	27.1	29
28.4	27.0	26.8	27.4	27.6	30
29.1	27.2	26.9	27.8	28.1	40
29.7	27.4	27.1	28.2	28.6	50
31.3	27.6	27.2	28.6	29.1	60
31.9	27.8	27.3	30.0	29.6	70
32.6	28.0	27.4	30.4	30.1	80
33.2	28.2	27.5	30.8	30.6	90
33.8	28.4	27.6	31.2	31.1	100
34.4	28.6	27.7	31.6	31.6	110
35.1	28.8	27.8	32.0	32.1	120
35.7	29.0	27.9	32.4	32.6	130
36.3	29.2	28.0	32.8	33.1	140
36.9	29.5	28.2	33.3	33.7	150
37.6	29.8	28.4	33.8	34.3	160
38.2	30.1	28.6	34.3	34.9	170
38.9	30.4	28.8	34.8	35.5	180
39.6	30.7	29.0	35.3	36.1	190
41.0	31.0	29.2	35.8	36.7	200
41.7	31.3	29.4	36.3	37.3	210
42.4	31.6	29.6	36.8	37.9	220
43.1	31.9	29.8	37.3	38.5	230
43.8	32.2	30.0	37.8	39.1	240
44.5	32.5	30.2	38.3	39.7	250
45.2	32.8	30.4	38.8	40.3	260
45.7	33.1	30.6	39.3	40.9	270
46.5	33.5	30.9	39.9	41.6	280
47.3	34.3	31.2	40.5	42.3	290
48.1	34.7	31.5	41.1	43.0	300
48.9	35.1	31.8	41.7	43.7	310
49.7	35.5	32.1	42.3	44.4	320
50.5	35.9	32.4	42.9	45.1	330
51.3	36.4	32.7	43.5	45.8	340
52.1	36.9	33.0	44.1	46.5	350
52.9	37.4	33.3	44.7	47.2	360

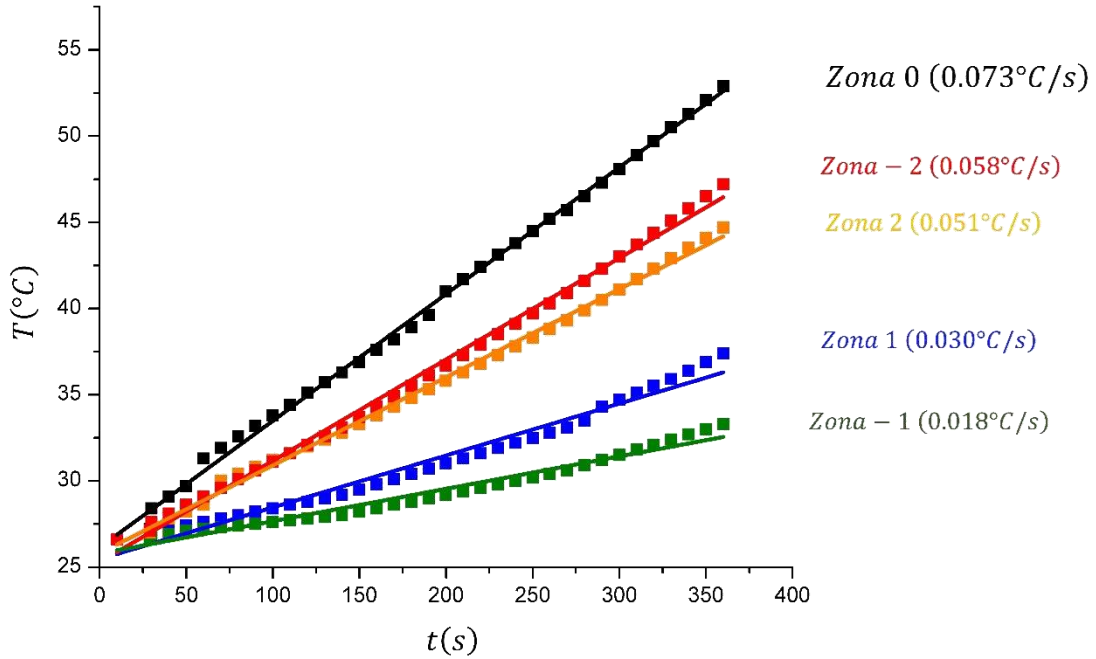


Fig. 3. Incremento de la temperatura con respecto al tiempo en donde se puede observar un comportamiento lineal. Se realizó un ajuste con el método de mínimos cuadrados para obtener la rapidez. Estas mediciones corresponden para la botella de 100 ml.

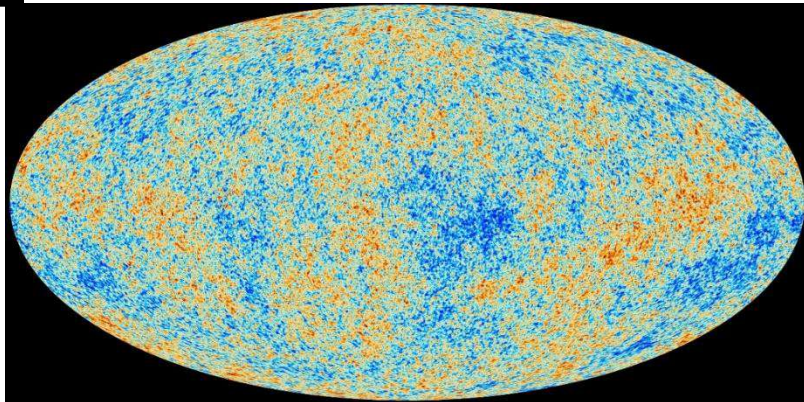
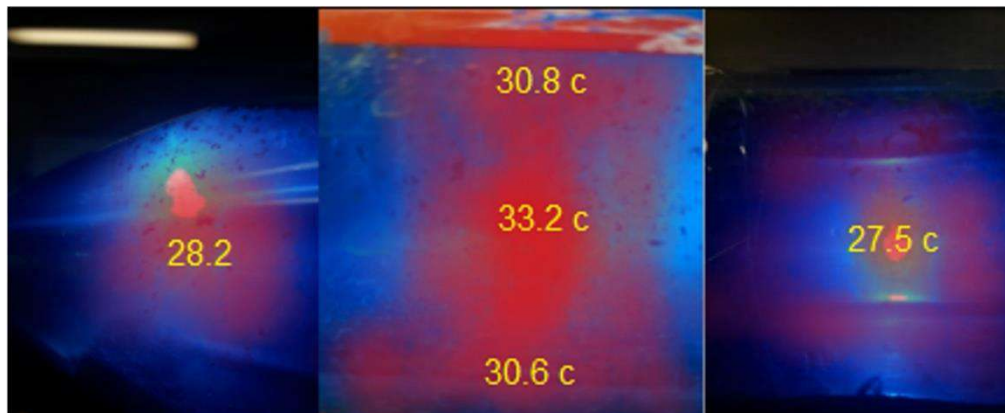


Fig.4. a) imagen del fondo cósmico (macro universo)
b) imagen de nuestro micro universo.



Un micro universo explicando un macro universo

En este trabajo se logró concluir que el movimiento de los cúmulos de partículas de aserrín es afectado por el campo eléctrico. También, las partículas se alejan unas de otras en las zonas en donde existe una mayor acumulación de materia, y a su vez un mayor incremento de temperatura. Esto resultados observados en nuestro micro universo es análogo a lo que sucede en el macro universo.

Lo anterior tiene sustento en los resultados del experimento así como distintas observaciones que se han hecho y que confirman físicos como David Schlegel del Lawrence Berkeley National Laboratory, el cual expone que las distancias entre las galaxias aumentan cada vez más rápido, o como el experimento confirma, que entre más pasa el tiempo aumenta gradualmente más y más rápido la distancia entre las partículas y se separan más entre sus cúmulos así como que la energía también se incrementa más rápido donde se encuentran más partículas y permite formar el mismo patrón del universo.

Así también como se puede observar que solo en zonas donde hay gran cantidad de cúmulos aumenta la energía, pero en puntos del experimento donde no hay tantos cúmulos la temperatura aumenta con la misma intensidad a su vez no se muestra la misma velocidad de separación de partículas. Algo así ocurre en el universo donde hay más materia se separan más rápido las galaxias y cúmulos, pero donde hay menos materia se separan más lento, así como si la homogeneidad del universo no se cumpliera, aunque esté repartida la materia por el universo.

Referencias

Bell, J. (2013). El libro de la astronomía. Madrid.

Bert, J. (2013). Teoría de la relatividad general. Granada, España.

Cañadete, M. (2015). Reducción de la función de onda en el contexto de las inhomogeneidades. DF.

Cartender, J. (4 de Abril de 2018). Cornell University. Obtenido de Cornell University: <https://arxiv.org/abs/1811.02376>

Clark, S. (2010). Universo. Planeta.

Eisberg, R. (1989). Física. Santa Barbara: Ciencia y Técnica.

Font Altaba, Febrer Canals. (2014). El átomo y la materia. Kerkdriel: Librero.

Freedman, W. (2003). La constante de Hubble. Obtenido de <http://amscimag.sigmaxi.org/4Lane/ForeignPDF/2003-01FreedmanSpanish.pdf>

Goldemberg, J. (1974). Física General y Experimental. sao Paulo: Companhia editorial nacional.

Julieta Flerro, Miguel Herrera, Silvia Torres, Luis Rodriguez, Jesus Gonzales. (2003). Las Fronteras del Universo. Londres: Instituto Parramón Ediciones.

Pedro Gómez, Esteban González. (2012). Ecuaciones De Maxwell. Obtenido de <https://eltamiz.com/>

Schäffner, K. (16 de Octubre de 2017). Composition of the Universe. Obtenido de <https://www.ift.uam-csic.es/es/search/site/Composition%20of%20the%20Universe>

Hologramas en el presente y hacia el futuro

Daniela Ocampo Salgado, María Magdalena Méndez González¹

¹Departamento de Física, ESFM-IPN, CDMX, México

danyl-500@outlook.es

La holografía es una técnica óptica para producir imágenes tridimensionales de un objeto, por lo que se dice que un holograma es una *imagen tridimensional*, como el de la Fig. 1., la cual se forma debido a la interferencia de dos haces de luz. Su definición ya se oye interesante, pero ¿Cómo aparecen en nuestra vida cotidiana y cómo se desarrollarán en el futuro?

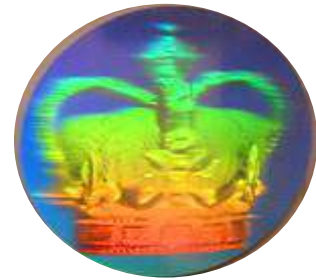


Fig. 1. Holograma de una corona.

¿Cómo funciona la luz?

Para entender la formación de un holograma es importante conocer primero propiedades importantes de la luz. La luz es una onda electromagnética, es decir, una perturbación que se propaga de manera oscilatoria en el espacio. Las ondas tienen varias propiedades: una amplitud, la cual está relacionada con la intensidad que tiene la luz. Otra propiedad es la longitud de onda, que es la distancia que hay entre dos puntos equivalentes, por ejemplo, la distancia entre dos máximos seguidos, o entre dos mínimos, como se muestra en la Fig.2.

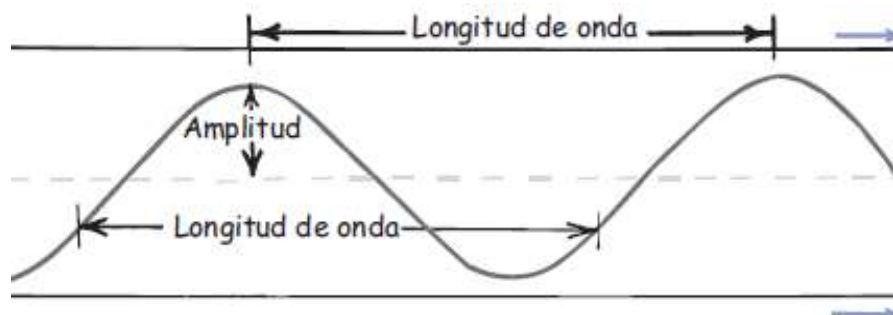


Fig. 2. Amplitud y longitud de onda.

Tiene una frecuencia, dado que el movimiento de una onda es oscilatorio, este se repite, por lo que después de un cierto tiempo volvemos a un punto equivalente sobre la onda, al tiempo en que tardamos en llegar a ese punto equivalente se le llama periodo, y su inverso es la frecuencia.

Para decirlo de forma más simple, si fijamos un tiempo, y dejamos que una onda oscile durante ese tiempo, la frecuencia será el número de oscilaciones entre el tiempo que tardó en hacerlas.

Todas las ondas electromagnéticas, se propagan a la velocidad de la luz, que es aproximadamente $3 \times 10^8 \frac{m}{s}$, por lo que las ondas electromagnéticas difieren en sus frecuencias.

Finalmente tenemos la fase, la cual indica el punto donde empieza la onda, entonces podemos tener dos ondas con la misma amplitud y frecuencia pero que estén desfasadas, es decir, inicien en puntos distintos.

Las ondas tienen propiedades de interferencia, es decir, que dos o más ondas se pueden sumar, para formar una nueva onda resultante, esta interferencia va a depender del movimiento relativo entre las ondas, así que en el patrón resultante el movimiento ondulatorio podría aumentar, disminuir o anularse. Si las ondas están en fase, la onda resultante tendrá una amplitud mayor, pero si las ondas están desfasadas entonces la onda se anula, como se muestra en la Fig.3.



Fig. 3. Interferencia constructiva y destructiva en ondas.

Otro fenómeno que ocurre con la luz es la difracción, esto ocurre cuando la luz choca con un obstáculo o una rendija, la luz se desvía debido al obstáculo formando un patrón. Ahora podemos hablar de cómo se genera un holograma.

¿Cómo se crea un holograma?

Como ya mencionamos, un holograma es una imagen tridimensional de un objeto, es decir, podemos ver su profundidad, esto se debe a que hacemos incidir un haz de luz sobre el objeto, el cual llega a todos los puntos que lo conforman, pero debido a que es tridimensional, haces llegarán a puntos con distinta profundidad, la luz será reflejada antes en puntos más cercanos que los haces que viajan hasta partes más profundas del objeto, así tendremos una diferencia de fase entre los haces que se reflejan. En esto difieren las fotografías convencionales y los hologramas, ya que la fotografía normal no contiene información sobre la fase de la luz.

Pero expliquemos más detalladamente cómo podemos crear un holograma, para ello necesitamos, en primer lugar, una placa holográfica, es decir una placa sensible a la luz. Para formar el holograma necesitamos dos haces de luz, uno de referencia y otro haz que se hará incidir en el objeto cuyo holograma queremos elaborar, estos dos haces deben ser coherentes, es decir, tener la misma fase, y también deben tener la misma longitud de onda. Para obtener esto se usa un láser, que nos permite tener un haz de una longitud de onda fija lo suficientemente intenso.

Luego necesitaremos un divisor de haz, que es un dispositivo óptico que divide un haz de luz en dos, así obtenemos los dos haces coherentes. Con espejos se controla la trayectoria para que el haz de referencia llegue directamente a la placa holográfica mientras que el otro haz llegue al objeto y posteriormente sea reflejado por este hacia la placa. En este arreglo también hay un conjunto de lentes que amplían el haz. Hay una interferencia entre los haces reflejados por el objeto y el de referencia, formando un patrón de interferencia sobre la placa holográfica.

Después de este proceso de grabado se realiza un proceso químico de revelado parecido al de una fotografía y finalmente se incide el haz con el que se grabó el holograma en la placa que difracta la luz. Debido al patrón que fue grabado en ella la luz se difracta formando la imagen 3D. Este proceso se muestra esquemáticamente en la Fig. 3.



Fig. 4. Cómo obtener un holograma

Podemos considerar al holograma como una ventana que nos permite ver al objeto, aunque ya no esté realmente ahí, pues se trata de una imagen, y podemos verlo desde los distintos ángulos que el tamaño del holograma nos permita.

¿Dónde los encontramos?

Actualmente los hologramas se pueden encontrar en muchas partes, al explicar cómo se crean, vimos que la luz reflejada por el objeto y registrada en la placa holográfica contiene toda la información de la luz, lo cual nos permite ver esta representación 3D, esto que podría parecer simple significa que tenemos información muy precisa sobre el objeto, por lo que falsificar o reproducir exactamente el holograma con un objeto diferente o incluso en condiciones distintas es bastante complicado.



Fig. 5. Holograma en una Tarjeta de crédito.

Es por esta razón que los hologramas se usan mucho en seguridad, y se encuentran en los billetes o certificados, en la Fig. 5. se muestra el utilizado en tarjetas de crédito, y en la Fig. 6. en un billete.

Se pueden obtener hologramas mucho más elaborados ahora, la tecnología ha avanzado para que cada vez sean más nítidos, de tal forma que en un futuro podamos contar con esta tecnología en nuestros hogares y que nuestros medios de comunicación como la televisión puedan ser hologramas, para esto debe mejorar la calidad de estos, así como reducirse sus costos.

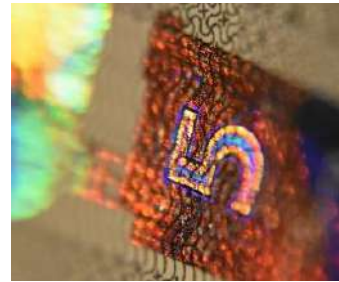


Fig. 6. Holograma en un billete.

Entre los más recientes avances, el equipo de Lei Wang de la Universidad Nacional de Australia han logrado obtener los hologramas de mejor calidad hasta ahora, su dispositivo cuenta con pilares de silicón 500 veces más delgados que un cabello humano, que manipulan la luz mucho mejor que con los métodos antes usados.

Entonces ¿Cómo aparecen en nuestra vida cotidiana y cómo se desarrollarán en el futuro?

Como ya vimos, son muy ocupados para evitar falsificaciones. En general hay muchas áreas donde pueden utilizarse los hologramas, pues un modelo 3D es muy útil para muchos campos donde la observación, preparación y diseño sea fundamental, por ejemplo, la medicina o la construcción. Sin embargo, su uso no es tan cotidiano como nos gustaría, pero en un futuro cercano, con los avances hasta ahora, ya no será más ciencia ficción el comunicarnos con nuestros amigos y familiares con hologramas, de manera que la comunicación a distancia se sienta cada vez más real.

Referencias

The Australian National University. (24 de enero de 2017). Sci-fi holograms a step closer with ANU invention. Canberra. ANU. Recuperado de: <https://www.anu.edu.au/news/all-news/sci-fi-holograms-a-step-closer-with-anu-invention>.

Wang, L., Kruk, S., Tang, H., Li, T., Kravchenko, I., Neshev, D y Kivshar, Y. (2016). Grayscale transparent metasurface holograms. *Optica*. 3(12). 1504-1505

Sterling, E. (2005). crown hologram [Fotografía]. Recuperado de <https://bit.ly/2PPX90m>

Hëamon (2011). The Visa- Bird {Fotografía}. Recuperado de <https://bit.ly/3wml7zR>.

Jenkins M. (2015). a few euros {Fotografía}. Recuperado de <https://bit.ly/39DCrHZ>.

Hewitt, P., (2007) *Física conceptual*, México. Pearson educación.

Talbot, M., (2007) *El universo holográfico, Una visión nueva y extraordinaria de la realidad*. Madrid, La Esfera de los Libros.

Los enigmáticos rayos cósmicos

Uriel Fuentes Cortes¹, Kevin Salazar Flores², Jorge Cotzomi³, Rubén Conde⁴,
Eduardo Moreno⁵, Enrique Varela⁶
jcotzomi@fcfm.buap.mx

¿Por qué es un enigma los rayos cósmicos?

Los rayos cósmicos son básicamente protones sin electrones que viajan por todo el espacio interestelar. Los rayos cósmicos que llegan a la Tierra colisionan con los átomos atmosféricos produciéndose partículas más pequeñas que el protón inicial, formando lo que se conoce como un chubasco de partículas secundarias.



El estudio de los rayos cósmicos originó una revolución en la física y dio paso a la formación de la física de partículas, astropartículas, y física de altas energías.

El descubrimiento de los rayos cósmicos



Una revolución en el área de la física se dio a finales del siglo XIX principios del XX, el descubrimiento de la radioactividad [1] y del electrón, la determinación experimental de la carga del electrón y su masa, la formulación de la teoría especial de la relatividad y la mecánica cuántica, entre otros. En esa época, un instrumento muy utilizado en los experimentos eran los electroscopios⁷ que servían para determinar la carga de los objetos. Se pensaba en esa época que las descargas que sufrían los electroscopios se debían a la radiación de elementos radioactivos que se encontraban en el subsuelo. El físico austríaco Víctor Hess pensó que, se descargarían más lentamente los electroscopios conforme se alejara del suelo. En 1912, Hess llevó a cabo varios experimentos a

^{1,2} Licenciatura en Física, cuarto semestre, Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.

^{3,4,5,6} Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.

⁷ El electroscopio consiste en un par de laminillas conductoras conectadas a un polo y aisladas en un recipiente.

bordo de globos aerostáticos llevando consigo varios electros copios. Todos los experimentos mostraron que los electros copios se cargaban con una mayor rapidez conforme alcanzaba una mayor altura, contrario a lo que él pensaba en un inicio. Sus experimentos descartaron al Sol como fuente de radiación, debido a que en un experimento de eclipse solar los electros copios mantenían la proporción de descarga. Después de una serie de experimentos concluyó que la radiación en el ambiente debía tener un origen extraterrestre. La radiación medida por Hess era muy penetrante que venía desde el exterior de la Tierra. Esto dio inicio al descubrimiento de los rayos cósmicos. En 1936 se le otorgo a Víctor Hess [2] el premio Nobel de Física por el descubrimiento de los rayos cósmicos. Por otra parte, Millikan [3] llevo a cabo mediciones en dos lagos, a diferentes altitudes, en su afán de comprobar el origen de esta radiación. No tan solo corroboró lo medido por Hess, sino además observó que la radiación penetraba la columna de agua registrando señales en sus instrumentos. Millikan fue el que utilizó por primera vez el termino de *rayos cósmicos* para denominar a esta radiación extraterrestre.

Composición y energía de los rayos cósmicos

De acuerdo con mediciones experimentales, los rayos cósmicos están constituidos en ~ 92% por protones (núcleos de hidrogeno sin electrones) y el 8% restante lo constituyen entre, partículas alfa (núcleos de helio), núcleos pesados (incluyendo núcleos de hierro), electrones y rayos gama (fotones). Todas estas partículas golpean constantemente la atmosfera terrestre y vienen de todas direcciones (isotropía de los rayos cósmicos). La energía medida de los rayos cósmicos alcanza hasta los 10^{20} eV (1 electronvoltio = $1\text{eV} = 1.6 \times 10^{-19}$ J. 1eV es la energía que experimenta un electrón al moverse bajo una diferencia de potencial de 1 voltio). Los rayos cósmicos de hasta 10^{13} eV de energía se clasifican como de baja energía y estos se asocian principalmente por la actividad solar, como las fulguraciones y las eyecciones de masa coronal. Los rayos cósmicos con energías entre 10^{14} - 10^{18} eV se llaman de alta energía y su origen es de tipo galáctico, es decir, están asociados a eventos catastróficos dentro de nuestra galaxia como las supernovas, donde estrellas con masa de más de cinco veces la masa del sol explotan produciéndose ondas de choque que en su propagación acelera a la materia que está en su trayectoria. Los rayos cósmicos con energías mayores a 10^{18} eV se les conoce como de super alta energía. Estos son de origen extra galáctico, asociado por ejemplo a hoyos negros supermasivos, que aceleran y energizan a la materia circundante en cada rotación en torno al centro del hoyo, a tales energías, parte de esa materia escapa alcanzando nuestra galaxia, nuestro Sistema Solar y la Tierra. El Observatorio Pierre Auger enfocado al estudio de los rayos cósmicos por arriba de 10^{18} eV de energía, reporto en el año 2007 [3], que los eventos registrados por

este observatorio tuvieron su origen en la constelación Centaurus, constelación que tiene asociado una galaxia de núcleo activo. Lo más relevante de los rayos cósmicos de ultra alta energía es que su tasa de llegada a la tierra es de ¡1 partícula por metro cuadrado por siglo!

La tasa de llegada se incrementa conforme la energía disminuye. Así, para rayos cósmicos de alta energía su tasa de llegada es de 1 partícula por metro cuadrado por año. Para rayos cósmicos de baja energía, se tiene una tasa de llegada en promedio de 1 partícula por metro cuadrado por segundo. Esto nos indica que si queremos estudiar rayos cósmicos de alta o ultra alta energía tendremos que agrandar nuestra superficie de detección de rayos cósmicos para incrementar el flujo.

Experimentos que estudian los rayos cósmicos

En la actualidad hay muchos experimentos alrededor del mundo que están enfocados al estudio de los rayos cósmicos. Cada experimento emplea una técnica de detección que puede ser, una detección directa o una de forma indirecta. Cabe aclarar que, los rayos cósmicos antes de chocar con la atmosfera de la Tierra se les conoce como rayos cósmicos primarios. Los rayos cósmicos después de chocar con los átomos de la atmosfera de la Tierra crean una cascada de partículas, a estas nuevas partículas generadas a partir del rayo cósmico primario se les conoce como rayos cósmicos secundarios o cascadas atmosféricas extensas.



Así entonces, para una detección directa, comúnmente son experimentos que están fuera de la atmosfera, con superficies de detección de centímetros cuadrados y a bordo de satélites incluyendo la estación espacial internacional.

La detección sucede cuando los rayos cósmicos primarios impactan de forma directa el área sensible de detección del experimento, debido a esto se puede evaluar directamente su energía y por medio de campos electromagnéticos se puede determinar la carga del rayo cósmico primario.



En la imagen (tomada de AMS Collaboration [4]) se muestra el espectrómetro magnético alfa (AMS por sus siglas en inglés) que está a bordo de la estación Espacial Internacional. Experimentos basados en una detección indirecta son aquellos que pueden estar sobre la superficie de la Tierra o fuera de ella. Por costos económicos, la mayoría de los experimentos se ubican sobre la superficie terrestre cubriendo amplias áreas de detección.



El Observatorio Pierre Auger, mencionado antes, tiene 1600 detectores que cubre un área de detección de 3000 km². El área de detección está relacionada con el rango de energía de los rayos cósmicos que estudia el experimento. ¡Está área es aproximadamente el doble del área que ocupa la Ciudad de México! El Experimento HAWC [5] (Por sus siglas en inglés High Altitude Water Cherenkov) estudia rayos cósmicos y rayos gama en el rango de los 100 GeV – 100 TeV. Cubre un área de detección de 22 mil metros cuadrados con 300 detectores. Tanto HAWC como Auger, utilizan la radiación Cherenkov (luz ultravioleta) como medio de detección de las partículas secundarias de los rayos cósmicos. En base al número de sensores activados y al ángulo de llegada del chubasco atmosférico de partículas secundarias se reconstruye la señal adquirida para determinar la dirección, composición y energía del rayo cósmico primario.

Respuesta a la pregunta: ¿Por qué es un enigma los rayos cósmicos?

A más de un siglo del descubrimiento de los rayos cósmicos, su origen, composición y propagación aun es causa de objeto de estudio. A lo largo de este tiempo, muchas teorías se han desarrollado, exigió experimentos cada vez más complejos y provocó un desarrollo tecnológico para poder ponerlos en marcha. Además, con el estudio de los rayos cósmicos se comprendió de una mejor manera la física solar, la física de las estrellas y galaxias. En base a las fuentes de rayos cósmicos y gama, se pudieron realizar cartografías no tan solo de las fuentes galácticas sino también ubicar fuentes dentro del universo.

El estudio de los rayos cósmicos también impacta en las precauciones que debemos tener al salir de la atmosfera terrestre e incluyendo el impacto que puede tener en la salud en los viajes transatlánticos en un avión, por ejemplo, por los niveles de radiación cósmica de las cual estamos expuestos. Así mismo, se debería valorar el impacto que tuvieron los rayos cósmicos para la aparición de la vida en la Tierra y su evolución.

Referencias

- 1.- Thomson, J. J. (1897). Cathode Rays. *Philosophical Magazine* 44: 293.
- 2.- Nobel Prize in Physics (1936). Presentation Speech.
www.nobelprize.org/prizes/physics/1936.
- 3.- The Pierre Auger Collaboration. 9 Nov. 2007. Correlation of the Highest-Energy Cosmic Rays with Nearby Extragalactic Objects. *Science* Vol. 318, Issue 5852.
<https://science.sciencemag.org/content/318/5852/938>
- 4.- AMS Collaboration. <https://ams02.space/>
- 5.- HAWC Collaboration. <https://www.hawc-observatory.org>



Enseñanza

Revista Didáctica de las Ciencias
IV Jornadas Académicas
21 de Abril 2021



Determinar la no solubilidad de una ecuación de la forma $ax+by=c$, con a,b,c,x,y enteros positivos en educación básica utilizando materiales didácticos

Abelardo Santaella Quintas
asantaellaq@ipn.mx

Resumen

Las matemáticas a nivel básico, desempeñan un papel preponderante para que los estudiantes desarrollen una forma de pensamiento que les proporcione los recursos que les permitan interpretar y comunicar situaciones que se les presenten en diversos entornos socioculturales de forma matemática; además de técnicas para reconocer, plantear y resolver problemas, además de una actitud positiva hacia el estudio de esta disciplina.

Con base en lo anterior, debemos brindarles las condiciones para que las actividades que desarrollen sean dinámicas y flexibles, estas les permitan formular y validar conjeturas, se planteen preguntas, adquieran y desarrollen procedimientos, además de adquirir las herramientas y conocimientos matemáticos necesarios, se comuniquen, analicen e interpreten ideas y procedimientos de resolución. Esto se logra, por ejemplo, cuando se permite que descubran procedimientos para llegar a un mismo resultado, ya que esto significa que comprenden los procesos y leyes que generan los fenómenos.

La experiencia nos muestra que el material didáctico permite una actitud positiva de los estudiantes hacia las matemáticas, ya que despierta y desarrolla en ellos la curiosidad y el interés por emprender procesos de búsqueda para resolver problemas, la observación para formular conjeturas y la flexibilidad por la utilización de distintos recursos, además de la creatividad intelectual para enfrentarse a situaciones desconocidas.

Objetivo

En los planes y programas de estudio el estudio de las ecuaciones se aborda habitualmente en el nivel secundaria, una vez que se ha formalizado el uso del álgebra, este trabajo propone un abordaje lúdico de acuerdo a los conocimientos y lenguaje matemático que el estudiante ha desarrollado, se propone algunas actividades que pueden desarrollar estudiantes de cuarto grado de primaria. Es decir, el planteamiento que se propone muestra el desarrollo de una dinámica que les permite a los estudiantes de cuarto grado de primaria resolver una situación

asociada a una ecuación de la forma $ax+by=c$, con la restricción de que a,b,c,x,y son enteros positivos.

La solución de esta situación asociada a la ecuación permitirá a los estudiantes que el aprendizaje de las matemáticas puede abordarse de manera lúdica, a través de la experimentación y manipulación del material didáctico, y esto les permita adquieran conocimientos y desarrollen competencias necesarias para la resolución de problemas en su vida diaria que involucren las matemáticas.

Marco teórico

La RIEB (Reforma Integral de la Educación Básica) inició en el 2004 con la Educación Preescolar, en el 2006 con la Educación Secundaria y en el 2009 con la Educación Primaria. Estos niveles conforman la Educación Básica de nuestro país.

La RIEB tiene como propósito central ofrecer a los estudiantes mexicanos una formación coherente con cada uno de sus niveles de desarrollo, con sus necesidades educativas específicas y con las expectativas sociales del futuro de nuestra nación. Establece el mapa curricular de los tres niveles que integran la educación básica, el cual está organizado en campos formativos que se articulan de manera coherente al conjunto de asignaturas que los integran.

Gracias a los cambios a consecuencia de la RIEB, existen diferencias generales dentro del programa. Además de los propósitos educativos, estos cambios incluyen la definición de competencias y aprendizajes esperados como elementos que permiten al docente orientar sus decisiones al organizar y planificar la intervención educativa, así como desarrollar estrategias didácticas y evaluar su quehacer en el aprendizaje de sus estudiantes.

La RIEB identifica cinco competencias básicas para la vida que deberán desarrollarse desde todas las asignaturas y practicarse en situaciones concretas. Estas cinco competencias son:



El docente debe tener siempre presentes estas competencias, pues constituyen maneras de actuar ideales en tareas y contextos concretos. Las competencias manifiestan que ha habido un conocimiento asimilado que da como resultado la capacidad de crear soluciones variadas y pertinentes ante situaciones reales.

Una competencia es la capacidad para desempeñar tareas nuevas, distintas a las que se hicieron en clase, en contextos distintos al ámbito escolar, tomando en cuenta el aprendizaje que se tuvo en el aula.

El trabajo por competencias representa un reto porque une al saber hacer (habilidades), con el saber (conocimiento) y el ser (actitudes y valores) y mueve el rol del docente de su área de confort como expositor y transmisor de conocimientos. Con el aprendizaje basado en competencias, la labor docente pasa a ser la de guiar a los estudiantes en la realización de los proyectos y encaminarlos para que sean promotores de su propio conocimiento.

Es creciente la necesidad de que los niños usen en las matemáticas en su vida cotidiana, por ese es necesario lograr el interés, la curiosidad y la comprensión de la aritmética, la geometría y el álgebra por parte de los estudiantes. En la etapa de la educación primaria, es necesario proporcionar a los niños el material didáctico que les permita desarrollar competencias para adaptarse y transformar la realidad social de manera positiva basados en conocimiento y valores.

En la RIEB se entiende por competencia al conjunto de capacidades, conocimientos, actitudes, habilidades y destrezas que una persona logra mediante procesos de aprendizaje y que se manifiestan en su desempeño en situaciones y contextos diversos.

En el caso de la educación básica, el campo formativo del Pensamiento matemático incluye sólo la asignatura de Matemáticas, y está organizado en tres ejes temáticos que coinciden con los de secundaria:



La aplicación de estos ejes temáticos implica enfrentar a los niños con problemas matemáticos usando diversas estrategias y caminos de solución, en los que intervengan sus conocimientos previos y lleven a cabo procesos que transformen o enriquezcan esas concepciones previas. Esta libertad les permitirá resolver problemas en la escuela y transferir habilidades en el manejo de las matemáticas a la vida cotidiana.

La metodología actual para el estudio de las matemáticas y el desarrollo de las competencias propias de la asignatura requiere de un trabajo colaborativo entre los estudiantes y el profesor, donde este último, además de proponer y plantear problemas matemáticos, permita el análisis de los mismos y proporcione la información que guíe a los estudiantes a identificar las estrategias más eficaces o más sencillas para la resolución de estos.

Desarrollo

A continuación, se describe la propuesta de actividad, se sugiere se trabaje con alumnos de cuarto grado de primaria. La implementación y modificaciones de la misma quedan a criterio del docente.

Preparación

Se sugiere organizar 5 equipos o los que el material disponible permita. Para facilitar la manipulación del material debe utilizarse una superficie plana.

Materiales: los materiales que se describen a continuación forman parte del material didáctico sistema numérico en cubos. Puede reemplazarse, por ejemplo, por las regletas de cuisenaire o diseñarse el material para desarrollar la actividad. Como se indica previamente, la implementación y modificaciones de esta actividad queda a criterio del docente.

- Cubos de tamaño $1 \times 1 \times 1$ cm
- Regletas de todos los tamaños
- Cuadretas de todos los tamaños
- Plantilla

Inicio

Comente a los estudiantes que cuando se menciona un número, éste deja de ser una idea abstracta y puede tener interpretaciones diversas, es decir, puede asociarse a una longitud, un área o un volumen. Indique a los estudiantes que cuando se colocan dos piezas una después de la otra, ésta se asocia con la adición, y que cuando colocamos una a un costado de la otra, ésta se identifica como la

diferencia entre la de mayor longitud y la de menor longitud. Solicite que utilizando la operación de suma o diferencia y un cubo de tamaño $1 \times 1 \times 1$, una regleta de tamaño $2 \times 1 \times 1$, una de tamaño $5 \times 1 \times 1$ y una de tamaño $10 \times 1 \times 1$, se representen los números del 1 al 10. La siguiente figura muestra una solución.

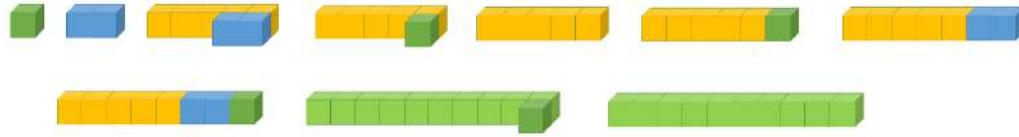


Fig. 1. Representación de los números del 1 al 10.

Plantee a los estudiantes la siguiente situación. Muestre las imágenes de ser posible, o dibújelas en el pizarrón e indique a los estudiantes que las reproduzcan utilizando el material. Pregunte, ¿cuál de las siguientes imágenes geométricas en la figura 2 tiene más área?

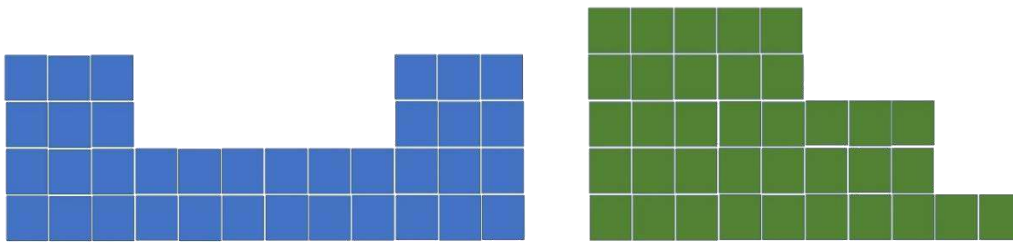
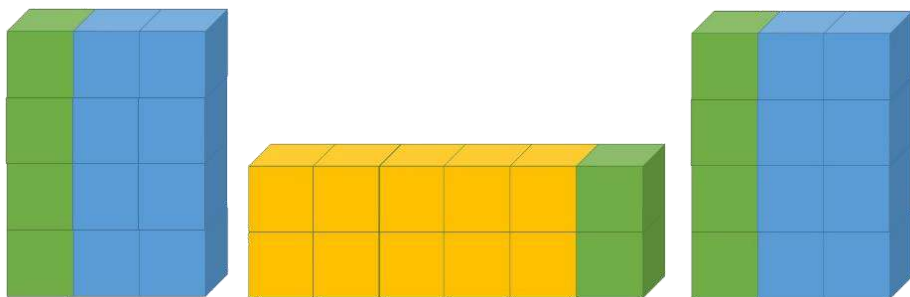


Fig. 2. Figuras a reproducir con el material didáctico.

Solicite calcular el área de las figuras anteriores, por ejemplo, dividiéndolas en partes. A continuación, se muestra un ejemplo:

$$A_T = A_1 + A_2 + A_3$$



$$A_1 = 4 \times 3$$

$$A_2 = 2 \times 6$$

$$A_3 = 4 \times 3$$

Figura 3. Descomposición de suma de áreas utilizando el material didáctico.

Así

$$A_{T^1}=(4\times 3)+(2\times 6)+(4\times 3)=12+12+12=36$$

$$A_{T^2}=A_1+ A_2+A_3$$

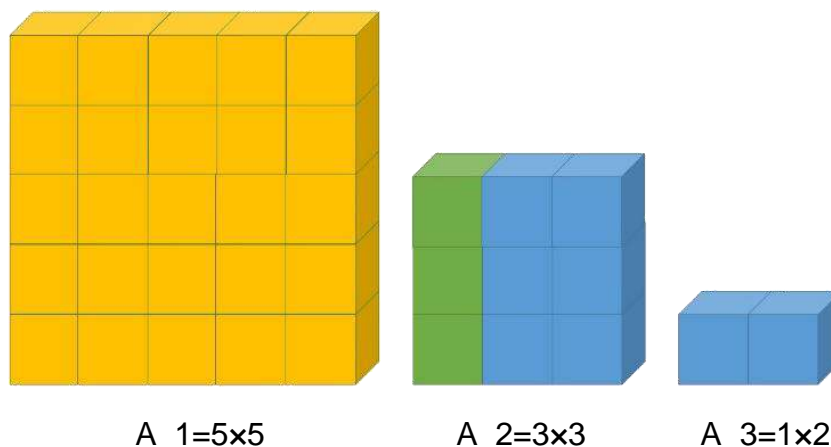


Figura 4. Descomposición de suma de áreas utilizando el material didáctico.

Así

$$A_{T^2}=(5\times 5)+(3\times 3)+(1\times 2)=25+9+2=36$$

Con base en lo anterior se concluye que las 2 figuras tienen la misma área.

Escriba en el pizarrón estas dos descomposiciones y comente a los estudiantes que éstas son conocidas como descomposiciones mixtas, ya que se componen de sumas y multiplicaciones.

$$(4\times 3)+(2\times 6)+(4\times 3)=(5\times 5)+(3\times 3)+(1\times 2)$$

Se deja a criterio del docente el solicitar otras formas de subdividir las figuras anteriores como suma de áreas.

Desarrollo

Indique a los equipos que jugarán un juego llamado “Lo compongo y lo descompongo”, para lo cual se les indicará una cantidad que deberán expresar en la plantilla. Luego se les mencionará que deben utilizar ciertas piezas para expresar esta cantidad en términos de éstas. El número a utilizar de cada pieza está en función del material disponible.

Se muestran ejemplos que puede utilizar para explicar lo anterior a los estudiantes. Indique a los estudiantes que, utilizando la plantilla, expresen el número ciento veintitrés. Esto se muestra en la siguiente imagen.




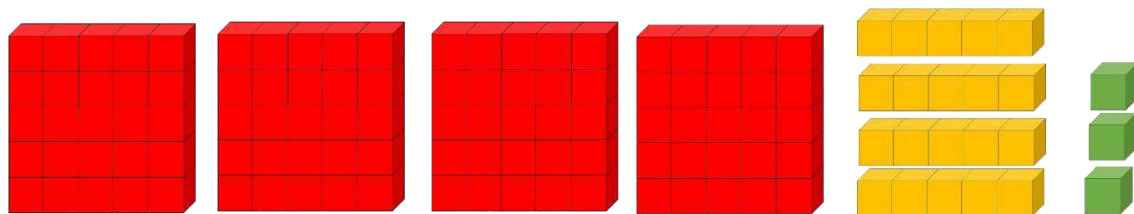
Centenas	Decenas	Unidades
		
1×10^2	2×10^1	3×10^0

Figura 5. Representación del número indicado en la plantilla.

Ahora indíqueles que, utilizando las siguientes piezas, calculen el número que pueden utilizar de las mismas para expresar la cantidad anterior. Además, deben de escribir la expresión correspondiente.

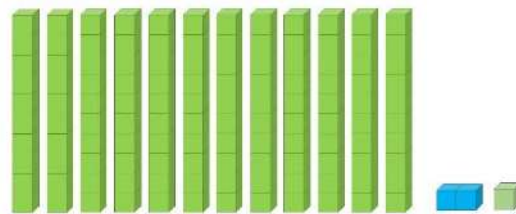
- Utilizar las cuadretas de tamaño $5 \times 5 \times 1$, de $2 \times 2 \times 1$, y las regletas de tamaño $5 \times 1 \times 1$.
- Utilizar las regletas de tamaño $10 \times 1 \times 1$, de $2 \times 1 \times 1$ y los cubos de tamaño $1 \times 1 \times 1$.

Las siguientes imágenes muestran posibles soluciones:



$$123 = (4 \times 25) + (4 \times 5) + (3 \times 1)$$

Figura 6. Representación del número indicado utilizando cuadretas, regletas y cubos.



$$123 = (12 \times 10) + (2 \times 1) + (1 \times 1)$$

Figura 7. Representación del número indicado utilizando regletas y cubos.

En caso de que lo considere necesario el docente puede implementar otros ejercicios, el número de ellos, las cantidades a elegir y el tipo de piezas a utilizar. También puede solicitar a los equipos que cada uno de ellos indique el número y

las piezas a utilizar. Cada uno de ellos debe haber expresado previamente la cantidad con las piezas que indicaron para luego comparar sus resultados con los de sus compañeros.

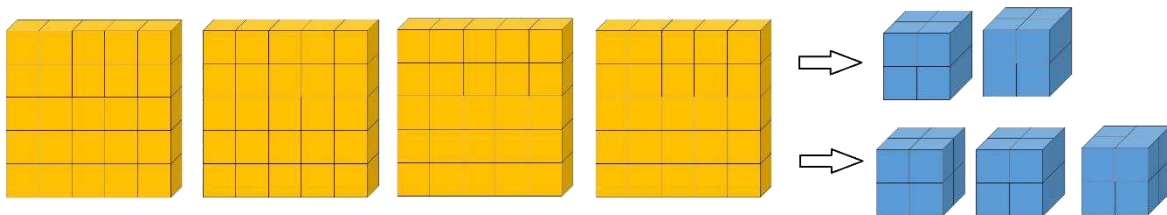
Cierre

En esta actividad, puede utilizarse un cubo de tamaño $2 \times 2 \times 2$, o diseñar una regleta de tamaño $8 \times 1 \times 1$, utilizando las piezas necesarias del sistema numérico en cubos, cualquiera de estas representará al número 8.

Plantee a los estudiantes el siguiente problema:

Se tiene el número 119. ¿Es posible expresar esta cantidad utilizando las cuadretas de tamaño $5 \times 5 \times 1$ y la cuadreta de tamaño $8 \times 1 \times 1$ (o los cubos de tamaño $2 \times 2 \times 2$)? Solicite justifiquen su respuesta.

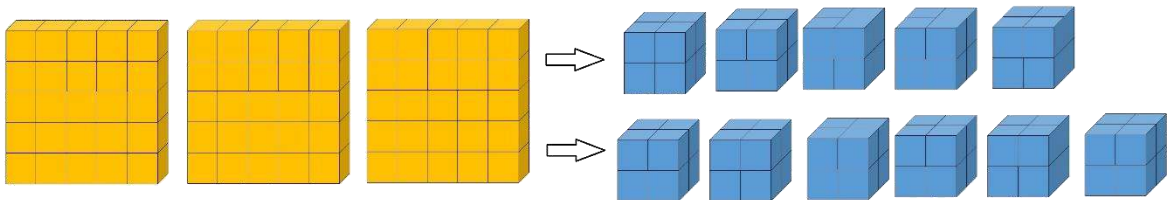
Los estudiantes deben concluir que ninguna combinación de las piezas da como resultado la cantidad indicada. A continuación, se describe esto. Los estudiantes deben de tener en cuenta que la cuadreta representa al número 25 y el cubo al número 8.



$$4 \times 25 + 2 \times 8 = 116 < 119$$

$$4 \times 25 + 3 \times 8 = 124 > 119$$

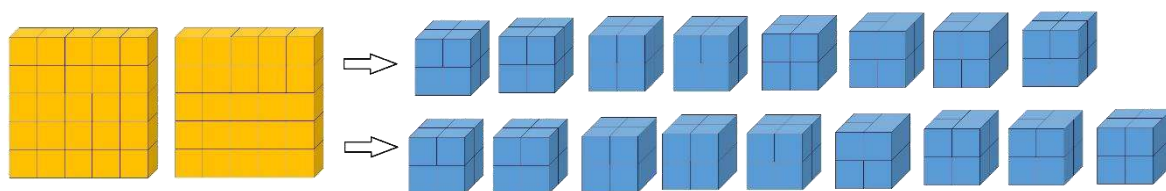
Figura 8. Combinación utilizando cuatro cuadretas.



$$3 \times 25 + 5 \times 8 = 115 < 119$$

$$3 \times 25 + 6 \times 8 = 123 > 119$$

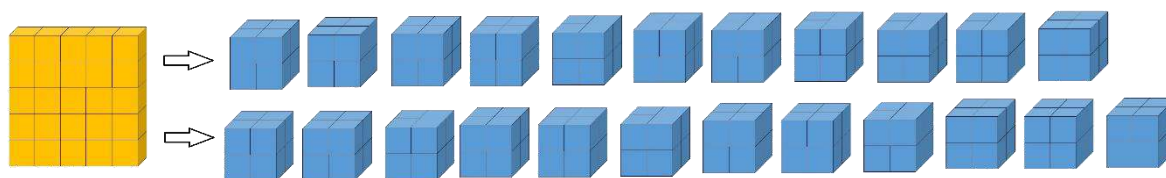
Figura 9. Combinación utilizando tres cuadretas.



$$2 \times 25 + 8 \times 8 = 114 < 119$$

$$2 \times 25 + 9 \times 8 = 122 > 119$$

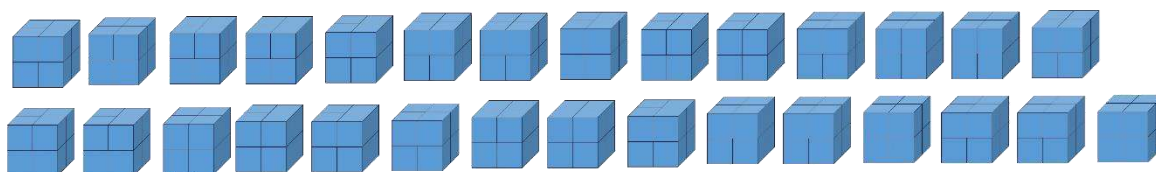
Figura 10. Combinación utilizando dos cuadretas.



$$1 \times 25 + 11 \times 8 = 113 < 119$$

$$1 \times 25 + 12 \times 8 = 121 > 119$$

Figura 11. Combinación utilizando una cuadreta.



$$0 \times 25 + 14 \times 8 = 112 < 119$$

$$0 \times 25 + 15 \times 8 = 120 > 120$$

Figura 12. Combinación utilizando cero cuadretas.

Solicite a los estudiantes enlisten los números encontrados como resultado de las combinaciones positivas de los números 25 y 8, éstos son:

112, 113, 114, 115, 116, 120, 121, 122, 123, 124

Con base en lo anterior los estudiantes deben concluir que no es posible representar a número 119, como una combinación de cantidades positivas del número 25 y del número 8, más aún, también los números 117, 118, no se pueden representar como una combinación de cantidades positivas del número 25 y del número 8.

Solicite a los estudiantes determinar si el número 135 puede expresarse como una combinación positiva de los números 25 y 8.

Observación. La actividad anterior corresponde a la insolubilidad de una ecuación de la forma $8x + 25y = 119$, con la restricción de que x e y sean enteros positivos. En el caso de que esta actividad se implemente a nivel secundaria, es decir, pueda utilizarse la operación de resta o diferencia, los estudiantes, pueden concluir que al omitir la restricción de que x e y sean enteros positivos, la ecuación tiene solución, y no solo una solución, tiene una infinidad de soluciones, a continuación, se indica la solución general.

Consideremos la ecuación

$$8x + 25y = 119$$

Con x, y enteros, entonces la solución es:

$$x = -7 + 25t, y = 7 - 8t, t \in \mathbb{Z}$$

Por ejemplo, para $t = 0$, la solución de la ecuación es

$$8(-7) + 25(7) = 119$$

Por ejemplo, para $t = 1$, la solución de la ecuación es

$$8(18) + 25(-1) = 119$$

Por ejemplo, para $t = -1$, la solución de la ecuación es

$$8(-32) + 25(15) = 119$$

Y podemos proseguir así, con lo cual se observa que en la ecuación al omitir las restricciones sobre x, y , entonces tiene una infinidad de soluciones.

Otra condición interesante sobre los números 25 y 8, es que no tienen factores comunes, con base en lo anterior obtenemos

$$8(-3) + 25(1) = 1$$

Sea $n \in \mathbb{Z}$, entonces

$$8(-3n) + 25(n) = n$$

Es decir, todos los números enteros, se pueden expresar como combinación de los números 8 y 25. Más aún, la ecuación

$$8x + 25y = 1$$

Con x, y enteros, tiene una infinidad de soluciones a saber:

$$x = -3 + 25t, y = 1 - 8t, t \in \mathbb{Z}$$

Las ecuaciones anteriores se llaman ecuaciones diofánticas.

Evaluación

Se sugiere evaluar con la actividad de cierre. Adicionalmente se sugiere una escala estimativa, que integre los siguientes rasgos: encuentre y escribe descomposiciones mixtas de un número; realiza sumas y multiplicaciones con el material; resuelve problemas que impliquen descomposiciones mixtas; se integra al trabajo de equipo.

Aprendizajes esperados

La actividad corresponde al campo formativo de Pensamiento matemático, el eje temático corresponde al Sentido numérico y pensamiento algebraico, el tema corresponde al Significado y uso de las operaciones, el subtema es Adición y multiplicación, los aprendizajes esperados corresponde a Identificar y comparar números escritos como expresiones aditivas o mixtas (adiciones y multiplicaciones), y los conocimientos y habilidades corresponden a Encontrar y escribir distintas descomposiciones aditivas o mixtas (adiciones y multiplicaciones) de un número.

Independientemente de los aprendizajes esperados que indica el plan y programas de estudio de la educación básica de nivel primaria o de nivel secundaria. La actividad favorece las habilidades kinestésicas (saber hacer), la creatividad y la flexibilidad de pensamiento, además de proporcionar y favorecer el uso de estrategias aritméticas, geométricas para abordar problemas algebraicos planteados de forma implícita.

Referencias

Jesús Alarcón Bortolussi, Elisa Bonilla Rius, Rocío Nava Álvarez, Teresa Rojano Cevallos, Ricardo Quintero. (1994). Libro para el maestro, Educación Secundaria. México: Secretaría de Educación Pública.

Lynn Arthur Stenn. (2008). La enseñanza agradable de las matemáticas. México: Limusa.

Édouard Lucas. (2007). Recreaciones matemáticas. España: Libros Ediciones Nivola

Bruno D'Amore (2005). Bases filosóficas, pedagógicas, epistemológicas y conceptuales de la Didáctica de la Matemática. Editorial Reverte.

<https://educacionbasica.sep.gob.mx/>

Actividades virtuales para el aprendizaje de la geometría euclidiana en el nivel medio superior

Ramírez Chávez Diego
dramirez1505@alumno.ipn.mx

Resumen

El contexto actual que se vive en el mundo que ha obligado a adaptarse a un entorno digital, así que las TIC han sido de gran apoyo para la educación, su uso más que una opción o un extra a la enseñanza y actividades para los alumnos se vuelve indispensable, y se debe obtener el mayor provecho de las mismas, en este caso hacia actividades para el aprendizaje de la geometría euclidiana.

Este trabajo presenta propuestas de actividades virtuales para el aprendizaje de este tema en el nivel medio superior. La propuesta está encaminada a los temas relacionados a los ángulos, puntos importantes de triángulos y figuras geométricas en general.

Objetivo

El trabajo pretende dar una opción viable al uso de las TIC en la enseñanza de la geometría. Al ser un área donde es más evidente el uso de recursos visuales, el uso de tecnologías facilitará esta tarea y se empleará su uso al desarrollo de actividades que faciliten su aprendizaje y el alcance de objetivos de curso en base a ciertos indicadores que se mencionan más adelante.

Marco teórico

Dada la situación que en México se presentó en el año 2020, la educación en línea tuvo un avance acelerado para poder satisfacer las necesidades del aprendizaje. Si bien, muchas de estas herramientas no son nuevas, en algunos casos sí son muy poco conocidas o completamente desconocidas.

Los roles tanto de estudiantes como docentes se modifican, por el simple hecho de no tener clases presenciales, y no tener los beneficios exclusivos que otorgaba el factor presencial. Pero no significa que no pueda haber ciertas adaptaciones, que si bien no se ejecutarán de la misma forma. Puede ser un acercamiento de lo que se podía hacer. Ahora, a esto se suman los beneficios de la modalidad no escolarizada, que bien desarrollados y ejecutados pueden hacer mucho por el aprendizaje de los estudiantes.

Respecto al rol del docente en la educación en línea, pasa de ser transmisor de conocimiento a facilitador del aprendizaje (Silva, 2010). Mencionado por Harasim et al. (2000), el aprendizaje del grupo en red está centrado en el alumno y requiere un papel diferente del profesor, más cercano podríamos decir, a pesar de la distancia física evidente.

De acuerdo con el modelo de Van Hiele para la enseñanza de la geometría, se tienen 5 niveles que se suelen enumerar del 0 al 4 [Tabla I (Fouz y De Donosti 2005)]. Estos niveles son:

0. Visualización y reconocimiento
1. Análisis
2. Ordenación o clasificación
3. Deducción formal
4. Rigor

Tabla I. Elementos explícitos e implícitos de los niveles del modelo de Van Hiele

NIVEL	ELEMENTOS EXPLÍCITOS	ELEMENTOS IMLÍCITOS
0	Figuras y objetos.	Partes y propiedades de las figuras y objetos.
1	Partes y propiedades de las figuras y objetos.	Implicaciones entre figuras y objetos
2	Implicaciones entre propiedades de figuras y objetos.	Deducción formal de teoremas
3	Deducción formal de teoremas.	Relación entre los teoremas (Sistemas axiomáticos)

En el nivel 0 se perciben los objetos en su totalidad, se deja de lado totalmente la formalidad, y se familiariza con las formas en su enfoque visual.

Para el nivel 1, se tiene un acercamiento a la formalidad, al percibir componentes y propiedades de los elementos geométricos, ya sea mediante observación o experimentación.

El nivel 2 del modelo de Van Hiele, representa que se puede lograr describir de manera formal figuras geométricas y hacer clasificaciones también de manera formal. También se pueden seguir demostraciones, aunque no se entiendan en la estructura en muchos casos.

Ya en el nivel 3, se pueden demostrar lógicamente ciertas propiedades y se logra el entendimiento de las mismas partiendo de ciertas proposiciones o premisas.

Finalmente, en el cuarto nivel, se tiene un entendimiento más abstracto de la geometría, sin necesidad de ejemplos concretos.

Desarrollo

La propuesta se enfoca más a la unidad de aprendizaje de Geometría y Trigonometría que se imparte en el segundo semestre de los Centros de Estudios Científicos y Tecnológicos del Instituto Politécnico Nacional (CECYT- IPN), enfocado a lo que se presenta como la Unidad 2 de ese curso que está enfocado a la geometría euclidiana.

A las actividades se les da un orden que va desde las simples a las complejas y de concretas a abstractas. Esto con la finalidad de un incremento congruente de la dificultad y abstracción para lograr que a los alumnos no les sea más difícil de lo necesario el aprender geometría euclidiana como se muestran en la Tabla II.

Evidentemente, no todos los estudiantes tienen acceso a estas tecnologías como pueden ser un celular con conexión a internet, una computadora personal, tecnologías que para algunos se pueden considerar como básicos. Otros, quizá tengan alguno de esos recursos, pero en general, si se cuenta con dificultad para tener acceso a algunos recursos, como lo podría ser el acceso al programa “The Geometer’s Scketchpad” [Fig. 1], o “Geogebra” [Fig. 2], el docente puede cumplir un rol en el que muestre el uso de este programa, sin necesidad de que el alumno haga las actividades en el programa. En esto entra la adaptabilidad de algunas de las actividades que se puedan realizar “a mano” y no con ayuda de la tecnología.

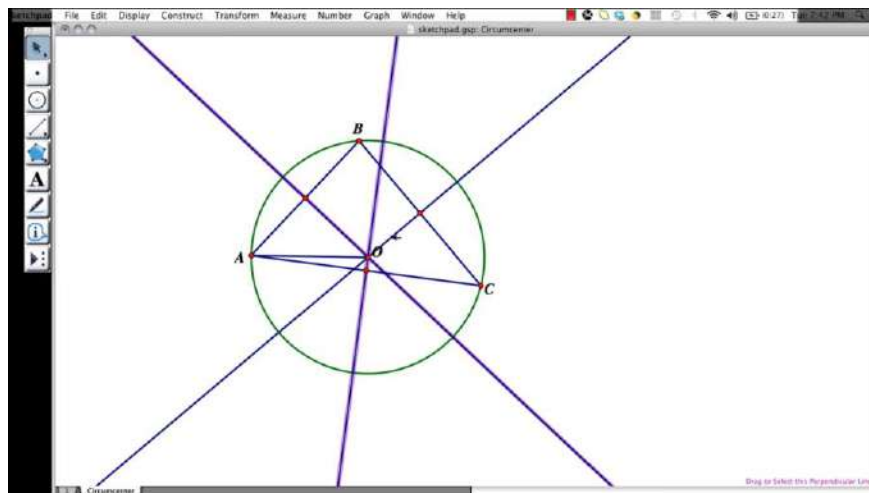


Fig. 1 Actividad realizada en ‘The Geometer’s Scketchpad’

Pero se le da un enfoque a la situación en la que se pueden realizar las actividades virtuales sin complicaciones respecto al acceso al recurso.

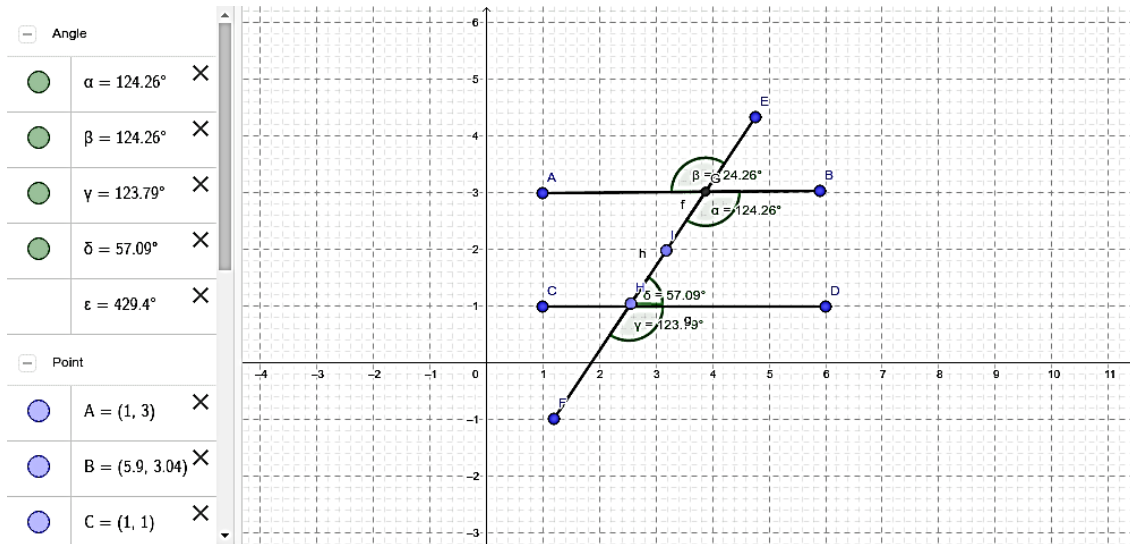


Fig. 2 'Geogebra'

Tabla II. Actividades virtuales propuestas

Resultado de aprendizaje propuesto (RAP)	Actividad	Desarrollo
Identificar los conceptos de la geometría euclidiana y el método axiomático deductivo para establecer un lenguaje formal	Relación de elementos básicos en lenguaje cotidiano, gráfico y simbólico.	Mostrar en la web, los conceptos propuestos dibujos y símbolos, y en grupo, ir relacionando los conceptos. Obteniendo ya sea un mapa mental, conceptual o algún otro recurso desarrollado con libertad creativa del grupo.
	Construcción de elementos geométricos por computador.	Mediante un graficador, como podría ser Geogebra, ir construyendo elementos geométricos, explicando la definición de una manera coloquial, y grupalmente ir definiendo los elementos de manera formal.

<p>Analiza comparativamente las diferentes figuras geométricas y sus propiedades en su entorno académico y social.</p>	<p>Visualización de ejemplos extraídos de recursos audiovisuales.</p>	<p>Considerar recursos audiovisuales que muestren la aplicabilidad y el contexto cotidiano de los elementos geométricos.</p>
	<p>Búsqueda de ejemplos por parte de los alumnos de la aplicación de elementos geométricos en la vida cotidiana o un contexto de su interés</p>	<p>Ahora, promoviendo el uso de las TIC por parte de los alumnos,</p>
	<p>Introducción al uso del programa “The Geometer’s Scketchpad”</p>	<p>Presentación del programa “The Geometer’s Scketchpad”, haciendo uso de algunas de sus funciones básicas, útiles para las cosas más fundamentales que se usarán para el curso, como lo pueden ser el trazado de rectas, construcción de triángulos y otros polígonos.</p>
	<p>Construcción de figuras con ayuda de elementos virtuales.</p>	<p>Con la ayuda del programa The Geometer Scketchpad, simular la construcción de elementos geométricos como el círculo, triángulo y otros polígonos.</p>
	<p>Identificación de puntos importantes dentro de los triángulos en el software especializado.</p>	<p>En el mismo programa The Geometer’s Scketchpad, avanzar en su uso, ahora construyendo e identificando ciertos puntos importantes dentro de los distintos triángulos que serán contruidos por los alumnos.</p>
<p>Utiliza el método axiomático deductivo y las propiedades de las figuras geométricas para solucionar problemas en su entorno académico y social.</p>	<p>Resolución de problemas aplicados a la vida cotidiana</p>	<p>Con ayuda de recursos audiovisuales, basado en los ocupados en las actividades pasadas, resolver problemas propuestos cuya solución y forma de llegar a ella esté estrechamente relacionada al ejemplo o aplicación.</p>

	<p>Solución de problemas abstractos, pero con un punto de vista geométrico.</p>	<p>En esta actividad, la aplicabilidad de las soluciones y los métodos no son visibles de manera evidente, por lo que se escala en el nivel de abstracción.</p>
	<p>Solución de problemas desde un punto de vista más abstracto.</p>	<p>Dada la visibilidad y aplicabilidad de las soluciones anteriores, se puede desarrollar más el pensamiento abstracto con la resolución de problemas cuyo contexto o aplicabilidad son aún menos evidentes o quizá totalmente abstractos.</p>

Aprendizajes esperados

El resultado esperado es que se facilite el aprendizaje de la geometría euclidiana en el curso, parte importante para el desarrollo del resto del curso, el desarrollo de las competencias esperadas para la unidad de aprendizaje.

Se espera también que se cumplan ciertos indicadores, y adquieran las competencias que se esperan del plan de estudio

Para la educación en línea de las matemáticas, más específicamente de la geometría, otro aprendizaje esperado es un mejor manejo de las TIC para distintos objetivos, como la obtención de información y el uso adecuado de los recursos tecnológicos.

Al final, uno de los objetivos principales de esto es que los métodos empleados para la educación virtual no sean mal usados, o peor aún, no utilizados, provocando que la educación tenga un decremento en la calidad de los conocimientos obtenidos.

Referencias

Instituto Politécnico Nacional, Programa de estudios de la unidad de aprendizaje: Geometría y trigonometría, 2008

Fabrés R. (2016) Estrategias metodológicas para la enseñanza y el aprendizaje de la geometría, utilizadas por docentes de segundo ciclo, con la finalidad de generar una propuesta metodológica atinente a los contenidos. *Estudios Pedagógicos XLII*, No. 1 pp. 87-105.

Fouz, F. y De Donosti, B. (2005). Modelo de Van Hiele para la didáctica de la geometría. *Un paseo por la geometría*. Recuperado de <http://divulgamat.ehu.es/weborriak/TestuakOnLine/04-05/PG-04-05-fouz.pdf>

Gamboa A. R., Ballesteros A. E. (Julio-Diciembre, 2004) La enseñanza y aprendizaje de la geometría en secundaria, la perspectiva de los estudiantes *Revista Electrónica Educare*, Vol. XIV, (Núm. 2), pp. 125-142

Harasim, L., S. Hiltz, M. Turoff, y L. Teles, *Redes de aprendizaje: guía para la enseñanza y el aprendizaje en red*, Barcelona, 2000, Gedisa/EDIUOC.

Silva Quiroz, J. (Marzo, 2004) El rol moderador del tutor en la conferencia mediada por computador, *EduTec. Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, (Num. 17)

Silva Quiroz, J. (julio-septiembre 2010) El rol moderador en los entornos virtuales de aprendizaje, *Innovación Educativa*, Vol. 10 (Num. 17).

Implicaciones económicas de los REA en la salud y educación de grupos envejecidos. Análisis situado en el contexto de la enseñanza de las matemáticas en nivel superior

Pérez-Nova María Antonieta.¹, Pérez-Nova José Luis²,
Rovaldo Sandoval María de la Luz³ Salcedo Pérez Diana.⁴
artnova.00@gmail.com

Resumen

Promover prácticas educativas para estudiantes de matemáticas de los primeros cursos de educación superior, que favorezcan su reflexión acerca de la necesidad de promover estrategias que impacten en el desarrollo de las personas envejecidas para generar mejores condiciones de vida en estudiantes con alguna enfermedad crónica. Estas prácticas están inmersas en uno de los nuevos paradigmas de la emergente economía del conocimiento. En este trabajo identificamos algunos de los componentes relacionados con las nuevas orientaciones de la producción de conocimientos, la relación de la educación y del desarrollo tecnológico con las tendencias en los movimientos poblacionales (natalidad, envejecimiento, enfermedad) y algunas necesidades de los diversos sectores productivos de la economía. Esta actividad es ejemplo del conocimiento situado que pueden desarrollar estudiantes y profesores de matemáticas en diferentes carreras.

Objetivo

Presentar un ejemplo de aprendizaje situado en la enseñanza de las matemáticas a nivel superior, incorporando la forma en que los Recursos Educativos Abiertos o REA pueden incidir en la salud y educación de grupos envejecidos dentro de las nuevas prácticas que la economía del conocimiento requiere.

Marco teórico

El aprendizaje situado en la enseñanza de las matemáticas a nivel superior debe incorporar elementos de impacto educativo, pedagógico, de reto intelectual y motivacional para todos los estudiantes, adicionalmente consideramos que el

¹ M. en C., Docente Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, UNAM

² M. en P., Docente Universidad Católica Lumen Gentium

³ Maestra, Tutora en línea, Sistema Institucional de Tutoría, UNAM

⁴ Estudiante de la carrera de QFB, Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, UNAM

compromiso social de la educación nunca debe quedar a un lado de la praxis docente es por esto que en este artículo se muestra la forma en que los estudiantes pueden utilizar diversos recursos digitales y aportar al entendimiento de una problemática social en el cumplimiento de los objetivos de aprendizaje particulares que tienen las diversas asignaturas de Matemáticas.

El caso situado que plantea esta propuesta describe una de las actividades pedagógicas que los estudiantes de Matemáticas I y Matemáticas II de la carrera de Química Farmacéutico Biológica de la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza de la UNAM, realizan (QFB- FES Zaragoza, UNAM) y que no sólo se apega al programa académico sino, además, aporta al perfil de egreso de las carreras de Química en la UNAM, a saber: *efectúa análisis clínicos y contribuye al diagnóstico y la prevención de enfermedades con la finalidad de mantener y recuperar la salud, bajo las recomendaciones de la Organización Mundial de la Salud a través de una formación científica, tecnológica y social* (Oferta académica, QFB, FES Zaragoza).

Los objetivos de aprendizaje de los cursos de Matemáticas y Estadística son muy específicos, pero compatibles con diversas propuestas para que los estudiantes tengan retos y logren contextualizar sus aprendizajes al describir una particular problemática social, científica o de salud. Estos retos no solo motivan su creatividad, sino que, además, les permite ver que las Matemáticas o la Estadística son áreas del conocimiento que no se quedan constreñidas a un salón de clases.

La investigación que realizan en clase comienza desde el día uno, donde el docente muestra la magia que pueden hacer con lo que aprenden o aprenderán en la asignatura. Es una forma de enamorarlos por la ciencia y por las matemáticas. Paulatinamente, y con el avance del curso, van reforzando las aplicaciones hasta que son capaces de reportar una investigación de interés y que siempre aporta a su formación analítica y de investigación como profesionales de la carrera de QFB. La actividad busca que desarrollen la capacidad de buscar información especializada y que sean capaces de describirla con gráficas, tablas y que calculen alguna función mediante el uso de Excel.

Así pues, los objetivos se dirigen a dos puntos, el primero es que el estudiante sea capaz de aplicar los conocimientos que adquiere en la asignatura en una problemática particular, el segundo implica el desarrollo de competencias de investigación, como la formulación de una hipótesis de trabajo.

En particular, la propuesta didáctica que aquí presentamos busca mostrar que *los REA pueden estimular procesos educativos comunitarios que faciliten la adquisición tecnológica en favor del bienestar, el crecimiento económico y la equidad en una*

población que envejece o que tiene problemas de salud y que desconoce los alcances de la tecnología. Mostraremos la investigación documental que debe realizar el estudiante, la captura y presentación de datos y las conclusiones.

Como todo aprendizaje situado, la construcción del conocimiento es incentivado por el trabajo en equipo y colaborativo en un marco de ética y el bien común, no obstante, con este particular punto de vista del aprendizaje situado, los estudiantes desarrollan diversas habilidades requeridas en un mundo digital, así pues las habilidades técnicas de búsqueda de información, las profesionales relacionadas con su carrera y las habilidades especializadas en TIC permiten impulsar en los alumnos los aspectos de innovación en un ecosistema digital (OCDE, 2015a; OCDE, 2016a).

Desarrollo

Los estudiantes de Matemáticas y Estadística son situados en una problemática de interés; en primera instancia se presentan los objetivos de aprendizaje de la actividad y estos se correlacionan con los de la asignatura. En matemáticas I aprenden el concepto de función y derivada, así que, los estudiantes de dicha asignatura grafican datos provenientes de alguna fuente especializada y trazan la gráfica para que, con ayuda de Excel, obtengan la función que mejor describa la curva. Los estudiantes siempre están revisando información como la que se presenta en las referencias de este artículo por lo que revisan artículos de revistas especializadas para que aprendan a utilizar Recursos Educativos Abiertos (REA) además utilizan recursos de interés como los que tiene la página de la OCDE.

La siguiente acción es plantear una metodología de solución al problema inicial. La solución a la problemática queda esquematizada en una serie de pasos que son el esquema propuesto de este artículo, de esta manera los estudiantes simulan ser los autores de los artículos, los pasos son:

1. Definición del tema de investigación y presentación del título.
2. Resumen
3. Planteamiento de objetivos.
4. Planteamiento de hipótesis de trabajo.
5. Descripción del Estado del arte e investigación bibliográfica en diversos REA para fundamentar el marco teórico de la investigación.
6. Descripción gráfica de la problemática y cálculo de las funciones que describen la tendencia.
7. Conclusión.
8. Reporte de referencias.

A continuación, presentamos las actividades específicas que realizan los estudiantes, en relación con la movilización de conocimientos que pondrán en juego al resolver el problema planteado al inicio. En el anexo 1 presentamos el reporte tal y como lo entregan al final del curso.

En relación con las competencias investigativas, la elaboración de la hipótesis de trabajo y el estado del arte son competencias investigativas que permitirán a los estudiantes plantear un problema de investigación fundamentado, partiendo de las oportunidades para enriquecer el campo de estudio que observan en la revisión de la literatura especializada. La emisión de conclusiones, a partir del análisis de datos obtenidos de la literatura especializada.

En cuanto a la matemática, la obtención de datos reales y la realización de los cambios de representación (tabular, gráfico y simbólico) e interpretación de estos.

Aprendizajes esperados

Los estudiantes aprenden el concepto de función de manera dinámica, a través de búsqueda de información especializada y mediante el trazo de gráficos que, en conjunto les permiten desarrollar procesos elevados de pensamiento.

El procesamiento de datos no es lo único en lo que se centra el aprendizaje sino, además, en el análisis. Nuestro estudio es innovador pues el proceso analítico comienza desde el diagnóstico e involucra algunas de las tendencias tecnológicas actuales que están modificando los sectores productivos y que, a su vez generan nuevos paradigmas en el conocimiento.

El análisis de algunos de los componentes de las nuevas orientaciones en la producción de conocimientos en nuestra sociedad tiene que ver, según nuestra propuesta, con el desarrollo tecnológico y con el análisis de los movimientos poblacionales (natalidad, envejecimiento, enfermedad) aquí seleccionados.

Nuestro trabajo sigue el objetivo 4 de la Agenda 2030 de la ANUIES, ya que garantiza “una educación inclusiva, equitativa y de calidad”, y establece las bases para generar “oportunidades de aprendizaje durante toda la vida para todos” (Agenda 2030, 2018), de aplicarse esta metodología en otros sectores de la educación o desde estudios que pueden ser considerados terciarios, podríamos incidir en el desarrollo económico, social y cultura para incrementar la competitividad del país en un marco de equidad y bienestar para la población.

Esta experiencia de aprendizaje puede establecer antecedentes prometedores para la educación terciaria ya que, apoyada por los REA, podría ser una alternativa

pedagógica con costo-efectividad óptimo. El incremento en la esperanza de vida de la población y el uso masivo de REA nos lleva a pensar que los REA pueden favorecer la inclusión y desarrollo de personas envejecidas o de pacientes con diversas enfermedades crónicas o no trasmisibles.

Por otro lado, la discusión que se tiene con los estudiantes dentro de clase incluye el análisis de cómo los REA se presentan como una alternativa viable que facilita el vínculo de la educación presencial o a distancia con el uso educativo en las ENT, este vínculo es el que buscamos para minimizar la pérdida en la acumulación de capital humano por disminución en la productividad debida al menor acceso a la oferta educativa y laboral. Consideramos que la intervención pedagógica con REA puede mejorar la educación superior en la población envejecida o con problemas de salud crónica y transformarla para hacerla, pertinente, actualizada y de calidad.

Es imperante establecer que la crisis sanitaria que vivimos acelera a pasos agigantados el uso masivo de tecnología, pero también nos permite ver las intervenciones de los gobiernos en materia de salud y educación, a este respecto, de acuerdo con lo analizado encontramos lo siguiente:

Existe desinversión en Salud, Educación y Servicios culturales (entre los que se encuentra el deporte) con graves efectos en el bienestar de la población analizada y que empeoró en la época covid que actualmente vivimos y la cual debe ser combatida. A este respecto consideramos que los REA son el factor que apoyará la educación superior al generar nuevas formas de producción del conocimiento al concebir poderosas oportunidades de acciones colectivas (OECD, 2004).

Los REA pueden apoyar el desarrollo de proyectos sociales de acción comunitaria al facilitar la intervención en la transformación de la población envejecida o con problemas de acceso a la educación debidas a la presencia de ENT. Los REA y el trabajo comunitario con esta población se perfilan como ideales para resolver las problemáticas educativas que cruzan estas poblaciones.

Nuestra propuesta considera importante generar distintos frentes para realizar acciones costo-efectivas que favorezcan el envejecimiento activo y saludable, pensamos que es importante enfocar nuestros esfuerzos para buscar opciones apoyadas en recursos educativos abiertos que abatan un problema específico que presentan las personas envejecidas y las personas con ENT: la falta de oportunidades educativas y la falta de inclusión laboral y tecnológica.

Finalmente, el tema que no se tocó en esta investigación es el tema de la exclusión social por acceso a internet ya las TIC's, pero ese será tema de otro artículo.

Anexo 1

Implicaciones económicas de los REA en la salud y educación de grupos envejecidos

Resumen

En este trabajo identificamos algunos de los componentes relacionados con las nuevas orientaciones de la producción de conocimientos, la relación de la educación y del desarrollo tecnológico con las tendencias en los movimientos poblacionales (natalidad, envejecimiento, enfermedad) y algunas necesidades de los diversos sectores productivos de la economía.

Palabras clave

Recursos Educativos Abiertos (REA), Vulnerabilidad, Enseñanza de las matemáticas, Economía del conocimiento.

Objetivo

Presentar un ejemplo de aprendizaje situado en la enseñanza de las matemáticas a nivel superior incorporando la forma en que los REA pueden incidir en la salud y educación de grupos envejecidos dentro de las nuevas prácticas que la economía del conocimiento requiere.

Hipótesis

Los REA facilitan diversos procesos educativos que, en la comunidad de adultos mayores y en la población con enfermedades crónicas, pueden ser decisivos para mejorar su bienestar medido en el ingreso e inclusión social y tecnológica para incrementar la dinámica de la Economía del conocimiento en grupos vulnerables.

Estado del arte

La Economía del conocimiento analiza la forma en que emergen nuevos paradigmas que transforman el uso de las tecnologías y que estimulan la innovación y el fortalecimiento de la actividad económica de diversos sectores de la población (OECD, 2004). A la luz de esta Economía debemos analizar cómo se integran, de manera intensiva, diversos procesos comunitarios en búsqueda de seguridad social, de salud y de participación económica para incrementar sus ingresos y su bienestar. En este trabajo nos enfocamos a dos grupos que crecen en nuestra sociedad: las personas envejecidas y las que tienen algún problema de enfermedad crónica no transmisible (ENT). En América Latina, estos grupos se caracterizan por “una alta incidencia de pobreza, una persistente y aguda inequidad social, un escaso desarrollo institucional, una baja cobertura de la seguridad social y una probable tendencia hacia la disminución del apoyo producto de los cambios en la estructura y composición familiar.” (CEPAL/CELADE, 2003, octubre 17). El impacto que en la salud y el desarrollo tienen es relevante si consideramos que crecen “de forma sostenida en numerosos países de ingresos bajos y medios.” (WHO, 2005).

De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (WHO, por sus siglas en inglés), las enfermedades crónicas son enfermedades de larga duración y por lo general de progresión lenta; en 2008, 36 millones de personas murieron de una enfermedad crónica, de las cuales la mitad era de sexo femenino y el 29% era de menos de 60

años de edad. Las enfermedades crónicas no sólo son causa de muerte sino, también, causa de limitada o nula movilidad. Dentro de las enfermedades crónicas, las más alarmantes son las denominadas crónico-degenerativas por presentar en promedio mayor dependencia económica a la familia y por afectar el nivel de vida (educativo y laboral) de la persona que la presenta (WHO, 2019).

Nuestra investigación considera importante generar distintos frentes para realizar acciones costo-efectivas que favorezcan el envejecimiento activo y saludable, pensamos que es importante enfocar nuestros esfuerzos para buscar opciones apoyadas en recursos educativos abiertos que abatan un problema específico que presentan las personas envejecidas y las personas con ENT: la falta de oportunidades educativas y la falta de inclusión laboral y tecnológica.

Tendencias poblacionales y tecnológicas

En América (y en el mundo) se observan dos fenómenos que, como conglomerados, son interesantes y dignos de ser analizados:

- I. a) Incremento de la esperanza de vida, tabla 1. b) Automatización del empleo y la productividad (Manyika, 2017), tabla 2. c) Incremento en la educación terciaria en el mundo, gráfica 1.
- II. d) Envejecimiento de la población (CONAPO, 2012). e) Mayor frecuencia (y muerte prematura) por ENT como la diabetes (Arredondo and De Icaza, 2011, Rodríguez-Abrego, et al, 2007) y f) falta de cobertura en salud y educación en el caso mexicano, gráfica 3.

En materia de salud estamos viendo avances sin precedentes en la historia de la humanidad, los gobiernos, organismos internacionales e instituciones desarrollan programas para que los niños comiencen con una vida saludable y se busca que los enfermos tengan acceso a medicamentos, esto se traduce en una reducción de la mortalidad y aumento de la esperanza de vida (CONAPO, 2017).

Tabla 1. Esperanza de vida

OMS. Región	Año	Ambos sexos	Hombre	Mujer
Américas	2016	76.8	73.8	79.8

Datos de: Global Health Observatory data repository. (2018). Life expectancy and Healthy life expectancy, Data by country. Available at <http://apps.who.int/gho/data/view.main.SDG2016LEXREGv?lang=en>. Elaboración propia.

Estrategias geoeconómicas actuales muestran que las actividades productivas de los países se mueven hacia el fenómeno de la automatización. De acuerdo con el informe Mckinsey, se estima que la automatización puede mejorar la productividad global (nivel macroeconómico) de 0.8 a 1.4% anual y puede compensar el impacto

de la disminución de la población en edad de trabajar en muchos países. Este Instituto pronostica que el 81% de las actividades físicas predecibles son susceptibles de automatización, que el 5% de las profesiones pueden ser totalmente automatizadas y que alrededor del 60% de todas las profesiones tienen actividades automatizables (Manyika, 2017).

México tiene un potencial de automatización de 25.5 millones de empleos de 49.3 millones, esto representa más del 50% del potencial de automatización de los empleos y que implica desplazamiento o despido del personal menos capacitado.

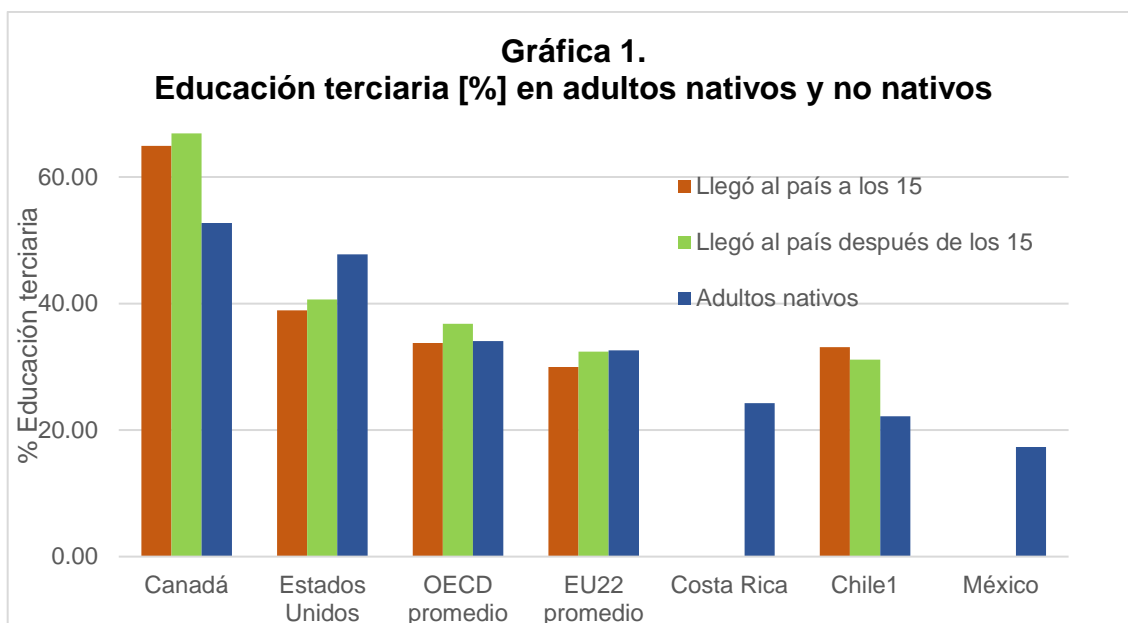
Tabla 2. Variación en el potencial de automatización por sector: Empleos

Sector	Trabajo que puede ser automatizado/ empleos totales en las Américas	Personas empleadas por sector	Empleos automatizables
Agricultura	16.7 millones / 31.6 millones (53%)	8.1 millones	4.7
Construcción	9.4 millones / 19.7 millones, (48%),	3.5 millones	1.6 millones
Manufactura	29.6 millones / 45.6 millones (66%)	7.7 millones	4.9 millones
Transporte y almacenamiento	8.6 millones / 16 millones (54%)	2.2 millones	849700

Datos provenientes de Manyika, 2017, en Informe Mckinsey. Elaboración propia.

Aunada a la tecnificación de las actividades productivas y según el Panorama de la Educación 2018, reporte de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OECD por sus siglas en inglés), se observa graduación a distintos niveles en la educación terciaria. De acuerdo con la UNESCO, la misma OECD o el Banco Mundial, esta educación es importante porque mejora el rendimiento de las instituciones educativas e impacta en el beneficio y preparación de los recursos humanos de los países (OECD, 2018).

En México no es común escuchar el término de educación terciaria, pero esta se refiere a todos los estudios post-secundarios. Este sistema no acredita algún nivel universitario ni técnico, no especifica el tipo de estudio, calidad, duración u otra característica por lo que ninguna formación en este nivel es equivalente. Los estudios terciarios en México observan dificultades de coordinación y planeación tanto para la evaluación como para su consolidación (Canales, 2008), también presentan graves problemas de cobertura (gráfica 1).



Gráfica 1. Elaboración propia. Datos provenientes de OECD. (2018). Education at a Glance 2018: OECD Indicators. Percentage of tertiary-educated native- and foreign-born 25-64 year-olds, by age at arrival in the country (2017). Disponible: <https://doi.org/10.1787/eag-2018-graph12-en>.

Aunado a la falta de cobertura en Educación terciaria, en México existe una tendencia exponencial en el crecimiento del número de personas con 60 años o más. La gráfica dos muestra diferencia entre las tendencias en el crecimiento de sujetos envejecidos en el país. Entre los años 1970-1990 observamos tendencia lineal y entre 1990-2040 el comportamiento exponencial de esta población es muy claro, después de este año parece que la tasa de crecimiento en la población envejecida disminuirá (Gráfico 2).

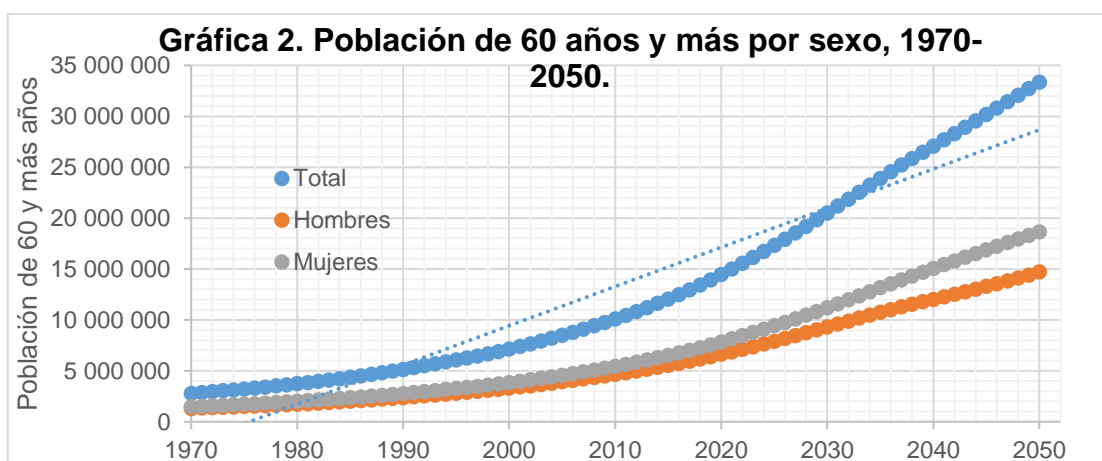
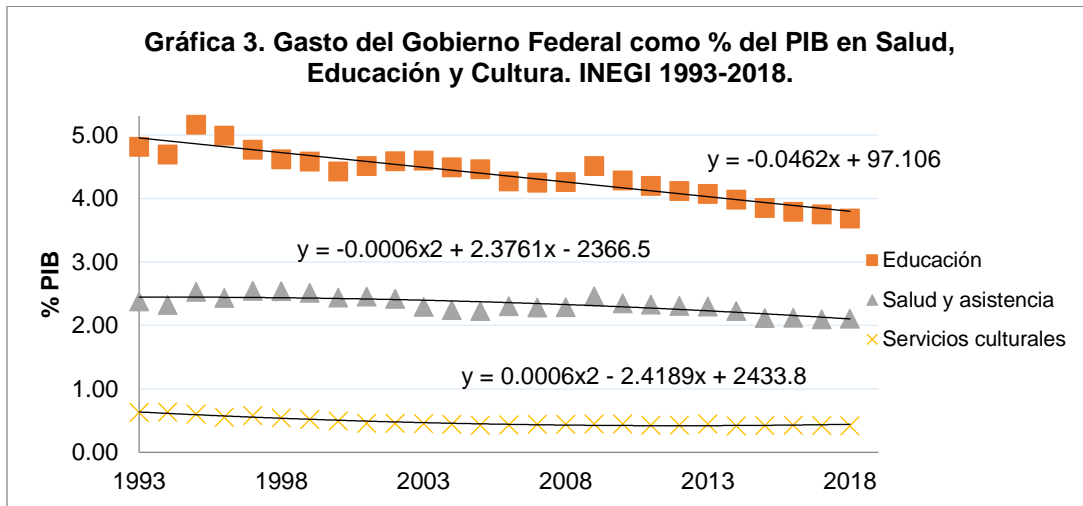


Gráfico 2. Fuente: Estimaciones del CONAPO. (2018). Encuesta intercensal 2015. Base de Datos, Conciliación Demográfica de México, 1950-2015 y Proyecciones de la población de México y de las Entidades federativas 2016-2050. Consultado en agosto de 2019 y disponible en: <https://datos.gob.mx/busca/dataset/envejecimiento-demografico/resource/8d23c5d8-9567-428f-bc53-6d0196f8f66d>. Elaboración propia.

ENT y falta de cobertura en salud y educación en México

México es un país con una creciente población que envejece, con mayor proporción de mujeres que hombres de 60 años o más, un país con falta de cobertura en educación terciaria para sus adultos, con creciente población que enferma de manera crónica, un país de economía emergente con grandes desigualdades en el ingreso de su población y en la falta de oportunidades (Balestra, et al., 2018). Es un país que va a ser muy afectado por la incorporación de tecnologías en los procesos productivos y, de acuerdo con Estadísticas del INEGI (1993-2018) nuestra nación ya es afectada por baja inversión en los sistemas salud, educación, cultura y deporte (gráfica 3).



Gráfica 3, Fuente: INEGI Encuesta Intercensal 2015. Consultada en agosto de 2019 y disponible en: <https://www.inegi.org.mx/programas/intercensal/2015>. Elaboración propia.

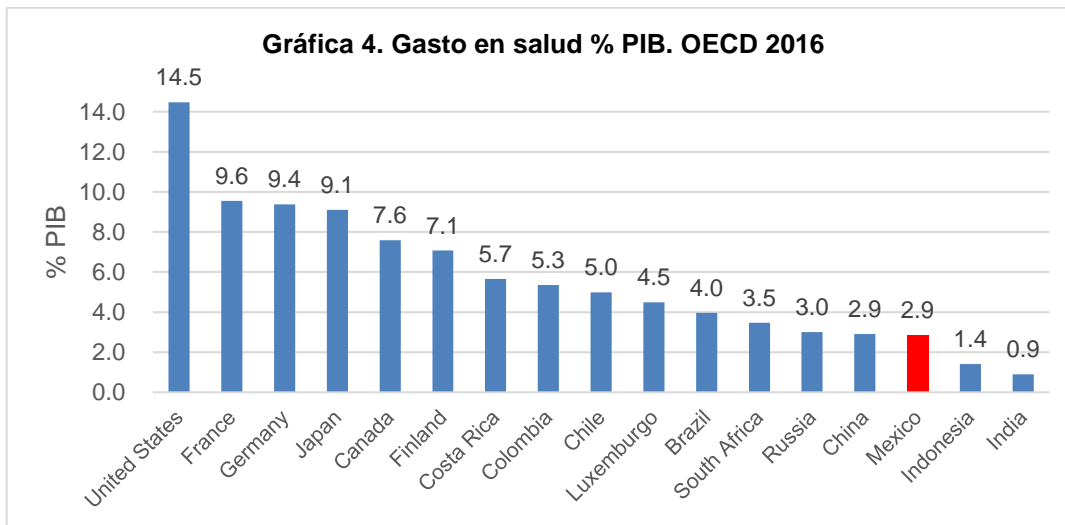


Gráfico 4, Fuente: OECD (2019), "Health expenditure and financing: Health expenditure indicators", OECD Health Statistics (database), (accessed on 27 agosto 2019), <https://doi.org/10.1787/data-00349-en>. Elaboración propia.

En el gráfico 4 podemos visualizar la tendencia en el gasto en educación en países miembros de la OECD, México es uno de los miembros que menos gasta en salud (INEGI, 2018; OECD 2016 y 2019).

Conclusiones

La Secretaría de Salud generó la Declaratoria de Emergencia Nacional en la que se instaba a todas las instituciones del Sistema Nacional de Salud a reforzar acciones contra la diabetes pues según datos de la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (ENASUT, 2012) el 71% de la población adulta padecía obesidad o sobrepeso y el 9.2 % tenía diabetes (Gutiérrez, et al, 2012 y CENAPRECE-DG, 2016). Desafortunadamente este problema se ha agravado.

La OMS ha publicado que en 2018 México ha duplicado el promedio en la incidencia de la diabetes en la población, es decir, el 15.8% en la población de 20 a 79 años padece esta enfermedad siendo las mujeres de más de 60 años las más afectadas, justamente la población más desprotegida en el área de educación terciaria y de mayor proporción.

Además de la diabetes existen otras enfermedades crónicas, degenerativas que afectan a diversos procesos neurológicos. En este trabajo entendemos como compromiso cognitivo o disfunción cognitiva (Díaz-Cortés et al., 2015) cuando se presenta compromiso en la atención, razonamiento, funciones ejecutivas (planeación, organización, secuenciación), memoria, procesamiento visoespacial, lenguaje o velocidad psicomotora (The American College of Rheumatology, 1999; Kozora et al., 2008).

Existen diferentes enfermedades que presentan estas disfunciones como los pacientes que han sido diagnosticados neurolupus o los que tienen algún tipo de demencia, aunque no son exclusivos. Sin tratar de ser exhaustivos en el catálogo de ENT con afectaciones neurológicas, ni con la pretensión de hacer clínica, nos interesa resaltar que, en pacientes con Lupus Eritematoso Sistémico, LES, se observa un compromiso en dominios de atención, memoria visual/verbal, y constituye un gran impacto en el funcionamiento laboral, educacional o social (Bruns and Meyer, 2006). El tratamiento de estos pacientes debe incluir soporte psico-educativo y control de factores de riesgo (Bertsias, et al 2010).

Referencias

ANUIES. (2018). *Visión y acción 2030 Propuesta de la ANUIES para renovar la educación superior en México Diseño y concertación de políticas públicas para impulsar el cambio institucional*. Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior, México. Recuperado en agosto de 2019 de: http://www.anuies.mx/media/docs/avisos/pdf/VISION_Y_ACCION_2030.pdf

Arredondo A., and De Icaza E. (2011). The cost of diabetes in Latin America: evidence from Mexico. *Value Health*. 2011 Jul-Aug; 14 (5 Suppl 1): S85-8. Recuperado en agosto de 2019 de: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21839907>.

Balestra, C., et al. (2018), "Inequalities in emerging economies: Informing the policy dialogue on inclusive growth", *OECD Statistics Working Papers*, No. 2018/13, OECD

Publishing, Paris. Recuperado en agosto de 2019 de: <https://doi.org/10.1787/6c0db7fb-en>.

Bertsias GK, Boumpas DT. (2010). Pathogenesis, diagnosis and management of neuropsychiatric SLE manifestations. *Nat Rev Rheumatol*. 2010; 6:358–67.

Bruns A, Meyer O. (2006). Neuropsychiatric manifestations of systemic lupus erythematosus. *Joint Bone Spine*. 2006; 73:639–45.

Canales, A. (2008). Educación terciaria. *Campus Milenio*. Núm 267 [2008-04-10]. Recuperado en agosto de 2019 de: <https://www.ses.unam.mx/publicaciones/articulos.php?proceso=visualiza&idart=432>.

CEPAL/CELADE. (2003, octubre 17). Las personas mayores en América Latina y el Caribe: diagnóstico sobre la situación y las políticas. Síntesis. Santiago: CEPAL. Recuperado en agosto de 2019 de: https://www.gerontologia.org/portal/archivosUpload/uploadManual/cepal_diagnostico2003.pdf.

CENAPRECE-DG. (2016). Declaratoria de Emergencia Epidemiológica EE-4-2016. Secretaría de Salud, Subsecretaría de Prevención y Promoción de la Salud. Centro Nacional de Programas Preventivos y Control de Enfermedades. Recuperado en agosto de 2019 de: <http://www.cenaprece.salud.gob.mx/programas/interior/emergencias/descargas/pdf/DeclaratoriaEmergenciaEpidemiologicaEE-4-16.pdf>.

CONAPO [Consejo Nacional de Población] (2001), “Retos y oportunidades del cambio en la estructura por edades de la población”, en *Población de México en el nuevo siglo*, México, pp. 249-260.

CONAPO. (2012). Proyecciones de la Población 2010- 2050, CONAPO, México. Recuperado en agosto de 2019 de: <http://coespo.groo.gob.mx/Descargas/doc/15%20ENVEJECIMIENTO%20POBLACIONAL/ENVEJECIMIENTO%20DEMOGR%3%81FICO%20EN%20M%3%89XICO.pdf>.

CONAPO. (2017). Envejecimiento en México. 2017. Recuperado en agosto de 2019 de <https://www.gob.mx/conapo/articulos/envejecimiento-en-mexico?idiom=es>.

CONAPO. (2018). Encuesta intercensal 2015. Base de Datos, Conciliación Demográfica de México, 1950-2015 y Proyecciones de la población de México y de las Entidades federativas 2016-2050. Consultado en agosto de 2019 y disponible en: <https://datos.gob.mx/busca/dataset/envejecimiento-demografico/resource/8d23c5d8-9567-428f-bc53-6d0196f8f66d>.

Díaz-Cortés, D., Correa-González, N. Díaz, M., Gutiérrez, J. y Fernández-Ávila, D. Compromiso del sistema nervioso central en el lupus eritematoso sistémico. *Revista Colombiana de Reumatología*. 2015; 22(1):16–30. Recuperado en julio de 2019 de: <http://www.scielo.org.co/pdf/rcre/v22n1/v22n1a04.pdf>.

Gutiérrez JP, Rivera-Dommarco J, Shamah-Levy T, Villalpando-Hernández S, Franco A, Cuevas-Nasu L, Romero-Martínez M, Hernández-Ávila M. *Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2012. Resultados Nacionales*. Cuernavaca, México: Instituto Nacional de Salud Pública (MX), 2012. Recuperado en agosto de 2019 de <https://ensanut.insp.mx/informes/ENSANUT2012ResultadosNacionales.pdf>

INEGI Encuesta Intercensal 2015. Consultada en agosto de 2019 y disponible en: <https://www.inegi.org.mx/programas/intercensal/2015>

Kozora E, Arciniegas DB, Filley CM, West SG, Brown M, Miller D, et al. Cognitive and neurologic status in patients with systemic lupus erythematosus without major neuropsychiatric syndromes. *Arthritis Rheum*. 2008; 59:1639–46.

Manyika, J., Chui, M, Miremadi, M., Bughin, J., George, K., Willmott, P. and Dewhurst, M. (2017). A future that works: automation, employment, and productivity. Resumen ejecutivo. Mckinsey Global Institute. Research. Insight. Impact. Consultado en agosto de 2019. Disponible en: https://www.mckinsey.com/~media/McKinsey/Featured%20Insights/Digital%20Disruption/Harnessing%20automation%20for%20a%20future%20that%20works/MGI-A-future-that-works_Full-report.ashx

OECD. (2018). Education at a Glance 2018: OECD Indicators. *Percentage of tertiary-educated native- and foreign-born 25-64 year-olds, by age at arrival in the country (2017)*. Consultado en julio de 2018 en: <https://doi.org/10.1787/eag-2018-graph12-en>

OECD (2015a), OECD Science, Technology and Industry Scoreboard 2015, OECD Publishing, Paris, http://dx.doi.org/10.1787/sti_scoreboard-2015-en

OECD (2016a), "Skills for a Digital World: 2016 Ministerial Meeting on the Digital Economy Background Report", OECD Digital Economy Papers, No. 250, OECD Publishing, Paris, <http://dx.doi.org/10.1787/5jlwz83z3wnw-en>

OECD (2004). *Innovation in the Knowledge Economy: Implications for Education and Learning, Knowledge management*. OECD Publishing. Paris. Recuperado de <https://doi.org/10.1787/9789264105621-en>.

Rodríguez-Abrego, G., Escobedo, J., Zurita, B. y Ramírez, T. (2007). Muerte prematura y discapacidad en los derechohabientes del Instituto Mexicano del Seguro Social. *Salud Pública de México*, Vol. 49, Núm. 2. Recuperado en agosto de 2019 de: <http://saludpublica.mx/index.php/spm/rt/printerFriendly/6747/8446>.

The American College of Rheumatology nomenclature and case definitions for neuropsychiatric lupus syndromes. *Arthritis Rheum*. 1999; 42:599–608.

WHO. Nota descriptiva. Enfermedades crónicas. Temas de Salud. Recuperado de https://www.who.int/topics/chronic_diseases/es/

WHO global report. (2005). Preventing chronic diseases: a vital investment. Recuperado de https://www.who.int/chp/chronic_disease_report/contents/en/

Igor y Optik, aliados en el laboratorio de Óptica Geométrica

M.C. Francisco Ibarra Villegas¹, M.C. Oscar Ivan Torres Mena²,
Lic. Alejandra Ibarra Morales³
franibarrav04@gmail.com, oscar_qks@hotmail.com

Resumen

Dentro de los retos de las clases en línea se encuentra el manejo adecuado del estrés emocional siguiendo el enfoque constructivista de Piaget en el cual las emociones deben variar incluyendo emociones motivantes. Ante la falta de socialización del conocimiento que genera el no poder estar en presencia de compañeros y profesores, se implementó el uso de una estrategia en la cual se usan marionetas o peluches como asistentes del profesor con el fin de poder marcar ciertas conductas, actitudes o tareas que el alumno podría presentar si fuese una clase presencial, esto nos permitió ejemplificar situaciones para el aprendizaje y generar emociones diversas en las clases. En el presente trabajo se ejemplifica el uso de esta estrategia para la implementación de una práctica de la materia de Óptica Geométrica. El uso de peluches resultó favorable para la asignatura motivado la participación del alumnado y observándose comprensión de los tópicos en las evaluaciones.

Objetivo

Enseñar las prácticas de la unidad de aprendizaje de Óptica Geométrica incluyendo una estrategia de estrés emocional constructivista, usando como elementos didácticos interactivos las marionetas para mejorar las clases en línea.

Marco teórico

Como parte de la adaptación de la nueva normalidad, las clases migraron de su formato presencial a un formato en línea, esto ha sido una adaptación inevitable y en muchos casos nuestra mejor respuesta para no cortar el importante proceso de enseñanza en todos los niveles educativos. El interés por saber cuáles son los efectos emocionales identificados como estrés académico, debió al confinamiento y ruptura de la cotidianidad de la vida universitaria, y el realizar el proceso de enseñanza aprendizaje, se ha reportado en trabajos como Dussel, Ferrante y Pulfer

¹ CICS-UST-IPN

² FCFM-BUAP

³ ICN-UNAM

(2020); donde se presenta una colección de puntos de vista de educadores latinoamericanos, en el que se percibe un consenso en los efectos negativos de la salud mental, desgaste de los docentes, pero también la oportunidad de reinventar la escuela. Por estrés académico estamos comprendiendo la concepción de McKay, Davis y Fanning (1998), que lo definen como dolor emocional, producto del ambiente, los pensamientos negativos o la respuesta física. Estos interactúan de tal manera que hacen que una persona se sienta ansiosa, colérica o deprimida.

El trabajo “Estrés académico en estudiantes universitarios asociados a la pandemia por COVID-19”, de la Universidad Autónoma de Chiapas (González 2020), identifican que el agobio puede tener un origen en el confinamiento que interrumpe la interacción social, cortando en el caso de las clases, las relaciones amistosas y de compañerismo, que son parte del proceso de socialización de la educación, además de diversas situaciones familiares de preocupación, como pérdida del empleo de los padres o violencia intrafamiliar.

La teoría constructivista de J. Piaget considera que el aprendizaje es un proceso de reorganización cognitiva, en el que las actividades de descubrimiento son un principio básico que ayuda a la asimilación por el estudiante. Pero las actividades propuestas no deben únicamente tener elementos cognitivos como parte del proceso de asimilación, es necesario que el estudiante se someta a niveles moderados de estrés emocional, generando un impacto mayor en su proceso de aprendizaje. Este estrés emocional no necesariamente sería negativo, podría ser origen de alegría o sorpresa. Cabe destacar que el estrés al que se refería Piaget es más el generar una inquietud en el estudiante que una situación de angustia.

El proceso sociocultural del constructivismo se presentaba de forma natural en el salón de clases, donde las interacciones entre compañeros y con el profesor fungían de regulación y evaluación. Pero ante la nueva normalidad se ha visto mermada esta interacción social valiosa para el aprendizaje, por lo que es necesario crear una nueva herramienta que sea identificable con los alumnos como sus pares mismos que van a cometer errores y aciertos y en los que se verán reflejados en ese salón virtual (Nelson 2010). Es importante que dicha representación de los alumnos sea ajena al profesor de forma que no se perciba como un intruso cultural, ya que carecería de sentido que el docente se corrigiera a si mismo.

Es por lo que propusimos implementar una estrategia que apoyaría a romper la dinámica lineal de la clase y balanceara el estrés emocional con el uso de marionetas o muñecos, que interactuarían como asistentes del profesor en diversos momentos de la clase, generando momentos de sorpresa, algunas situaciones cómicas, pero también permitiendo ejemplificar ciertas situaciones de dudas, comentarios o acciones que realizaría el alumnado si estuviera presente. Por ejemplo, en algún experimento práctico una de las marionetas podría cometer un error al ejecutar la tarea y en la pantomima de corregirla se realizaría alguna aclaración que debería tomar en cuenta el alumnado. Además, se ha observado

que la gran parte de los estudiantes se sienten renuentes a participar en clase con comentarios o preguntas y es entonces cuando se puede aprovechar el uso de las marionetas para lanzar preguntas disparadoras o corregir conceptos erróneos, que surgirían de forma natural en el salón de clases.

Desarrollo

A continuación, se ejemplifica la estrategia diseñada con la presentación del experimento de cámara oscura, el cual es parte de la practica 1, “Imagen real e imagen virtual” de la unidad de aprendizaje de Óptica Geométrica. Una cámara oscura o estenopeica es un es una cámara fotográfica sin lente, que consiste en una caja estanca a la luz con solo un pequeño orificio del orden de 1 mm por donde entra la luz, el estenopo y un material fotosensible, gracias al principio físico de la propagación rectilínea de la luz, a través del estenopeico en el interior de la cámara se produce una imagen real, la cual siempre será invertida. Para la práctica se requiere la fabricación de una cámara oscura para ello se utilizaron los siguientes materiales:

Papel ilustración negro para construir una caja de 6x12x15 cm (Esta puede ser sustituida por una caja pintada de negro por dentro)

- Papel albanene
- Compás
- Cinta adhesiva
- Vela
- Cerillos o encendedor

Instrucciones:

Pegar el papel ilustración a fin de formar 5 caras de una caja. En caso de haber usado una caja, no olvidar pintarla de negro por dentro. Una vez pintada recortarle una cara.

En la cara que falta de la caja pegar el papel albanene con ayuda de la cinta adhesiva.

En el centro de la cara opuesta a la que tiene el papel albanene realizar un orificio con ayuda del compás.

Colocar en una superficie plana la vela y encenderla.

A una distancia aproximada de un metro apuntar a la vela con la cara que tiene el agujero, y observar la imagen que se forma en el papel albanene.

Se puede repetir la formación de imágenes con objetos lejanos e iluminados como un árbol, eso se ejemplifica en las Figuras 1 y 2.

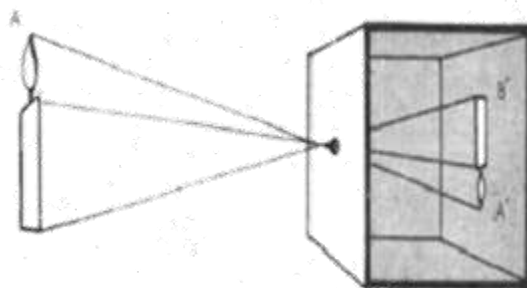


Fig. 1. Generación de una imagen real en la pantalla de una cámara oscura.

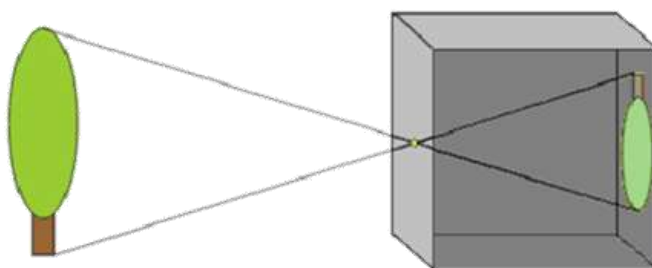


Figura 2. Generación de la imagen real de un árbol en la pantalla de una cámara oscura.

Para el uso de la propuesta con marionetas o peluches, se sugiere que estos homologuen a los estudiantes con alguna característica distintiva. En nuestro caso al ser una clase del área de la salud se les fabricaron unas pequeñas batas de laboratorio tal y como se les exigiría a los estudiantes que usaran en caso de tener clase presencial (Figura 3).



Figura 3. Peluches, Optik e Igor con sus batas de laboratorio.

En el caso de esta práctica los peluches Igor y Optik, presentaron dos propuestas de prototipo de cámaras oscuras, una de ellas con el error de no ser pintada de negro y con un estenopeico demasiado grande. La segunda fabricada correctamente siguiendo las instrucciones. Además, participaron en el montaje del experimento. Y se les realizaron dos preguntas disparadoras que esperaríamos se hicieran en clase presencial:

1. ¿Cómo sé que una imagen es real?
Porque siempre va a estar invertida
2. ¿Las imágenes virtuales se pueden captar en una pantalla?
No, solo las imágenes reales se pueden captar en una pantalla y siempre están invertidas.

Además, para atender a la diversidad, la practica fue grabada y enviada a los alumnos a fin de que pudieran repetir en video el experimento las veces que fuera necesario para asimilarlo.

Aprendizajes esperados

Debido a que esta herramienta fue diseñada como complemento de la unidad de aprendizaje de Óptica Geométrica el principal objetivo es el explicar el comportamiento de la luz y su aplicación en el área biomédica. En particular la practica 1, busca demostrar el recorrido rectilíneo de los rayos de luz, de la teoría corpuscular de Newton.

Por parte del objetivo de la estrategia de estrés emocional constructivista con el uso de marionetas, los alumnos reportaron al final del semestre que con el uso de los peluches la clase se les hacía más amena y menos pesada; viéndose reflejado en primer lugar en la entrega de sus tareas y en segundo lugar durante el examen demostraron sus conocimientos adquiridos, con lo cual nos sentimos satisfechos con la generación de emociones diversas y alentadoras como parte de la clase.

Referencias

Cabanach, Ramón G.; Valle, Antonio; Rodríguez, Susana; Piñeiro, Isabel; Freire, Carlos. “Escala de afrontamiento del estrés académico (A-CEA)”. Revista Iberoamericana de Psicología y Salud, Vol. 1 (1), pp. 51-64. (2010).

Dussel, I., Ferrante, P. y Pulfer, D. Pensar la educación en tiempos de pandemia. UNIPE, Editorial Universitaria. (1998).

González Velázquez, Lilia. “Estrés académico en estudiantes universitarios asociado a la pandemia por COVID-19”. Revista Digital de la Universidad Autónoma de Chiapas. (2020).

Martínez Nelson. "Identidad cultural y educación". Diálogos. (2010).

McKay, M, Davis, M., y Fanning, O. Técnicas cognitivas para el tratamiento del estrés. Barcelona: Martínez Roca. (1998).

Teoría de Piaget. <http://www.psicopedagogia.com/articulos/?articulo=379>
(2016)

Enseñanza de la cinemática en telesecundaria con una red de actividades de modelación-graficación

Adriana Atenea de la Cruz Ramos¹
Guillermina Ávila García², Liliana Suárez Téllez³
aateneadr@gmail.com

Resumen

Se explica la implementación de una red de actividades de modelación graficación enseñanza de la cinemática en telesecundaria en el Estado de Chiapas. Esta red de actividades está diseñada bajo la luz del modelo 5e, propuesto por Bybee (2006) resaltando el orden de la secuencia de actividades que se llevan a cabo en el aula para el aprendizaje de la cinemática. El modelo 5e en combinación con la implementación de experimentos posibilita una mejor educación en las ciencias como es el caso de la física donde los estudiantes tienen la oportunidad de examinar en su contexto, propiciando un entorno que facilita su aprendizaje en las ciencias.

Palabras clave

Cinemática, telesecundaria, modelación-graficación, red de actividades. Modelo 5e.

Objetivo

Presentar el diseño de una Red de actividades de Modelación-graficación para la enseñanza de la cinemática en telesecundaria en el Estado de Chiapas.

Introducción

En la investigación en matemática educativa se ha incrementado el análisis de los factores que intervienen en la construcción del conocimiento matemático. Cantoral (2013) presenta la influencia determinante que ejerce el ámbito social, en dicho proceso, ya que incorpora elementos como el contexto histórico, institucional y cultural. Por lo que es importante retomar los diferentes momentos que van de una didáctica sin alumnos hasta una didáctica en escenarios socioculturales (Cantoral y Farfán, 2003). En los siguientes trabajos, es posible identificar la influencia del

¹ Secretaria de Educación del Estado de Chiapas - Telesecundaria

² Instituto Politécnico Nacional - CECyT 11

³ Instituto Politécnico Nacional - DFIE

escenario sociocultural, el entorno en sí, para propiciar, construir, y desarrollar determinado conocimiento matemático.

Balda, Buendía y Vélez (2018) presentan un análisis realizado al uso de lo proporcional en el desarrollo de las tareas de la huerta escolar. El trabajo está fundamentado en el enfoque socioepistemológico en el que se distinguen diez tareas recurrentes en las que están inmersas el uso de lo proporcional, dichas tareas se ejecutan en las huertas escolares. Por ejemplo: la relación de lo proporcional con su uso, es decir, al realizar comparaciones entre magnitudes de igual o distinta naturaleza, o bien como una estrategia para la construcción de patrones y unidades de medida, así como para la construcción de expresiones retóricas que relacionan magnitudes dentro del desarrollo de tareas.

En un segundo escrito, De la Cruz (2018) expone la influencia del contexto sociocultural en la enseñanza de las matemáticas en el subsistema de Telebachillerato en Chiapas, que atiende a jóvenes con diversos contextos socioculturales, por lo que es indispensable recurrir a la “modelación alternativa” para interconectar la matemática escolar con el saber cultural y social de la comunidad.

De acuerdo con Flores-Camacho (2012), la enseñanza de las ciencias en educación secundaria ha sido escasa, tanto que la perspectiva de la ciencia y su enseñanza, están ligadas generalmente al dictado y la memorización. Sin embargo, muy a pesar de las propuestas curriculares realizadas en las reformas del 1993 y 2006, no han dejado de ser programas de estudios estériles. Explica incluso que debe existir diálogo entre reformas curriculares y las prácticas pedagógicas mismas que son determinadas por el contexto y la cultura escolar, es decir, poder responder cuestionamientos como: ¿para qué enseñar ciencias en educación básica?, ¿qué se espera que los estudiantes aprendan?, ¿cómo enseñar ciencias? y ¿qué contenidos deben enseñarse?

De igual forma Chamizo (2012) explica la pertinencia de la implementación de actividades experimentales en conjunto de tal forma que se relacionen entre ellas, a fin de constituir un preámbulo a la actividad principal. Expone además que los objetivos de la actividad experimental, involucra otras acciones más, como ejercicios: experiencias, e investigaciones, de tal forma que logren tomar conciencia de los fenómenos y sólo la adquisición de conocimientos científicos.

Red de actividades de Modelación-Graficación y Modelo 5e

La modelación graficación en el estudio de los fenómenos físicos en la enseñanza de la cinemática constituyen elementos importantes para el aprendizaje. En los

siguientes apartados describiremos una red de actividades para trabajar conceptos de velocidad, distancia, tiempo, rapidez y habilidades de recolección, organización, graficación e interpretación de datos, argumentación y la comunicación de los resultados. Con la finalidad de incluir una experiencia de aprendizaje diversa se retoman los elementos descritos en la revisión bibliográfica tomando como centro la modelación graficación y el Modelo 5e para el diseño de secuencias de actividades de aprendizaje.

El Modelo 5e, propuesto por Bybee (2006) resalta que el orden de la secuencia de actividades que se llevan a cabo en el aula es relevante para el aprendizaje de los estudiantes, además se estructura con base a una estrategia constructivista que facilita cambios cognitivos en los docentes. Asimismo, el modelo 5e mediante las fases que lo integran permite al docente que evalúe de manera continua lo que da como resultado un seguimiento del análisis didáctico explorando el desarrollo de las competencias de los estudiantes y a su vez confiere la reflexión docente para la transformación y/o mejora de la práctica.

El modelo 5e en combinación con la implementación de experimentos posibilita una mejor educación en las ciencias como es el caso de la física donde los estudiantes tienen la oportunidad de examinar en su contexto, propiciando un entorno que facilita su aprendizaje en las ciencias, como se describe a continuación en las fases del modelo 5e.

Fase 1: Enganche

Esta fase busca llamar la atención de los estudiantes de modo que el docente implementa una secuencia donde el estudiante pueda conectar con sus conocimientos previos para lo cual se llevó a cabo la indagación del conocimiento del tema de cinemática, considerando la secuencia didáctica que se describe a continuación.

Tabla I. Caminito de la escuela

Secuencia de la Fase 1
<p>Inicio:</p> <p>Lluvia de ideas con las preguntas detonadoras: ¿Cómo describimos el movimiento de los objetos? ¿Cómo se mide la velocidad en los deportes? ¿Cómo percibe nuestro cuerpo el movimiento?</p>

Lectura y explicación del Tema:

El movimiento de los cuerpos. Se procede a realizar la actividad de la casa a la escuela (Cano et al., 2019).

Tiempo: 10 minutos

Desarrollo:

Se plantea la siguiente actividad “**Caminito de la escuela**”

“Imagina que cierto día vas a tu escuela caminando y no tienes prisa, pero al día siguiente se te hace tarde y decides ir en bicicleta para llegar puntual. En los dos casos, si sigues el mismo camino, la distancia de la casa a la escuela es igual.”
(realizar individualmente en papel bond).

Tiempo: 30 minutos

Cierre:

Evaluación del trabajo: Presentación del croquis.

- Representación por medio de dibujo si van más rápido o lento
- Croquis de la localidad con referencias (norte, este, cancha, centro, escuela)
- Argumentan acerca de su concepto de movimiento, desplazamientos, distancia.
- Escriben en parejas sus respuestas, posteriormente las comparten con el grupo.
- Explican y fundamentan sus argumentos acerca del experimento.
- Pueden explicar y predecir acerca del movimiento retomando los conceptos de velocidad y aceleración

Tiempo: 10 minutos

Fase 2: Exploración

En esta fase, el profesor a cargo del grupo propone una situación donde los estudiantes se enfrenten a algún problema, además de que requieran de comprender un nuevo material relacionado con el tema que estudiarán. En este caso se abordan temas como: la descripción y medición del movimiento: marco de referencia y trayectoria por lo que se recurre al libro de Ciencias con énfasis en Física (Cano et al., 2019) y se procede a completar la tabla de registro de datos como se muestra en la secuencia de la fase.

Tabla II. Fila de hormigas

Secuencia de la Fase 2																							
<p>Inicio:</p> <p>Se abordan conceptos como: la descripción y medición del movimiento: marco de referencia y trayectoria por lo que se recurre al libro de Ciencias con énfasis en Física (Cano et al., 2019).</p> <p>El profesor proyecta el video: https://www.youtube.com/watch?v=7DSfgq7040s&feature=emb_logo&ab_channel=Acevro-Televisi%C3%B3nEducativa</p> <p>Tiempo: 10 minutos</p>																							
<p>Desarrollo:</p> <p>Se solicita a los estudiantes que realicen las siguientes actividades: Buscar una fila de hormigas y colocar una regla de 20 o 30 cm a una distancia prudente de la fila, colocar una regla de 20 o 30 cm a una distancia prudente de la fila. Con base a los datos, los estudiantes trabajan en parejas para completar la tabla que se muestra (Figura: Tabla de registro de datos):</p> <table border="1" data-bbox="391 1144 1222 1476"> <thead> <tr> <th>Fauna local</th> <th>Distancia (cm)</th> <th>Tiempo (s)</th> <th>Rapidez (cm/s)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Hormiga</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Cucaracha</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Perro</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Cotorro</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>Tiempo: 30 minutos</p>				Fauna local	Distancia (cm)	Tiempo (s)	Rapidez (cm/s)	Hormiga				Cucaracha				Perro				Cotorro			
Fauna local	Distancia (cm)	Tiempo (s)	Rapidez (cm/s)																				
Hormiga																							
Cucaracha																							
Perro																							
Cotorro																							
<p>Cierre:</p> <p>Evaluación del trabajo Presentación de video o foto o dibujo de la toma de datos, así como de las dificultades presentadas para dicha actividad.</p> <p>Tiempo: 10 minutos</p>																							

Fase 3: Explicación

Esta corresponde al tercer momento del modelo 5e, en donde se involucra de manera activa tanto el profesor como a los estudiantes al retomar actividades de las fases de: enganche y exploración.

Tabla III. Recorrido de la fauna local

Secuencia de la Fase 3
<p>Partiendo del recorrido realizado previamente por parte de los estudiantes, se les cuestiona qué diferencia habría si estuviera plano el terreno o bien si ellos fueran corriendo.</p> <p>Tiempo: 10 minutos</p>
<p>Se les pide a los estudiantes que en equipos analicen los datos tomados anteriormente con la fauna local: ¿Puedes calcular la rapidez de tu movimiento durante el trayecto? ¿Por qué?</p> <p>Utilizando la fórmula para determinar la velocidad en equipos realiza el cálculo de la velocidad de cada animalito. Recuerda ser explícito en los procedimientos.</p> <p>Fórmula: $V = d/t$ Para el caso del cotorro: $v = (50 \text{ cm}) / (9s) = 5.55 \text{ cm/s}$</p> <p>Tiempo: 30 minutos</p>
<p>El docente explica más extensamente los conceptos de velocidad y su relación con la distancia y el tiempo, para ello se apoya en diapositivas y de las actividades previamente realizadas (croquis “Caminito a la escuela” y recorrido de la fauna local”). Cada estudiante deberá determinar la velocidad a la que se movió cada animalito en su cuaderno y compararlo con el resto de su equipo</p> <p>Tiempo: 20 minutos</p>

Fase 4: Elaboración

En esta fase se proporciona a los estudiantes actividades que les permitan aplicar lo que han aprendido en situaciones novedosas, se busca que haya transferencia, se profundiza en el entendimiento de los nuevos conceptos adquiridos, en concordancia con Tanner (2010).

Tabla IV. Construcción de cohete hidráulico

Secuencia de la Fase 4

Se expone una aplicación e importancia de ésta en diversos fenómenos, pero particularmente de un cohete. Los estudiantes visualizan el video de la construcción del cohete.

https://www.youtube.com/watch?v=9JOUb8uBFwo&ab_channel=EdgarQui

Tiempo: 20 minutos

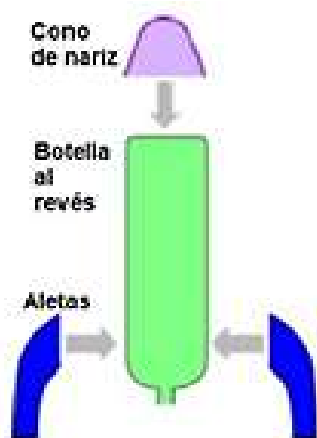
Desarrollo:

Se les pide a los estudiantes **La Construcción de un cohete hidráulico** con los siguientes materiales:

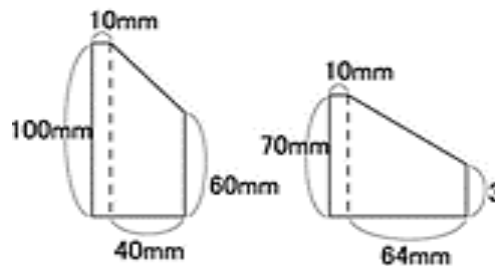
- Botella de pet (600 ml),
- Cutter,
- Cartulina,
- Barras de silicón,
- Pistola agua,
- Bomba de aire
- Corcho.

Tiempo: 30 minutos

La construcción del cohete:



Se realizará el cono de nariz que se colocará en la punta de la botella, ya sea de pet o bien de cartulina. Para construir las aletas se puede hacer de la siguiente manera con pvc o con cartulinas:



Cierre:

Señalar el área para seguridad del lanzamiento del cohete. A fin de desarrollar adecuadamente la práctica, se deben tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

1. El sitio de lanzamiento debe tener por lo menos 50 m de longitud.
2. Debe tener fácil acceso a suministro de agua
3. Que la superficie del suelo sea plana y libre de lodo.
4. Que el sitio se encuentre a una distancia segura del tráfico de peatones, tráfico de vehículos y zonas de estacionamiento, entre otros.
5. Que el sitio esté libre de árboles altos y de áreas con acceso restringido.
6. Que el sitio permita a los estudiantes recuperar sus cohetes con seguridad.
7. Equipos de cuatro estudiantes máximo.

Lanzamiento de cohete

1. Dos estudiantes se encargarán del lanzamiento del cohete: examina con sumo cuidado cada cohete de agua, para identificar algún daño. Presta atención tanto a la bomba de aire, su aguja y el tapón de corcho. Posteriormente llena de agua el cohete.
2. Coloca el cohete en un ángulo aproximado de 40 grados
3. Confirme la seguridad del sitio de lanzamiento y haga que todos evacuen el campo. Un estudiante debe estar a cargo de la seguridad y debe estar alerta en un promedio de 50 metros alrededor del campo de lanzamiento.
4. Inicie el bombeo cuando reciba la señal del oficial de control de lanzamiento. Nadie debería estar parado directamente frente a la bomba o detrás de ella.
5. El estudiante encargado del video debe empezar a grabar a una distancia de cinco metros del punto de lanzamiento y grabe todo el recorrido, identifique el punto máximo.

Tiempo: 60 minutos

Fase 5: Evaluación

Finalmente, la quinta etapa consiste en animar a los estudiantes a evaluar su entendimiento y habilidades, lo que proporciona a los profesores oportunidades para evaluar el progreso de sus estudiantes (Bybee *et al.*, 2006).

Tabla V. Cohete hidráulico

Secuencia de la Fase 5
<p>Inicio:</p> <p>En equipos, comunican sus ideas y conclusiones: con apoyo del libro de texto se les pide que relacionen e identifiquen conceptos como velocidad, distancia, tiempo, con la actividad experimental.</p> <p>Tiempo: 15 minutos</p>
<p>Desarrollo:</p> <p>Se les pide explicar y exponer los conceptos que lograron identificar con la actividad experimental.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. En la búsqueda de materiales de tu actividad experimental “Cohete hidráulico” ¿qué fue lo que más se te dificulta conseguir? ¿cómo lo obtuviste finalmente? 2. ¿Cuántos tipos de movimientos lograron observar durante la experimentación? 3. Describe únicamente con palabras la trayectoria del cohete hidráulico 4. Dibuja la trayectoria del cohete hidráulico en una hoja 5. ¿Qué factores (variables) crees que están involucrados en el movimiento del cohete? 6. ¿De qué capacidad utilizaste la botella? ¿y cuánta agua utilizaste? 7. Si hubieras utilizado una botella más grande y la misma cantidad de agua, ¿qué hubiera sucedido? <p>Tiempo: 20 minutos</p>
<p>Cierre:</p> <p>Los estudiantes evalúan a sus compañeros y a su vez también realizan la autoevaluación mediante la siguiente rúbrica:</p> <p>Tiempo: 15 minutos</p>

Aprendizajes esperados

En el desarrollo del modelo 5e, en las fases de: explicación (3), elaboración (4) y evaluación, se espera lo siguiente:

En esta fase (3), los estudiantes expliquen su comprensión conceptual y el profesor introduzca nuevos conceptos o bien, expliquen a profundidad los temas: la descripción y medición del movimiento: marco de referencias y trayectoria, como se describe en la secuencia correspondiente a la fase.

En la fase (4), los estudiantes utilizan sus nuevos conocimientos y continúan desarrollando una comprensión de mayor profundidad por lo que se procede a realizar la actividad experimental; que consiste en la construcción de un cohete hidráulico, que después será grabado usando el celular y la descripción que se presenta en la secuencia correspondiente a la fase.

En la fase de evaluación, los estudiantes expondrán algunas argumentaciones acerca de su éxito o no en la actividad, relacionando las variables que consideran involucradas en la actividad experimental, las argumentaciones se evaluarán de acuerdo con: interpretación de gráficas (matemáticas y relacionan con el movimiento (cinemática), relacionando las variables, tiempo, distancia. Los estudiantes coevalúan y autoevalúan el trabajo realizado, descrito en la secuencia didáctica.

Conclusiones

El contexto en el que se desenvuelve el proceso de enseñanza aprendizaje es determinante para el diseño de actividades a fin de generar la apropiación de contenidos curriculares en la vida diaria del estudiante, tal y como se realizó en la actividad de Huertas escolares (Balda et al., 2018) o bien tal como lo expresa De la Cruz (2018) al ya que explica la importancia de retomar los aspectos socioculturales pueden ser considerados en el aula y usados a fin de para generar un conocimiento matemático escolar que responda y se integre a las necesidades del alumnado.

La identificación de patrones por ejemplo al inicio del lanzamiento del cohete, es posible visualizar comportamientos gráficos similares es decir la relación distancia-tiempo, suelen ser similares en la mayoría de los casos; mismos que se pueden apreciar en la fase dos y tres de la red de actividades. Chamizo (2012), explica la importancia de diseñar e implementar actividades que se encadenen una con otra y lograr el aprendizaje del estudiante, es decir establecer un diálogo entre la teoría y el mundo real, conciencia de los fenómenos y no sólo la adquisición de

conocimientos científicos. La enseñanza de las Ciencias requiere de constancia, a fin de alcanzar una alfabetización científica tal y como lo señala Flores-Camacho (2012).

Los alumnos construyen, comprenden y argumentan los conceptos de movimiento en el plano, también genera un trabajo construido en la participación, en equipo y de colaboración. Los resultados nos mostraron que los estudiantes pudieron dar significado al movimiento generado por el cohete, a su vez logran identificar variables como punto de referencia, velocidad, tiempo, distancia. No fue necesario un plano velocidad-tiempo para “leer” el movimiento del cohete si no, sino más bien lograban identificar las variables involucradas en la actividad experimental. Misma que fue propiciada y encausada por las actividades previas que permitió implementar el modelo 5e. La modelación-graficación contribuye al diseño e implementación de actividades con la finalidad de resignificar los objetos asociados a la matemática del cambio y de la variación (Suárez, 2014). Logran identificar las acciones de su vida cotidiana con los abordados en el aula ya que de esta forma los vincula y se apropian del conocimiento.

Referencias

Balda, P., Buendía, G. y Vélez C. (2018). Conocimientos y usos de lo proporcional en las huertas escolares. *Revista Internacional de Ciencias Sociales y Humanidades*, 28, (1), 9-23.

Bybee, R. (2006). El modelo instruccional de las 5e del estudio curricular de ciencias biológicas (BCS) y las competencias del siglo XXI. *Documento preparado a solicitud para un taller sobre la exploración de la intersección de la educación en ciencias y el desarrollo de las competencias del siglo XXI*.

Cano, M., Lozada A. y Posada J. (2019). Ciencia y Tecnología: Física. México: Secretaría de Educación Pública.

Cantoral, R. y Farfán, R. M. (2003). Matemática Educativa: Una visión de su evolución. *Revista Latinoamericana en Matemática Educativa* 6(1), 27-40.

Cantoral, R. A. (2013). *Teoría Socioepistemológica de la Matemática Educativa. Estudios sobre construcción social del conocimiento*. Barcelona: Gedisa.

Chamizo. J. (2012). La enseñanza de las ciencias en la escuela: los trabajos prácticos. En Flores-Camacho (Coord), *La enseñanza de la ciencia en la educación básica en México*. (pp.129-140). Instituto Nacional de Evaluación de la Educación.

De la Cruz, F. y Buendía, G. (2018). El uso de las gráficas desde un contexto discursivo y de los aspectos interculturales del telebachillerato en Chiapas. *Investigación e Innovación en Matemática Educativa*, 3, 192-196.

Flores-Camacho, F. (2012). Desarrollo de la enseñanza de las ciencias naturales: ¿que se ha hecho? En Flores-Camacho, F. (Coord), *La enseñanza de la ciencia en la educación básica en México*. (pp. 113-128) Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación

Monroy, M. La planeación de los docentes de matemáticas: un proceso para la reflexión. En López, J. (Coord.) (2017). *Transformación de la práctica docente universitaria: Aproximaciones desde la investigación-acción* (pp. 117-149). México: UPAEP- COLOFÓN.

Suárez, L. (2014). Modelación-graficación para la matemática escolar. México: Diaz de Santos.

Televisión Educativa (2007). ¿Cómo sabes que se mueve? Ciencias II Bloque 1. [Video]
https://www.youtube.com/watch?v=xll4c_hmfWY&ab_channel=Profr.AlanAlejand

Las diversas funciones de la superficie en la naturaleza y en la tecnología

José Antonio Peralta
peralta@esfm.ipn.mx

Resumen

Al concepto de superficie en general no se le presta una gran atención. Matemáticamente se recuerda, a veces no con mucha claridad, que el área de un cuadrado es el cuadrado de su lado, que el área de un triángulo es el área de la base por su altura sobre 2, etc. En los cursos de secundaria no se toca el tema más que de manera tangencial; y en comparación de otros conceptos no recibe mayor atención en los niveles de la educación media superior y superior. Sin embargo, en la realidad, tanto de los espacios de la naturaleza como de la tecnología la superficie juega un papel relevante en casi todos los fenómenos. Esto es lo que destacaremos en este corto repaso.

Objetivo

Mostrar con ejemplos la importancia de la superficie en diversos campos de la naturaleza y la tecnología. En los párrafos siguientes mostraremos el papel que juega la superficie concentrada en un pequeño volumen en los fenómenos de la respiración, de la fotosíntesis, de los procesos digestivos, de los fenómenos de disipación en la tecnología, de su papel a nivel doméstico, de los procesos de catálisis, y finalmente mostraremos la forma como la distribución de las hojas ha inspirado una aplicación en la captación de energía solar.

Desarrollo

La superficie en el fenómeno de la respiración

Cuando se aspira el aire gracias a la contracción de los pulmones, ese volumen aspirado tiene una cantidad gigantesca de moléculas de oxígeno O_2 y estas moléculas deben ser incorporadas al torrente sanguíneo para proveer a cada célula del oxígeno necesario para realizar su metabolismo. El hecho es que las moléculas de oxígeno se van distribuyendo a través de conductos que se van bifurcando conforme avanzan, primero el aire entre a la laringe, luego le sigue la tráquea, la cual se bifurca para formar los bronquios que irán a dar a ambos pulmones, los

bronquios se siguen bifurcando (ver Figura 1) formando los bronquiolos que tienen el grosor de unos cabellos los cuales finalmente terminan en los alveolos que son cientos de millones, los cuales permiten el paso de las moléculas de oxígeno hasta la sangre a través de unos conductos sumamente estrechos llamados capilares. ¡De esta manera el área de contacto se eleva hasta unos 200 metros cuadrados aproximadamente! [1].

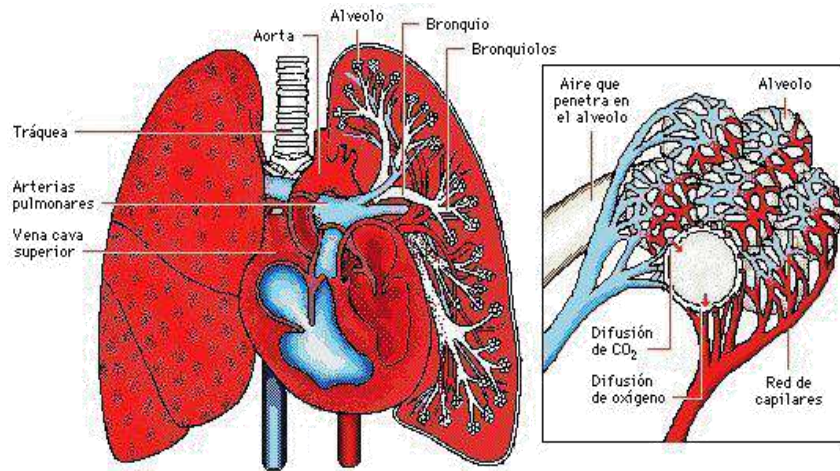


Figura 1. En un volumen de unos cuantos litros los bronquios se van ramificando hasta alcanzar una superficie de alrededor de 200 m² con lo cual el oxígeno puede pasar al torrente sanguíneo.

La optimización de la superficie en la distribución de las hojas en los vegetales

La fotosíntesis, es la reacción química en la cual gracias a la energía de los fotones se convierte el bióxido de carbono y el agua en hidratos de carbono. Esta reacción necesita de un lugar específico para llevarse a cabo, y este lo proporcionan la superficie de las hojas. Hay que mencionar que la intensidad de la radiación solar es del orden de los 800 W/m² entonces se plantea el interesante problema de cómo optimizan las plantas la distribución de sus hojas para captar la máxima cantidad de radiación [2]. La solución es ingeniosa y supera en muchos sentidos las soluciones actuales de la tecnología. La variada distribución de las hojas que se observan en un simple paseo alrededor de un jardín público tiene en común lo que se llama "identidad de diseño". Hay distribuciones alternadas de las hojas alrededor de sus tallos o ramas, distribución simétrica de las hojas en un solo plano, distribución en ramilletes de hojas pequeñas, o el uso de solo unas cuantas hojas pero de gran tamaño distribuidas a diferentes alturas (ver Figura 2). Esta distribución de las hojas permite que a pesar de que en el suelo ocupen un área pequeña, al distribuirse hacia arriba ocupan no solo 2 dimensiones sino 3. Entre otras cosas esto multiplica la capacidad de capturar la radiación solar y además permite que conforme avance el día el Sol, con su diferente ángulo de incidencia, irradie su luz a todas las hojas de un tallo vertical [3].



Figura 2. Las hojas en las plantas se distribuyen de forma que reciban la mayor irradiación solar

La superficie en el sistema digestivo

En este caso nos volvemos a encontrar con el fenómeno de encerrar una gran superficie en un pequeño volumen (ver Figura 3), tal como ocurre con él área específica de los pulmones; la superficie del sistema digestivo, y el sistema en su conjunto tiene un área de aproximadamente 200 m^2 que permite el intercambio al flujo sanguíneo, una vez que los alimentos han sido procesados y convertidos a moléculas [4].

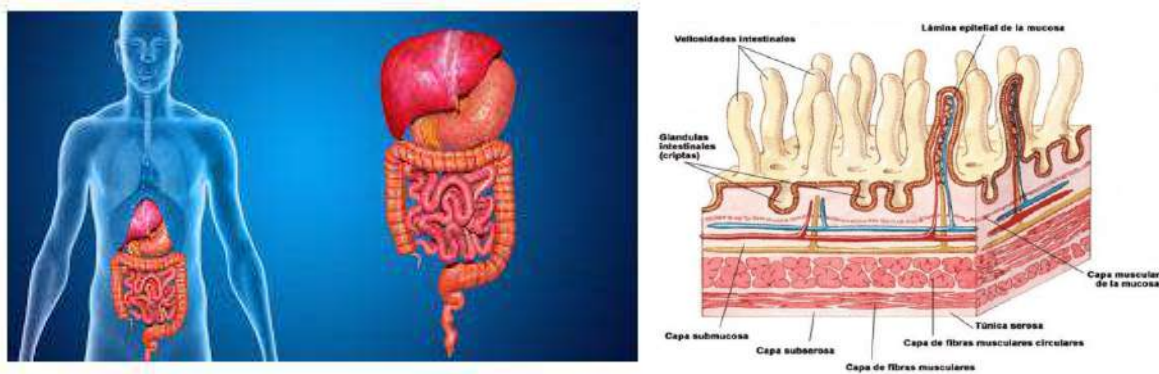


Figura 3. De la misma forma que en el sistema respiratorio la superficie de intercambio de partículas de alimento con el torrente sanguíneo es de alrededor de 200 m^2 .

La importancia de la superficie a nivel doméstico

Como ejemplo de las grandes cantidades de superficie encerradas en un pequeño volumen tenemos el caso de las toallas, las cuales presentan una rugosidad extrema en su superficie producida por el tejido de innumerables estambres. esto

facilita su función de secado (ver Figura 4). En vez de ser una superficie plana como las sábanas, las cuáles se empapan rápidamente si queremos secarnos con ellas luego de un baño, las toallas, por el contrario, gracias a su gran área de contacto entre las gotas de agua y la superficie de los estambres, absorben muchas gotas de agua y facilitan un buen secado.



Figura 4. A nivel doméstico, como es el caso de las toallas éstas también tienen una textura que facilita la gran superficie de contacto.

La superficie en el campo de la tecnología y la ingeniería

En el campo de la ingeniería también el poder concentrar una gran superficie en un reducido volumen es esencial. Sabido es que el flujo de calor es proporcional al área por la cual debe fluir el calor de una zona caliente a otra fría. Si se trata de disipar el calor, a este flujo de calor se le hace pasar por un conducto que tiene muchas placas paralelas en contacto con zonas frías. Es claro en el tipo de disipadores de calor mostrados en la Figura 5 que el cociente de la superficie expuesta, entre el volumen es grande [5].



Figura 5. En el área de tecnología la superficie concentrada en un pequeño volumen también juega un gran papel en los procesos de intercambio de calor.

Superficie en los soportes de catalizadores

Uno de los ejemplos más extremos de superficie específica es el del uso de catalizadores. En este caso, como sabemos, la reacción entre la molécula A y la molécula B, se acelera con la presencia de la molécula C, que, aunque acelera la reacción no se incorpora a las moléculas que han formado la molécula A-B. Como hemos mencionado antes esta reacción catalizada requiere de su encuentro en un cierto punto del espacio (ver Figura 6) tanto del catalizador C como de las moléculas A y B. Así en el caso de la alúmina gama sobre la cual se realizan las reacciones catalizadas puede llegar a tener hasta $400 \text{ m}^2/\text{gr}$ [6].

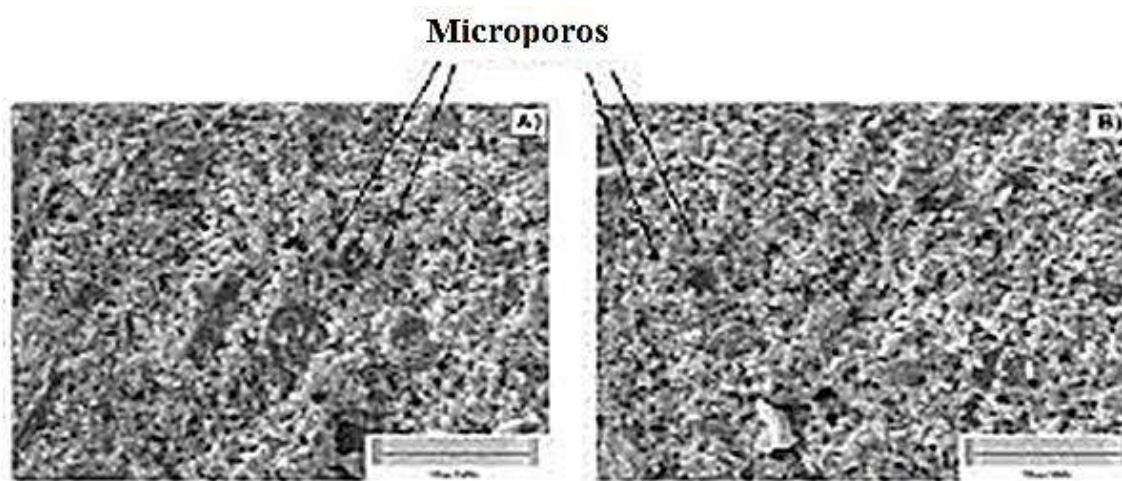


Figura 6. Acercamiento microscópico a la textura de los soportes de catalizadores.

La biónica aplicada a la distribución de la superficie de acuerdo a la distribución de las hojas en los vegetales

Tomando como ejemplo la distribución de las hojas en los vegetales el autor en la actualidad está estudiando el rendimiento en la captura de la energía luminosa, para ello, al contrario de las distribuciones convencionales de los paneles solares que solo ocupan las superficies planas, en nuestro caso estamos ocupando la dimensión vertical para distribuir las celdas solares para comparar la eficiencia en la captura de la energía (ver Figura 7).

Conclusiones

Esperamos que con este breve repaso hayamos dado una muestra de la importancia que la superficie concentrada en pequeños volúmenes tiene en diversos procesos tanto de la naturaleza como de la tecnología.



Figura 7. Distribución de las hijas aprovechando la dimensión vertical

Referencias

https://es.wikipedia.org/wiki/Aparato_respiratorio

Memorias de la Reunión Nacional Académica de Física y Matemáticas, agosto de 2019.

<https://www.ldeo.columbia.edu/users/gregory/CicloCarbono.pdf>

<https://www.visiblebody.com/es/learn/digestive>

<https://es.wikipedia.org/wiki/Disipador>

<https://www.redalyc.org/pdf/620/62050308.pdf>

Ciencia en la cocina: Cristalización

Jimena Moreno-Moranchel¹, Valeria Robles-Huervo¹,
María de Lourdes Albor-Aguilera¹, Miguel Ángel González-Trujillo²
jime.moranchel@gmail.com, vhr179@gmail.com, lourdesalbor10@gmail.com

Resumen

El presente trabajo forma parte de una propuesta para la enseñanza del proceso de cristalización para el público en general. Se abordan de manera general los conceptos teóricos sobre sólidos cristalinos y amorfos, así como la cristalización y el proceso de formación de cristales. Finalmente se propone un experimento para la observación y comprensión del proceso de cristalización.

Objetivos

Proponer un experimento sencillo con materiales fáciles de conseguir a fin de que el público en general comprenda el fenómeno de cristalización.

Marco teórico

¿Qué es un sólido cristalino y uno amorfo?

Según su estado de agregación y en condiciones ambientales normales los materiales se presentan bajo los estados de equilibrio sólido, líquido y gaseoso. El estado sólido, en su definición más elemental, es aquel estado de la materia en el que una cantidad cualquiera de materia tiene volumen y forma determinados. En el estado líquido la materia tiene un volumen determinado, pero no una forma. En el estado gaseoso la materia no tiene forma definida y ocupa todo el volumen disponible. Se suele agregar a esta clasificación como un estado más el estado de plasma donde la materia aparece totalmente ionizada. En un sólido, los átomos o moléculas están empaquetados apretadamente y se mantienen en posiciones más o menos fijas mediante fuerzas electromagnéticas del mismo orden de magnitud que las que intervienen en los enlaces moleculares. Aquellos sólidos en los que la estructura presenta regularidad espacial o periodicidad se conocen como cristalinos y los que no poseen ningún tipo de orden se denominan amorfos (González W. & Mancini H.,2002).

¹ ESFM-IPN

² ESCOM-IPN

¿Qué es la cristalización?

La cristalización es un proceso físico en el cual se forman cristales a partir de una solución líquida o gaseosa. Este proceso se lleva a cabo en dos etapas: la nucleación y el crecimiento del cristal. Para que estas etapas sucedan, las condiciones dentro de la solución deben ser energéticamente favorables ya que el sistema pasa de un estado de desequilibrio a uno de equilibrio que involucra un descenso de energía para compensar el incremento de orden. La cristalización es ampliamente utilizada a nivel industrial para purificar productos.

¿Cómo se forman los cristales?

La formación de una fase cristalina puede considerarse que ocurre en tres etapas. En la primera se debe alcanzar un cierto grado de sobresaturación o sobrenfriamiento. Durante la segunda etapa se empiezan a formar los cristales, proceso conocido como nucleación. La tercera etapa es el crecimiento de los cristales formados (Carvajal C. & Correa H., 1986).

Saturación y sobresaturación

La sobresaturación es la fuerza impulsora que permite que la cristalización se lleve a cabo (Mettler Toledo, s.f). De este parámetro dependen la nucleación y el crecimiento (tamaño final) de los cristales. La sobresaturación se define como la concentración de soluto en exceso en una solución saturada a ciertas condiciones de presión y temperatura (Mettler Toledo, s.f). La saturación es el resultado del equilibrio entre la fase sólida y la fase líquida (Ochoa, S., s.f), por lo tanto, la sobresaturación es un estado de desequilibrio. De forma gráfica se puede representar la solubilidad de un soluto a diferentes temperaturas en curvas de solubilidad.

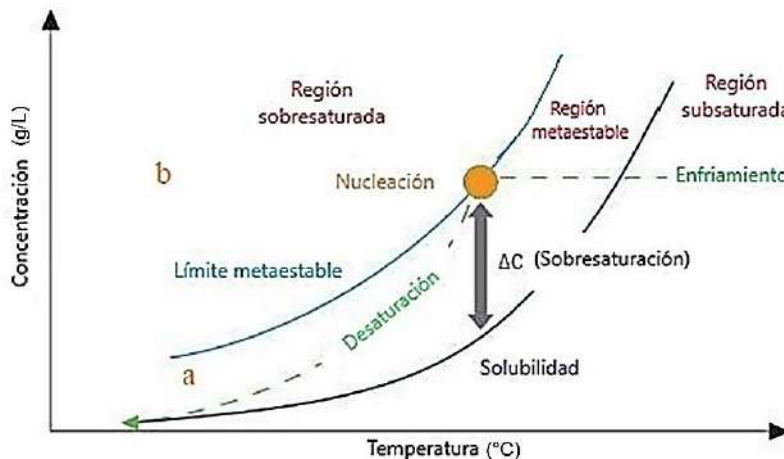


Fig. 1: Curva de solubilidad. [Elaboración propia]

Al enfriar una solución saturada, el sistema pasa a la región metaestable donde la solución se transforma en sobresaturada. Conforme se siga enfriando alcanzará una temperatura en la que suceda la nucleación del cristal: el límite metaestable.

Nucleación de Cristales.

La formación de cristales ocurre cuando un sistema está suficientemente desviado del equilibrio (sobresaturación), tendiendo a él cuando se forma la otra fase. Consiste en la generación de nuevos núcleos cristalinos en el seno de la fase fluida homogénea sobresaturada. La nucleación o formación de cristales puede producirse espontáneamente (nucleación homogénea) o inducida, por siembra de cristales de la misma sustancia o por partículas extrañas (nucleación heterogénea) (Khamskii E., 1969).

Crecimiento de cristales

El crecimiento cristalino consiste en el aumento de tamaño (o, para ser más precisos, de la "longitud característica") de los cristales a medida que se deposita un soluto desde la solución. Cuando aparece un núcleo, éste actúa como un punto de convergencia para las moléculas adyacentes al cristal, de modo que crece en forma de capas sucesivas. Debido a la presencia del cristal, se dice que el crecimiento del cristal es un proceso difusional modificado por la presencia de las superficies sólidas (Seguí L., 2018).

Desarrollo

Material	Cantidad	Material	Cantidad
Pinzas para ropa	Necesarias	Recipiente para calentar	1
Balanza o taza medidora	1	Recipientes (Ej. vasos)	2
Azúcar	350 g (2 tazas)	Palitos de madera	2
Agua	125 ml (1/2 taza)	Papel encerado	1 pliego
Cucharas	Necesarias	Colorante comestible (opcional)	Al gusto
Estufa o parrilla para calentar	1	Saborizante (opcional)	Al gusto



Fig. 2. Material necesario

Desarrollo experimental:

1. Medir las cantidades necesarias de azúcar y agua.
2. Mojar los palitos hasta el nivel donde se quiera que cristalice el azúcar.
3. Rebozar los palitos mojados con azúcar. En este paso ocurre la siembra de cristales, ya que agregando una “semilla” de la forma cristalina se favorece la nucleación.
4. Dejar secar los palitos rebozados.
5. Calentar el agua.
6. Agregar el azúcar poco a poco (a cucharadas) sin dejar de calentar. En cada adición revolver la solución hasta que se disuelva el azúcar completamente. De acuerdo con las curvas de solubilidad, cuanto mayor sea la temperatura del agua es posible disolver más azúcar, generando una solución saturada.
7. Cuando se haya disuelto toda la azúcar, dejar hervir 1 o 2 minutos.
8. Separar la solución en los recipientes, y llenarlos hasta que cubran toda la azúcar del palito rebozado.
9. Añadir el colorante y el saborizante al gusto.
10. Dejar enfriar 3 minutos. Aquí ocurre la sobresaturación, pues al enfriar una solución saturada, esta se transforma en sobresaturada.
11. Con las pinzas para ropa colocar los palitos rebozados dentro de los recipientes sin que toque el fondo o las paredes. En este paso ocurre la nucleación, o sea los cristales comienzan a formarse.

12. Dejar reposar unos días (hasta que la paleta tome el grosor deseado). Durante este tiempo observamos el crecimiento del cristal. Los cristales aumentan de tamaño con el paso de los días. Se prefiere que este crecimiento sea lento para excluir las impurezas que pueda haber en la solución.
13. Para sacar las paletas romper el cristal de la superficie.
14. Extraer la paleta.
15. Colocar la paleta en papel encerado.
16. Con las pinzas, colocar las paletas dentro de un recipiente limpio para que escurra el exceso.
17. Envolver las paletas en bolsitas de plástico.

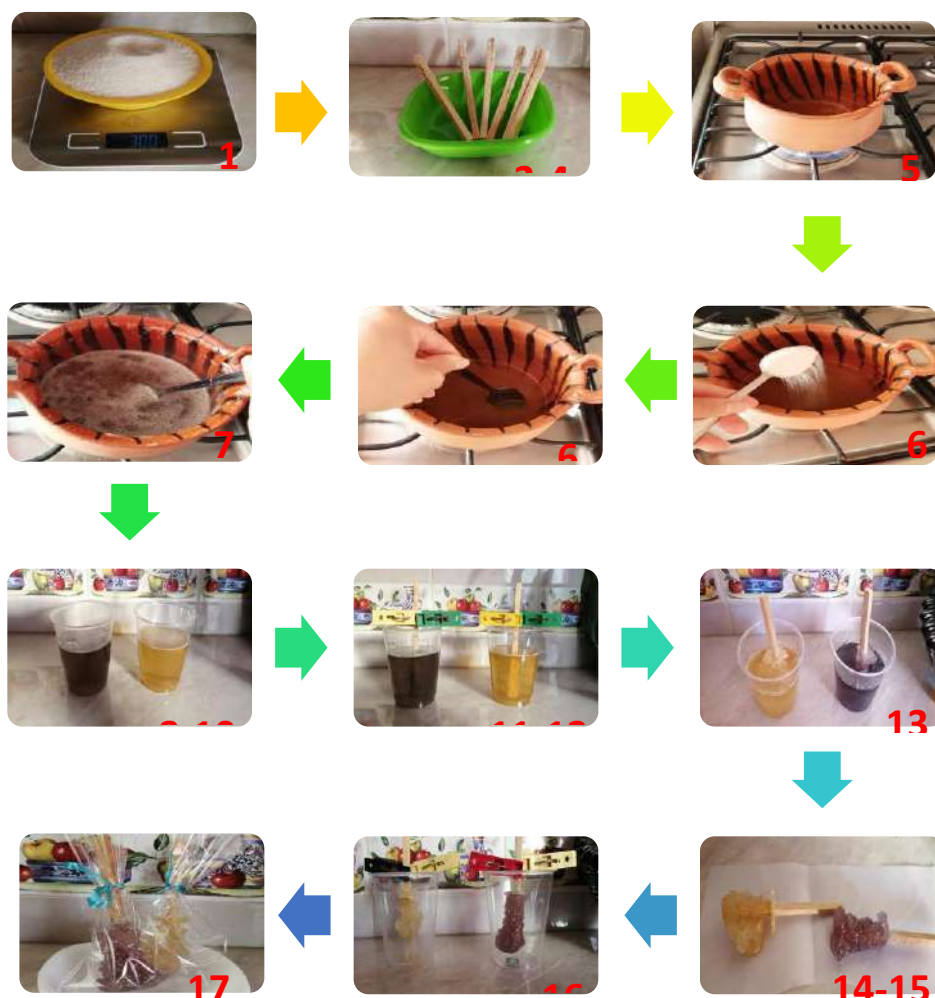


Fig. 3: Diagrama de bloques del desarrollo experimental

Resultados obtenidos

Se creció un cristal alrededor de la semilla colocada en los palitos de madera después de dejar enfriar la solución de agua-azúcar durante 9 días. Los cristales tienen formas diferentes: el morado es largo y delgado mientras que el amarillo es más corto y ancho.



Fig. 4: Paletas de cristales de azúcar

Conclusiones

1. El enfriamiento lento favorece el tamaño y la pureza de los cristales.
2. Al colocar una “semilla” de azúcar, se favorece el crecimiento del cristal en estas zonas.
3. Los cristales formados pueden disolverse si se les echa agua.

Aprendizajes esperados

1. Conocer los fundamentos de la cristalización.
2. Reconocer las diferencias entre un sólido cristalino y uno amorfo.
3. Desarrollar las habilidades motrices necesarias para manejar adecuadamente sustancias y material para generar cristales de azúcar.
4. Observar macroscópicamente la formación de cristales de azúcar.

Agradecimientos

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) por la beca recibida para formarnos como investigadoras.

Al Instituto Politécnico Nacional (IPN) y la Escuela Superior de Física y Matemáticas (ESFM) por brindarnos la oportunidad de continuar nuestros estudios en su prestigiosa institución.

A nuestros directores de Tesis, la Doctora Lourdes Albor y el Doctor Miguel González por todo su apoyo, amistad, instrucción y sugerencias a lo largo del desarrollo de este trabajo.

Referencias

Asociación Argentina de Cristalografía. (s.f). *Crecimiento de cristales*. Obtenido de Conceptos Generales: <http://www.cristalografia.com.ar/images/pdf/Unidad3.pdf>

Carvajal C. y Correa H. (1986) *Cristalización desde soluciones*. Contribuciones Científicas y tecnológicas N°72. Área Ingeniería Química VII.

González W. & Mancini H. (2002) *Ciencia de los Materiales*. Sólidos Cristalinos. Universidad de Navarra. España. Pág. 23. versión electrónica <https://docplayer.es/52286780-Ciencia-de-los-materiales-wenceslao-gonzalez-vinas-hector-luis-mancini.html>

Grupo de Innovación Docente en Operativa de Laboratorios Químicos. (s.f). *Universitat de Barcelona*. Obtenido de: Técnicas y operaciones avanzadas en el laboratorio químico (TALQ): <http://www.ub.edu/talq/es/node/209>

Khamskii E. (1969) *Cristalización desde soluciones*. Consultants Bureau. Nueva York. Recuperado de: <http://www.revistas.usach.cl/ojs/index.php/contribuciones/article/view/2355/2172>

METTLER TOLEDO. (s.f). *La fuerza impulsora de la nucleación y el crecimiento de los cristales*. Obtenido de Desarrollo de la supersaturación y la cristalización: https://www.mt.com/mx/es/home/applications/L1_AutoChem_Applications/L2_Crystallization/Supersaturation_Application.html

Ochoa, S. (s.f.). *Cristalización*. Obtenido de <http://sgpwe.izt.uam.mx/files/users/uami/sho/Cristalizacion.pdf>

Seguí L. (2018) *Nucleación y crecimiento del cristal*. Blog: Ingeniería de Procesos Biotecnológicos. Recuperado de: <https://cursolusegil.blogs.upv.es/2018/05/07/nucleacion-y-crecimiento-del-cristal/>

Libro: la enseñanza de las ciencias experimentales: física y química

Miguel Angel Hernández Cano¹, Cesáreo Ruíz Escamilla², Janet Carrasco Castilla³
Miguelangelcano1963@gmail.com, cesareo3@yahoo.com, jcarrascoc@ipn.mx

Resumen

El libro: enseñanza de las ciencias experimentales: física y química, es una obra escrita por 13 profesores y un compilador, todos profesores del IPN, del NMS y Superior, enfocada en la enseñanza de la física y la química en el bachillerato del Instituto. Es una obra basada en una investigación educativa del posgrado de Física educativa en CICATA Legaria, y con el apoyo del constructo conocido como Conocimiento Pedagógico de Contenido. Cada capítulo ofrece dos visiones propias de los autores. La primera es el dominio disciplinar de un tema en física o química y la segunda es una propuesta de estrategia didáctica con todos los elementos que aplica cada profesor en el aula. Este libro innova en las obras editoriales porque su diseño se basa en una investigación educativa de cinco años en las aulas del IPN y porque la propuesta pedagógica de cada docente tiene sustento tanto en la experiencia docente como en el contexto real de cada CECyT y CET, con énfasis en las herramientas tecnológicas disponibles a todos los profesores que se interesan por mejorar su práctica docente y con ello, que mejore el aprendizaje de estas dos ciencias en los estudiantes de todas las áreas del conocimiento del IPN.

Objetivo

Escribir un libro enfocado en la enseñanza de la física y la química que sea un apoyo en la práctica docente de los profesores del nivel medio superior en el Instituto Politécnico Superior, y su difusión en toda la comunidad politécnica para que la investigación educativa aporte evidencias de los procesos de innovación en el IPN.

Marco teórico

En las diecinueve unidades académicas del nivel medio superior del Instituto Politécnico Superior se enseña física y química en las tres áreas del conocimiento, a una población de estudiantes que cursan física y química desde el tercer

¹ Cecyt 7 Cuauhtémoc y CICATA Legaria, IPN

² Cecyt 16, Hidalgo, IPN

³ Cecyt 17, León, IPN

semestre, justo cuando seleccionan la carrera técnica. En cada unidad académica hay una academia de física y una de química, con una matrícula docente de entre 5 y 15 profesores por academia. Hay profesores que trabajan en ambas academias y también hay academias con profesores que enseñan física y matemáticas, esto es más común en las unidades académicas de reciente creación.

Los profesores que enseñan física y química tienen experiencia docente desde 1 año hasta 30 años con perfiles múltiples, y no son solo químicos o físicos de carrera, sino tienen profesiones de las diversas ingenierías, biología, relacionadas con la química (QBP, QFB, etc.) La práctica docente de esta población no se conoce a través de alguna investigación educativa, sino solo por los indicadores tradicionales de todas las academias, entre ellos los índices de aprobación, reprobación, recursamiento (grupos paralelos) y exámenes a título de suficiencia.

Los profesores cuando enseñan Química o Física poseen un conjunto de conocimientos de su disciplina y un conjunto de creencias que juntos, hacen del profesor un actor determinante en la formación del estudiante en el bachillerato mexicano. Cuando los conocimientos disciplinares se enfocan en la enseñanza de estas ciencias experimentales, aparece la necesidad de expresarlos a los alumnos de manera adecuada, entonces se hace evidente la importancia de la pedagogía en este proceso de transmisión.

Es aquí donde, al parecer, hay un hueco entre conocimientos disciplinares y pedagogía, hueco que es estudiado por Shulman (1986) y al que denota como paradigma perdido y que luego lo relaciona con un concepto que él acuña, lo llama Conocimiento Pedagógico del Contenido (CPC) o Conocimiento Didáctico del Contenido (CDC) como lo llaman en España (Farré, 2009) y lo define como una categoría especial de conocimiento “que va más allá del conocimiento disciplinario de la disciplina *per se* hacia la dimensión del conocimiento disciplinario para la enseñanza”.

El CPC se refiere a los conocimientos que tiene un profesor para impartir su cátedra, que incluyen creencias, conocimientos declarativos, procedimentales y actitudinales, además de pedagógicos. El CPC puede estar formado por 6 elementos (Magnusson, Krajcik y Borko, 1999; Park y Oliver, 2008), que son: a) visión y propósito de la enseñanza de la ciencia, b) conocimiento y creencias sobre el currículo de ciencia, c) conocimiento y creencias acerca del entendimiento estudiantil sobre tópicos de ciencia, d) conocimiento y creencias sobre estrategias instruccionales para enseñar ciencia, e) conocimiento y creencias sobre evaluación en ciencia, f) eficacia del profesor. La posesión de este CPC es lo que distingue a los profesores novatos de los expertos, “la capacidad de un profesor para transformar el conocimiento temático que posee, en formas que son

pedagógicamente poderosas y aun adaptables a las variaciones en la habilidad y antecedentes que los estudiantes presentan” (Garritz y Trinidad-Velasco, 2012).

El CPC ha sido investigado en diferentes disciplinas, entre ellas química, matemáticas, física y otras ciencias. En química ha sido de vital importancia porque puede ser trasladado rápidamente al aula, redundando en un mejor y mayor aprendizaje de los estudiantes. También es un modelo de cognición docente (Farré y Lorenzo, 2009).

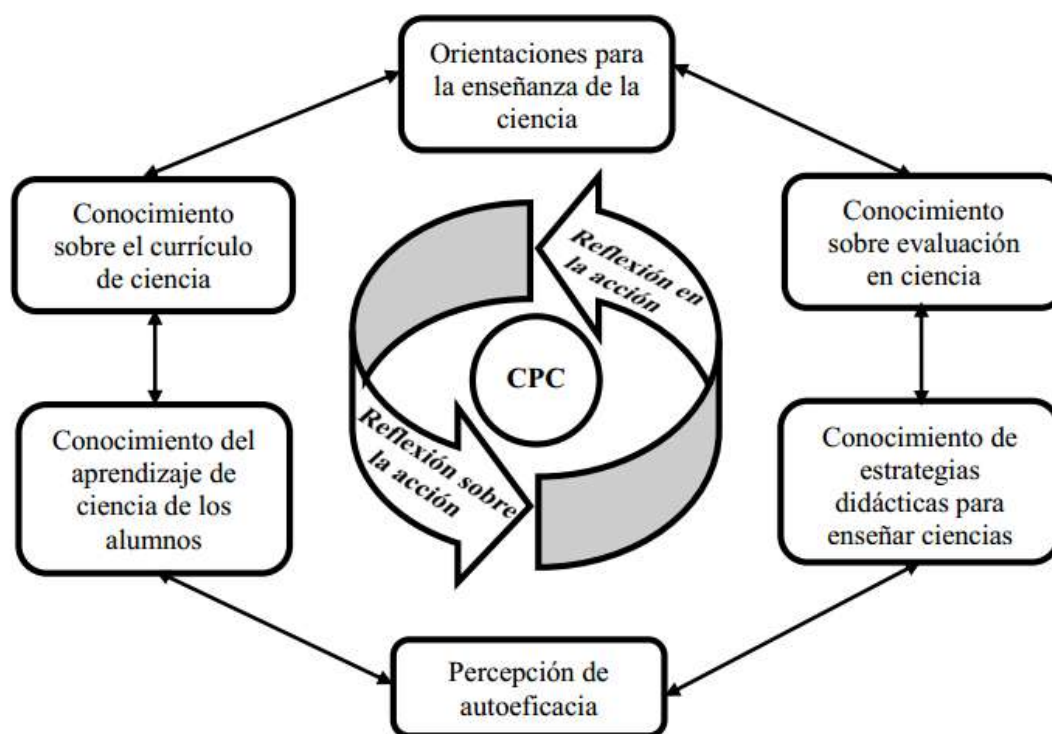


Figura 1. Modelo hexagonal del conocimiento pedagógico de contenido de Park y Oliver, 2008 (en Farré, 2009).

En el modelo anterior aparece el elemento “conocimiento del aprendizaje de las ciencias de los alumnos” significa que el profesor debe conocer las concepciones alternativas de los estudiantes, que son de un amplio espectro y muy arraigadas y persisten aun después de que ha terminado su educación obligatoria. Conocer estas concepciones alternativas en los alumnos es un buen punto de partida para mejorar la enseñanza de la química, afirman Garritz y Reyes (2006).

Por lo tanto, el modelo que mejor describe al CPC no solo representa el entendimiento docente sino la forma en que este entendimiento se actúa y se

modifica en el aula. Es decir, que el CPC se genera a partir de las interrelaciones contextualizadas de seis dominios de conocimiento mediante la reflexión sobre la práctica docente que se tiene al planificarla y la reflexión en la práctica que sale a la luz al evaluarla de forma metacognitiva. Es el CPC, entonces, un modelo dinámico donde los profesores no solo somos receptores pasivos de información, sino que creamos conocimientos a partir de esta información y de nuestras propias experiencias y esta es una característica fundamental que tenemos y que nos hace profesionales y no meros ejecutores de recetas preelaboradas por investigadores (Farré y Lorenzo, 2009). El CPC, en suma, según Shulman (1986, en Garritz y Reyes, 2006) es un tipo de conocimiento que los profesores de ciencias deben poseer, ya que no sólo tienen que saber y entender el tema científico, sino también cómo enseñar ese contenido específico de forma efectiva.

Talanquer (2014) dice que un buen profesor debe poseer el CPC suficiente para:

- Identificar ideas, conceptos y preguntas centrales con un tema
- Reconocer las probables dificultades conceptuales de sus estudiantes
- Reunir preguntas, problemas o actividades que obliguen al estudiante a reconocer y cuestionar sus ideas previas
- Seleccionar experimentos, problemas o proyectos que permitan que los estudiantes exploren conceptos centrales.
- Construir explicaciones, analogías o metáforas que faciliten la comprensión de conceptos abstractos
- Diseñar actividades de evaluación que permitan la aplicación de lo aprendido en la resolución de problemas en contextos realistas y variados.

Lo que hacen los profesores expertos es transformar el conocimiento disciplinario en formas que sean más accesibles a sus estudiantes y lo adaptan al contexto del tema específico, desarrollando así el CPC que se adquiere principalmente por la propia experiencia en la docencia (Garritz y Reyes, 2006), y Grossman (1990, en Garritz, 2004) complementa e identifica cuatro fuentes a partir de las cuales el CPC se genera y desarrolla: la observación de las clases, tanto en la etapa de estudiante como en la de profesor-estudiante; la formación disciplinaria; los cursos específicos durante la formación como profesor, además de la experiencia de enseñar en el salón de clases.

Sin embargo, aunque el CPC puede existir, es muy difícil tanto reconocerlo como articularlo, y la observación del desempeño docente dentro del aula solo proporciona pistas limitadas del CPC de un profesor porque este concepto es un

constructo interno, por lo tanto, se requiere entrevistar al profesor para lograr articularlo. Se ha vuelto crucial en este tipo de investigación la importancia de la relación entre lo que los profesores piensan y cómo enseñan.

El CPC continúa siendo un constructo teórico muy seductor, pero no un aspecto fácilmente identificable de la práctica docente, por lo tanto, hay pocos ejemplos disponibles en la literatura (Loughran, Mulhall y Berry, 2004). Ante esto, se ha diseñado una metodología para identificar y “atrapar” el CPC, mediante dos herramientas: la Representación de Contenidos (ReCo) y los Repertorios Profesionales y Pedagógicos de la Experiencia (RePyP) o llamados también inventarios o Repertorios (Garritz, 2006). Aquí llamaremos la Representación como ReCo y los Repertorios o Inventarios como RePyP.

La Representación (ReCo) es una herramienta de investigación para registrar el conocimiento de los profesores de ciencias, pero también es una forma de representar este conocimiento y se puede utilizar como una herramienta de entrevista con grupos de profesores de ciencias para evocar su comprensión de aspectos importantes del contenido bajo consideración, así como usar los resultados de estas entrevistas como la propia representación. Cabe mencionar que la Representación (ReCo) contiene ocho dominios como parte de la metodología, aunque provienen de seis elementos, pero hay una relación cercana de los dos dominios adicionales con los seis originales. En el capítulo de Metodología se describe el diseño detallado de este instrumento, validado por un grupo de investigadores australianos (Loughran, Mulhall y Berry, 2004).

El propósito de la ReCo es codificar el conocimiento del profesor de una forma común para identificar características importantes del contenido que los profesores de ciencias reconocen y responden al enseñar tal contenido. Y los inventarios o Repertorios (RePyP) están enlazados a la Representación (ReCo) que dan informes de cómo sucede la práctica en el aula, es decir, ayudan a conectar la práctica vista con la comprensión de contenido particular, ayudan a los alumnos a entender mejor los contenidos. Podemos decir que la Representación (ReCo) es la fase teórica (lo que declara el maestro) y los Repertorios (RePyP) la fase práctica (lo que hace el maestro en el aula).

Los inventarios o Repertorios (RePyP) se construyen a partir de descripciones detalladas que los maestros hacen de forma individual y como resultado de discusiones de algún tema, idea, o situación escrita en la Representación (ReCo) así como de observaciones en clase. En la investigación educativa en la didáctica de la ciencia se han reportado Representaciones (ReCo) para contenidos específicos en Química y asociados a varios Repertorios (RePyP), que al

exponerlos se muestran como cuadernillos de hasta 32 páginas tan solo para un tema (Loughran, Mulhall y Berry, 2004).

Desarrollo

La principal característica de este libro es que su contenido está basado en una investigación educativa que inició en el año 2015, en diferentes aulas y laboratorios, además de las entrevistas en los espacios de los docentes que impartían Física o Química en los CECyT y CET del IPN. Luego, esta investigación se enriqueció en 2018 con un grupo más numeroso de profesores que incluyó a las unidades académicas foráneas del Instituto.

Es importante mencionar que en este libro participan profesores que están asignados en una unidad académica del nivel medio superior del IPN y que participaron en la investigación educativa, y profesores que son tanto del nivel medio superior como superior y que no participaron en la investigación, pero su talento, interés y compromiso con esta obra, los hicieron fundamentales en la construcción de algunos de los capítulos del libro.

Uno de los grandes logros de este libro es haber conjuntado a 18 profesores de la mayoría de las unidades académicas y compartir su conocimiento pedagógico de contenido (CPC) en esta obra. Varios de ellos tienen el grado de doctor en Física o Química, otros están realizando una maestría en su área o en pedagogía y en conjunto suman muchos años impartiendo cátedra dentro y fuera del IPN.

El Centro de Investigaciones en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada (CICATA) en su unidad Legaria es un centro de investigación del Instituto Politécnico Nacional que hace investigación y desarrolla tecnología en campos diversos del conocimiento. Cuenta con posgrado en Matemáticas y Física. En este último se incluye la maestría y el doctorado en Física educativa en su modalidad en línea a nivel nacional e internacional. En el doctorado los estudiantes cursan varios semestres donde conocen diversos enfoques e investigaciones en el campo de la enseñanza y aprendizaje de la Física mediante varias unidades de aprendizaje, y se combinan con la investigación educativa que dará lugar a la tesis doctoral.

En el posgrado en Física educativa se han graduado más de 40 estudiantes tanto en maestría como doctorado y con ello se ha generado un acervo de tesis y artículos muy amplio. Sin embargo, la producción editorial, en particular la de libros es menos frecuente, y en el campo de la enseñanza de la Física y la Química en el bachillerato en el mundo, en México y en el propio IPN, es escasa.

Los libros de Física y Química en el bachillerato, para un docente con experiencia, son muy conocidos, los llamamos “los clásicos” porque por muchos años han sido el apoyo imprescindible en la práctica docente. Son libros con contenidos profundos

de la Física clásica y moderna, así como de la Química General y áreas como la química inorgánica, orgánica, fisicoquímica, etc. Los otros libros en el bachillerato son aquellos conocidos como “libros de texto” que se enfocan en ordenar sus contenidos acordes a los planes y programas de Física y Química en los diferentes subsistemas del bachillerato mexicano. Incluso, en años recientes, algunas editoriales han generado libros que plantean la enseñanza de la Física y la Química con diferentes enfoques, entre ellos, el enfoque por competencias; otros han incluido un dispositivo electrónico (cd) o una batería de ligas electrónicas donde se proponen profundizar los contenidos.

Esta obra es un libro que se diseñó con los hallazgos de la investigación doctoral, en las aulas y laboratorios de los CECyT y CET del Instituto, tanto del área metropolitana de la ciudad de México y de algunos estados como Hidalgo y Guanajuato. Los autores son profesores que enseñan Física o Química en el nivel medio superior y superior y que demuestran su talento en los diferentes capítulos del libro, a partir de dos aspectos importantes, uno, su dominio disciplinar en Física o Química plasmado en la explicación detallada de un tema, bloque o unidad pedagógica que imparten actualmente en su práctica docente; dos, una propuesta didáctica o secuencia didáctica de dicho tema tomando en cuenta su propia experiencia y enriqueciendo esta secuencia con algunos aspectos de mejora docente (indicadores de innovación educativa) sugeridos por la propia investigación educativa.

El libro está integrado por 13 capítulos, ocho de ellos enfocados en Química y cinco en física. Algunos profesores abordaron un solo tema en su programa, otros enlazaron varios temas en un capítulo y otros más integraron una unidad didáctica. Esta decisión está basada en su trabajo cotidiano en el aula y el laboratorio, con diferentes grupos en distintas especialidades que el IPN ofrece a todos los estudiantes de nivel medio superior.

En el libro, de Química tenemos nueve capítulos a cargo de diez docentes. El capítulo 1 “materia y energía” está a cargo de la doctora María Guadalupe Rodríguez Angeles del CECyT 11 donde se imparten cuatro cursos de Química a estudiantes del área de Ingeniería y físico matemáticas. El tema de Materia y Energía se ubica en la primera unidad de Química I y representa el primer contacto de los estudiantes con esta ciencia en el bachillerato del IPN. La doctora Guadalupe explica los inicios de la química, los conceptos de materia, sustancia, elemento y átomo y con un esquema integra la clasificación de la materia. Luego aborda las propiedades de la materia que son clave para el resto de los temas de química y física; define y distingue entre fenómeno físico y químico y establece las características de los estados de agregación que son clásicos en la química, así como los cambios de estado. Este capítulo aborda también la ley de la conservación de la masa, la materia y la energía, sus manifestaciones, luego el tema de mezclas y no deja detrás un tema de gran importancia: las fuentes energéticas actuales y las del futuro cercano. Este capítulo, como el resto, incluye una secuencia didáctica

donde la maestra Guadalupe nos lleva a su aula para mostrar cómo enseña los temas de materia y energía.

En el capítulo 2 “Historia de las reacciones químicas de compuestos orgánicos” la autora es la maestra María Odilia Sandoval Rosas del CECyT 15 donde se imparten cuatro cursos de química a estudiantes del área médico biológicas. El tema pertenece a Química III y se ubica en la primera unidad del curso, es un tema que está enlazado con el último tema de Química II, significa que la química orgánica inicia en Química II y continua en Química III. La maestra Odilia recorre la historia de las reacciones químicas desde los egipcios con ejemplos clásicos como la fermentación de la uva hasta el descubrimiento del benzoilo en el aceite de almendras. Este recorrido histórico nos lleva al tema central que son los mecanismos de reacción de los hidrocarburos, desde los alcanos, alquenos y alquinos, hasta los compuestos oxigenados y los hidrocarburos aromáticos. La segunda parte de este capítulo es la secuencia didáctica, donde la maestra Odilia nos ofrece el inicio, desarrollo y cierre de este tema en las aulas del CECyT 15.

En el capítulo 3 el tema central es “Enlace químico” a cargo del maestro Arturo Robledo Jiménez del CECyT 7 donde se imparten cuatro cursos de Química en el área de Ingeniería y físico matemáticas. Este tema se ubica en el curso de Química I (tercer semestre) en la cuarta unidad y el inicio del tema toma en cuenta algunos eventos históricos relacionados con los tipos de enlaces, en particular el concepto de electrón de valencia. El maestro Arturo explica las características del enlace iónico y ejemplifica con el NaCl mediante sus configuraciones electrónicas y como evidencia de este enlace, una tabla de puntos de fusión. Aborda, enseguida el enlace metálico, sus propiedades y puntos de fusión, lo mismo con el enlace covalente donde hace evidente la ventaja de las estructuras de Lewis para explicar algunos compuestos con este enlace. En la segunda parte del capítulo, el maestro Arturo Jiménez, explica cómo enseña en el aula este tema a sus estudiantes del área de ingeniería y físico matemáticas, con énfasis en los aspectos de mejora docente.

En el capítulo 4, el autor es la Dra. Janet Carrasco Castilla del CECyT 17, con el tema “Ley de la conservación de la masa y la energía”, un tema de Química I, se ubica en la unidad 3 después de haber enseñado “materia y propiedades de la materia” y se imparte a estudiantes de muy diversas carreras técnicas porque en este CECyT, al ser interdisciplinario, la Dra. Janet se enfrenta ante un reto mayor, enseñar este tema a alumnos de las tres áreas, aunque en su experiencia, ha impartido Química I a alumnos del área de Ingeniería y físico matemáticas, así como de médico biológicas. Inicia con la explicación de la ley de la conservación de la masa a partir de las aportaciones de Lavoisier y enseguida aborda la ley de la conservación de la energía cuyo concepto es clave tanto en la química como en la física que se ve reflejado en las aportaciones que hacen Bernoulli y Leibnitz. La unión de estas dos leyes se condensa en el modelo matemático de la energía, la masa y la velocidad de la luz. Enseguida, la Dra. Janet aborda los tipos y

manifestaciones de energía y plantea varias preguntas detonadoras que sirven de estímulo al profesor al enseñar. Llega también a abordar la importancia ecológica enfocada en las fuentes energéticas renovables, no renovables del presente y futuro. La segunda parte de este capítulo se enfoca en la estrategia didáctica aplicada en el aula por varios semestres, donde se recomiendan diversas actividades docentes y de los estudiantes.

En el capítulo 5 el tema es “Cinética química” a cargo de la Dra. Irasema Leticia Islas García del CECyT 16, una unidad académica interdisciplinaria donde se imparte Química en las tres áreas del conocimiento del IPN. Este tema pertenece a Química IV y se ubica en la unidad dos, después de termoquímica, cuyo tema central es la velocidad de reacción y que es esencial para entender el comportamiento de muchas reacciones. En el inicio distingue entre velocidad y rapidez en una reacción química, luego aborda el concepto de cinética y reitera la importancia de entender el mol como una variable a medir en un cambio de concentración en una reacción. Otro factor importante es el tiempo como parte de la rapidez en diferentes ejemplos de reacciones que se llevan a cabo en el ambiente, en la industria y en algunos microorganismos. Otro tema dentro de cinética química es la teoría de colisiones como un modelo para explicar un mecanismo de reacción química y que remite no solo a las bases de la química, sino también a la física con el tema de choque elástico e inelástico. La Dra. Irasema aborda también el tema de factores que afectan la velocidad de reacción, explicando cada uno. La segunda parte de este capítulo es la secuencia didáctica que utiliza la Dra. Irasema en sus diferentes grupos donde se enseña Química IV.

En el capítulo 6 participa la Dra. Ana Cristina Esqueda Oliva del CECyT 17 nos ofrece el tema de “Historia del estado gaseoso” que es parte del curso de Química III que se imparte en quinto semestre en el IPN, recordando que esta unidad académica es interdisciplinaria. Inicia este tema explicando la importancia histórica del estado gaseoso en el paso de la alquimia a la química. Describe a un gas en sus características, los experimentos clásicos donde se hacen las primeras mediciones que confirman que tiene masa y se pueden comprimir aplicando presión, hasta llegar a la ley de un gas y ecuación general del gas ideal, describiendo las tres relaciones entre temperatura, volumen y presión descritas por Boyle, Charles y Guy-Lussac. La segunda parte, la Dra. Ana Cristina propone una secuencia didáctica para enseñar este tema en las aulas del IPN y de otras instituciones del nivel medio superior.

En el capítulo 7 el tema es “Tecnología química” a cargo del profesor César Hernández Cruz del CECyT 11 donde se enseñan cuatro cursos y, este tema se ubica en Química IV, en sexto semestre de bachillerato del IPN. El profesor César aborda en este tema los antecedentes de la industria química, los componentes de un proceso de tecnología química, los aspectos básicos para iniciar un proyecto tecnológico, así como los proyectos de innovación. La segunda parte propone una

secuencia didáctica planeada en tres sesiones donde muestra cómo enseña este tema con sus alumnos del área de Ingeniería y físico matemáticas.

El capítulo 8 está a cargo de dos profesores del CECyT 12, Carlos Reyna Tapia y Alejandro Ramírez Hernández, ambos de la Academia de Química en esta unidad académica. El tema es “Estequiometría” que pertenece al curso de Química II que se imparte en cuarto semestre. Ambos inician este tema con una analogía de la elaboración de un panqué para dar pie a la importancia de la estequiometría como parte esencial de la medición en química. Abordan dos leyes importantes, la de la conservación de la masa de Lavoisier, de las proporciones constantes de Proust y la ley de las proporciones recíprocas de Richter. Retoman conceptos básicos de Química I. La segunda parte, los profesores Carlos y Alejandro proponen una secuencia didáctica muy detallada con diversas actividades del profesor y de los estudiantes aplicando la estequiometría en diversas e interesantes reacciones químicas.

El capítulo 9 está a cargo del profesor Miguel Fregoso Figueroa del CECyT 12. El tema es “Dinámica” y pertenece al programa de Física I en unidades académicas del área de Sociales y Administrativas; es un tema que se ubica en la unidad 4 con la que finaliza el curso. El profesor Miguel Fregoso inicia con los hechos históricos que dieron lugar al nacimiento de esta área de la Mecánica como parte de la física clásica. Narra las aportaciones de Aristóteles, Galileo y los principios matemáticos de Isaac Newton y sus leyes del movimiento. La segunda parte de este capítulo incluye la propuesta de secuencia didáctica que recomienda el profesor Fregoso a partir de las condiciones y el contexto en el CECyT 12.

En el capítulo 10 el autor es el profesor Juan Antonio Díaz Martínez del CET 1 del IPN. El tema es “Agrupamiento de resistores” que pertenece a Física III, en la unidad de electrodinámica. Este tema se imparte a estudiantes del área de Ingeniería y físico matemáticas en quinto semestre. El profesor Juan Antonio inicia el tema definiendo un resistor y sus dos presentaciones, sus funciones en un circuito y sus arreglos. Describe cada uno de los arreglos o agrupamientos y los modelos matemáticos que permiten calcular las variables en un circuito como son la intensidad de corriente, la diferencia de potencial, la potencia y la resistencia equivalente. Otro aspecto fundamental que explica el profesor Juan Antonio es la aplicación de las reglas de Kirchhoff en circuitos más complejos y para ello hace uso de algunos ejemplos donde aplica estas reglas. La segunda parte de este capítulo es la secuencia didáctica enfocada en estudiantes de las distintas especialidades del CET 1, como redes de cómputo y sistemas automotrices.

En el capítulo 11 tenemos como autor al profesor Cesáreo Ruiz Escamilla del CECyT 16, una unidad interdisciplinaria. El tema es “Óptica” que representa una unidad completa en Física IV para estudiantes del área de Ingeniería y físico matemáticas. El maestro Cesáreo inicia con la naturaleza de la luz a partir de los griegos hasta Galileo y su invento maestro, el telescopio, que ayudó a establecer la

naturaleza corpuscular de la luz de Newton, y luego la naturaleza ondulatoria que propuso Young. Luego aborda las características y propagación de la luz, enfatizando en la reflexión y la refracción. La segunda parte del capítulo, el maestro Cesáreo propone una secuencia didáctica con aspectos importantes de cómo enseña Óptica en el aula con sus alumnos de las distintas áreas del conocimiento en el CECyT 16.

En el capítulo 12 participa como autor en el nivel superior del IPN, la Dra. Leonor Pérez Trejo de ESFM. El tema es “Introducción a la Física Moderna” que también representa la última unidad de Física IV para estudiantes del área de Ingeniería y física matemáticas. La Dra. Leonor inicia esta unidad con el surgimiento de la Física Moderna a partir de los descubrimientos a finales del siglo XIX y la falta de explicación contundente de algunos fenómenos como el efecto fotoeléctrico y la radiación del cuerpo negro. Aborda como tema inicial la relatividad especial y el concepto de sistemas inerciales y explica los postulados de Einstein y su importancia. Otro tema es la relatividad general y el concepto de onda de materia y con ello, el carácter dual de la luz y de la propia materia. La segunda parte la aborda la Dra. Leonor con una secuencia didáctica para enseñar estos temas de Física Moderna, con la visión del profesor que enseña Física en el primer año de la Superior y recibe a estudiantes del nivel medio superior.

En el capítulo 13 el tema es “Historia del magnetismo, imanes y geomagnetismo” y pertenece a la primera unidad de Electromagnetismo de Física IV para estudiantes del área de Ingeniería y físico matemáticos. Tengo el privilegio de escribir este capítulo (Miguel Angel Hernández Cano) al lado de colegas de este libro. Inicia el capítulo con algunos antecedentes históricos importantes del magnetismo, partiendo de la magnetita, primer imán natural en la antigua Grecia, las aportaciones de William Gilbert y el experimento de Oersted para dar lugar al nacimiento del electromagnetismo. Luego se abordan las características de los imanes y sus aplicaciones, para finalizar con el fascinante tema del magnetismo terrestre, su origen y su función en la superficie terrestre. La segunda parte es la secuencia didáctica donde se expone cómo se enseñan estos temas, las actividades del docente y de los estudiantes y todos los recursos tecnológicos recomendados para enriquecer la enseñanza y el aprendizaje de este tema.

Aprendizajes esperados

Todos los capítulos de este libro han sido analizados, corregidos y enriquecidos como parte de un trabajo doctoral en CICATA Legaria donde se encuentra autorizada la tesis que soporta esta obra editorial. Sin duda, con este libro damos inicio a una serie de evidencias escritas en el campo de la Enseñanza de la Física y la Química en el bachillerato del IPN. El grupo que conforma esta obra, solo es un

peldaño en la construcción de una red de investigación en este campo, y esperamos involucrar a más profesores del Instituto en el futuro cercano.

Nuestros agradecimientos a IPN-publicaciones, casa editora del Instituto Politécnico Nacional, por el apoyo infinito para este libro con lo que deja constancia de la importancia de una de las grandes funciones de la educación: la divulgación del conocimiento a todos, pero en particular a la comunidad politécnica.

Referencias

Farré, A. y Lorenzo, G. (2009). Conocimiento Pedagógico de Contenido: una definición desde la Química. *Educación en la Química*. 15 (2): 103-113.

Garriz, A. y Trinidad-Velasco, R. (2004). El conocimiento pedagógico de contenido. *Educación Química*. 15(2): 1-6.

Garriz, A. y Reyes, F. (2006). Conocimiento pedagógico del concepto de “reacción química” en profesores universitarios mexicanos. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*. 11 (13):1175-1205.

Garriz, A. y Trinidad-Velasco, R. (2012). Creencias sobre la enseñanza de los profesores de Química del nivel medio superior. Tesis. UNAM

Loughran, J., Mulhall, P. y Berry, A. (2004). In search of pedagogical content knowledge in science: developing ways of articulating and documenting professional practice. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(4), 370-391

Magnusson, S., Krajcik, J. y Borko, H. *Nature, sources and development of pedagogical content knowledge for science teaching*. J. Gess-Newsome, N.G. Lederman (Eds.), *Examining Pedagogical Content Knowledge: PCK and Science Education*, Kluwer, Academic Publishers, The Netherlands (1999), pp.95-132.

Park, S. y Oliver, S. (2008). Revisiting the conceptualization of Pedagogical content knowledge (PCK): PCK as a conceptual tool to understand teachers as professionals. *Res. Sci. Educ.* 38:261-284

Talanquer, V. (2014). Razonamiento pedagógico específico sobre el contenido (RPEC). *Educ.quim.*, 25 (3): 391-397.

Shulman, L.S. (1986). Those who understand: knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15 (2), 4-11.

Hacia el concepto de espín en la enseñanza

Jaime Avendaño¹, Leonor Pérez-Trejo²
javendanol@ipn.mx, lperez@ipn.mx

Resumen

El espín es un concepto fundamental para entender la estructura del Universo, la enseñanza inicial de este concepto representa un verdadero desafío debido a dos obstáculos: el primero es que es un concepto cuántico que no tiene análogo clásico y el segundo es que incluso hoy en día aún no entendemos bien a bien qué es el espín. Sin embargo, el contexto histórico del surgimiento de este concepto nos traza una ruta conveniente en el proceso enseñanza-aprendizaje para generar un primer preconcepto basado en la física clásica, que deberá ser desechado casi inmediatamente para establecer ya no una idea más sólida de lo que es, pero sí de lo que no es.

Objetivo

Desarrollar una propuesta didáctica para la enseñanza de uno de los conceptos fundamentales y abstractos de la mecánica cuántica como es el espín, utilizando el contexto histórico para apoyar la comprensión de los estudiantes.

Marco teórico

La mecánica cuántica se encarga de estudiar el mundo a nivel microscópico y el comportamiento de ese mundo no se parece a nada de lo que se está acostumbrado en la cotidianidad y puede llegar a chocar con el sentido común. Los elementos que componen esta teoría tienen cierta dificultad para comprenderlos debido al nivel de abstracción que se requiere. Debido a esto es importante considerar las dificultades a las que se enfrentan los profesores y los estudiantes en el proceso enseñanza-aprendizaje. Aquí, el utilizar solamente los conocimientos previos de los estudiantes puede ser contraproducente porque lo que se conoce es la teoría clásica y a veces también se tiene dificultades para asimilarla.

Se han propuesto diversas estrategias de enseñanza de la mecánica cuántica desde diversos enfoques, por ejemplo, tomando como contexto los avances tecnológicos que se han desarrollado a finales del siglo XX y que están sustentados

¹ IPN-ESFM

² IPN-ESFM

en los principios de funcionamiento del mundo microscópico (Greca y Herscovitz, 2002); utilizando herramientas como las TIC, limitados experimentos de laboratorio (Cuesta, 2018); otras más van dirigidas a que los alumnos obtengan aprendizajes significativos confrontando los conceptos cuánticos con los clásicos (Pantoja, Moreira y Herscovitz, 2013)

Una herramienta para poder abordar la enseñanza de las ciencias, en particular de los conceptos cuánticos, es la historia, ya que tiene las siguientes bondades: se puede hacer énfasis en las dificultades experimentales y teóricas de la época, permite ver que la ciencia no se genera de manera lineal ni secuencial, propicia la reflexión conceptual, se puede aprender a partir de conocer las actitudes, circunstancias, experiencias o problemáticas personales de los científicos de la época (Solbes y Sinarcas, 2009; Cuesta, 2018).

Desarrollo

Se recomienda consultar libros de historia de la ciencia como los de Sánchez Ron (2001) y H. Kragh (2007), y de divulgación como los de Al-Khalili (2003) y Lovett-Cline (2018).

Tomando como contexto la historia de la ciencia a continuación se mencionan brevemente los principales episodios que consideramos trazan la ruta para llegar al concepto de espín.

Series espectrales y el modelo de Bohr.

Se había observado que al dispersar la luz proveniente de distintas fuentes a través de un prisma los espectros obtenidos, mostraban diferencias dependiendo de la fuente luminosa, si se utilizaba una lámpara con un filamento incandescente el espectro era continuo. Pero si la fuente luminosa era un gas incandescente los espectros sólo mostraban algunas líneas paralelas nítidas y separadas, es decir, los espectros eran discretos.

Desde finales del siglo XIX las técnicas espectroscópicas habían ya permitido clasificar estos espectros discretos en lo que llamaron series espectrales. En particular, Johann Balmer en 1885 propuso una fórmula empírica que ajustaba perfectamente las longitudes de onda de las líneas espectrales del hidrógeno en el visible. Esta fórmula que ajustaba la serie espectral visible del hidrógeno, conocida a posteriori como serie de Balmer, y se expresa como sigue:

$$\lambda = \mathfrak{B} \frac{n^2}{n^2 - 4} \quad , \quad n = 3, 4, 5, \dots \quad ,$$

\mathfrak{B} es una constante numérica (constante de Balmer). La fórmula de Balmer no pudo tener explicación sino hasta 28 años después, cuando en 1913 Niels Bohr planteó un modelo para la estructura del átomo de hidrógeno. La hipótesis de Bohr acerca

de la emisión de luz debida a transiciones entre niveles discretos de energía, $\Delta E_{n_1}^{n_2} = E_{n_2} - E_{n_1} = \frac{hc}{\lambda}$, le permitió encontrar una expresión para la longitud de onda de la luz emitida en estas transiciones

$$\lambda = \frac{4\pi\hbar^3 c}{me^4} \frac{n_1^2 n_2^2}{n_2^2 - n_1^2},$$

que cuando $n_1 = 2$ y $n_2 \geq 3$ concuerda de manera exacta con la fórmula empírica de Balmer,

$$\lambda = \frac{4^2\pi\hbar^3 c}{me^4} \frac{n_2^2}{n_2^2 - 4}, \quad \mathfrak{B} = \frac{4^2\pi\hbar^3 c}{me^4};$$

pudiéndose entender entonces que cada longitud de onda de la serie visible del hidrógeno (serie de Balmer) corresponde a una transición de un nivel de energía E_n con $n \geq 3$ al nivel de energía E_2 , además se pudo expresar la constante de Balmer en términos de constantes fundamentales de la naturaleza como: la carga y masa del electrón, la constante de Planck y la velocidad de la luz.

Modelo de Sommerfeld, introducción de más números cuánticos.

En 1896 Pieter Zeeman descubrió que, en presencia de un campo magnético, las líneas espectrales se separaban, o se desdoblaban, en grupos de líneas muy cercanas. A este desdoblamiento de las líneas espectrales se le llamó efecto Zeeman. En algunos casos este desdoblamiento se pudo explicar con la teoría clásica desarrollada por Lorentz, pero en general el efecto no se entendía y se terminó llamándolo efecto Zeeman anómalo, se iba a requerir el concepto de espín para entenderlo.

Para los años alrededor de 1915, la espectroscopía había avanzado lo suficiente como para observar que las líneas espectrales eran en realidad dos líneas (dobletes) separadas una distancia muy pequeña (del orden de $10^{-4} - 10^{-5} eV$). Esta evidencia experimental más compleja en los espectros discretos, obligó a replantear las explicaciones que se tenían con el modelo de Bohr. En 1916, Arnold Sommerfeld extendió el modelo de Bohr introduciendo la relatividad especial y considerando órbitas elípticas orientadas en el espacio para los electrones. El análisis de Sommerfeld resultó en un modelo que aumentaba a tres el número de números cuánticos. Aunque Sommerfeld había mejorado el modelo teórico de Bohr, su modelo seguía sin poder explicar correctamente los desdoblamientos de las líneas espectrales.

La necesidad de otro número cuántico, el espín.

Como estudiantes de Sommerfeld, Werner Heisenberg y Wolfgang Pauli hacia el año de 1920 también se involucraron en el problema de explicar el efecto Zeeman anómalo. Heisenberg, que tenía una habilidad nata para las matemáticas, encontró

que los datos experimentales podían explicarse asignando números cuánticos semienteros a los estados estacionarios.

Por otro lado, Pauli, quien contaba con una profunda visión de la física, en 1925 llegó a la conclusión de que los elementos cuentan con distintas propiedades químicas y que los multipletes del efecto Zeeman anómalo solo sería posible entenderlos si los electrones poseían 4 números cuánticos en lugar de 3. Además, ese cuarto número debía tener un peculiar doble valor. Sin embargo, para Pauli, solo las cantidades físicas observables deberían aparecer en las teorías físicas, y esta idea del doble valor para el nuevo número cuántico no era posible vincularlo con algo observable.

Las ideas de Pauli inspiraron a dos jóvenes holandeses, Sam Goudsmit y George Uhlenbeck, a proponer que el cuarto número cuántico tenía que ver con otro grado de libertad del electrón y sugirieron entonces que éste además de estar girando alrededor del núcleo, también podría estar girando sobre su propio eje, algo así como el movimiento de la tierra en el modelo planetario. Con esta idea, Goudsmit y Uhlenbeck propusieron que el nuevo grado de libertad correspondía al giro (spin) del electrón.

Goudsmit y Uhlenbeck, eran ayudantes de Paul Ehrenfest en esa época, por lo que le informaron de su idea y éste pidió opinión a Lorentz, quien haciendo un análisis utilizando la teoría clásica determinó que existían graves problemas con ese modelo. No obstante, Ehrenfest apoyó para que se publicara la nota argumentando que por ser jóvenes se les podía permitir que se equivocaran.

En otro escenario Ralph Kronig, un joven físico estadounidense, tuvo la idea del espín antes que Goudsmit y Uhlenbeck pero fue el mismo Pauli quien lo desanimó a publicar su idea diciéndole que la naturaleza no funcionaba así. Fue hasta que supo del artículo de los holandeses que decidió publicar su trabajo.

Consecuencias de considerar al espín como una rotación.

Si se considera que el electrón tiene forma esférica y su carga se encuentra uniformemente distribuida, un simple cálculo electrostático nos lleva a que la energía de la distribución esférica de carga es igual a (Alexeiev 1980)

$$E = \frac{3e^2}{5R_0} ,$$

igualando esta energía a la energía en reposo de Einstein, $E = mc^2$, permite estimar el radio del electrón en $R_0 = 2.8 \times 10^{-13} \text{ cm}$, cantidad conocida como el radio clásico del electrón.

Ahora consideremos en el átomo de hidrógeno un sistema de referencia montado en el electrón, entonces el núcleo estará orbitando al rededor del electrón como se

ilustra en la figura 1a. Debido a que el núcleo contiene una carga, entonces desde el electrón se verá una espira de corriente alrededor de él, figura 1b.

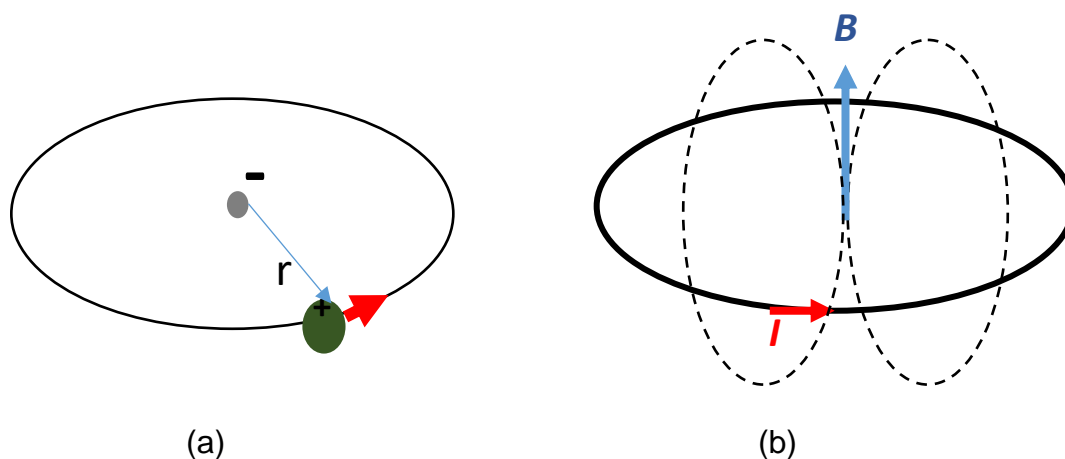


Fig. 1

La espira de corriente genera un campo magnético en la posición del electrón cuya magnitud será (Alexeiev 1980):

$$B = \frac{ev}{cr^2} .$$

Si se considera la segunda órbita del átomo de Bohr (Leite-Lopes 1978), $r = 4a_B$ y $v = \frac{e^2}{2\hbar}$, se obtiene que esta magnitud del campo magnético es de 3935.9 gauss, el cual es un valor extremadamente grande si se compara con el valor de 0.5 gauss del campo magnético de la tierra.

Por otro lado, debido a su carga eléctrica el electrón al girar sobre su propio eje genera un momento dipolar magnético μ que al interactuar con el campo magnético genera una energía de acoplamiento de magnitud $U = \mu B \cos\theta$, donde θ es el ángulo entre los vectores dipolo magnético y campo magnético.

Debido a la propuesta de Pauli de que el cuarto número cuántico debería de tener solo dos posibles valores, Goudsmit y Uhlenbeck propusieron que el electrón sólo podría rotar de dos formas distintas, una en la que μ fuera paralelo al campo magnético y la otra en la que estuviera orientado en sentido contrario al campo. De esta manera, en un caso se tendría $U = \mu B$ y en el otro $U = -\mu B$.

Así, los niveles de energía deben de cambiar de tal manera que

$$E_n \rightarrow E_n + U = E_n + \begin{cases} \mu B \\ -\mu B \end{cases} .$$

Esto origina que cada nivel se desdobra en dos niveles, y de esta manera cada línea espectral se desdoblará en dos líneas espectrales cuya separación correspondería a $\Delta E = 2 \mu B$.

Ahora, si se toman los datos experimentales del doblete de la línea H_{α} de la serie espectral del hidrógeno, $\Delta E = 4.5 \times 10^{-5} eV$, implica que la magnitud del momento dipolar del electrón es $\mu = \frac{\Delta E}{2B} = 9.2 \times 10^{-21} \frac{erg}{gauss}$, que es justamente la magnitud del magnetón de Bohr.

Con los valores del radio del electrón y del momento dipolar encontrados, se puede calcular la velocidad de los puntos en el ecuador del electrón mediante la siguiente expresión (Alexeiev 1980, Leite-Lopes 1978):

$$v = \frac{5c \mu}{e R_0} = 343c .$$

Es decir, estos puntos en el electrón giran a una velocidad de 343 veces la velocidad de la luz.

Las mediciones más recientes señalan que si el electrón tiene un radio, este debe de ser menor a $10^{-20} cm$ (Dehmelt 1989). Si consideramos este valor en la ecuación anterior en lugar del radio clásico del electrón, se obtiene que la velocidad de los puntos en el ecuador del electrón llegaría a ser del orden de ¡ $10^{10} c$! , 10^{10} veces la velocidad de la luz. Por lo tanto, ¡el electrón no puede estar rotando!

Con los cálculos realizados en esta sección se demuestra que el preconcepto de espín que se había planteado como el giro del electrón sobre su propio eje en sentido de las manecillas del reloj o en sentido contrario debe de ser abandonado. Sin embargo, como hemos visto, debido a las aportaciones publicadas de Goudsmit y Uhlenbeck por un lado, y por Kronig por otro, la idea del espín quedó registrado en la historia de la ciencia.

Finalmente, se puede concluir que el espín al igual que la masa y la carga del electrón, son propiedades intrínsecas que a pesar de que hoy en día no se sepan que son, se pueden medir con una precisión muy alta.

Aprendizajes esperados

Que los estudiantes se den cuenta de que la ciencia no se genera de manera lineal o secuencial.

Que los estudiantes identifiquen que para entender los conceptos cuánticos es necesario dejar de lado los conceptos obtenidos de la mecánica clásica.

Que los estudiantes comprendan que el espín es una propiedad intrínseca del electrón y que no significa que éste gira, sino que es un concepto abstracto.

Referencias

- Alexeiev A.I. (1980), Problemas de electrodinámica clásica, editorial MIR, Moscú.
- Al-Khalili J. (2003), Cuántica. Guía de perplejos, Alianza editorial, Madrid España.
- Balmer J. (18859, Notiz über die Spectrallinien des Wasserstoffs, Verhandlungen der Naturforschenden Gesellschaft in Basel **7**, 548, 750.
- Bohr N. (1913), On the constitution of atoms and molecules, Philosophical Magazine **25**, 10.
- Uhlenbeck G., Goudsmit S. (1925), Ersetzung der Hypothese vom unmechanischen Zwang durch eine Forderung bezüglich des inneren Verhaltens jedes einzelnen Elektrons, Naturwissenschaften **13**, 953.
- Cuesta, Y. (2018). Estado del arte: tendencias en la enseñanza de la física cuántica entre 1986 y 2016. Tecné, Episteme y Didaxis: ted, 44, 147-166.
- Dehmelt H. (1989), Geonium spectra electron radius cosmon, AIP Conference Proceedings 187, 319.
- Greca I. M, Herscovitz V. E. (2002) Construyendo significados en mecánica cuántica: fundamentación y resultados de una propuesta innovadora para su introducción en nivel universitario, Enseñanza de las Ciencias, Vol. 20 (2), 327-338.
- Heisenberg W. (1922), Quantentheorie der Linienstruktur und die anomalen Zeemaneffekte, Zeitschrift für Physik 8, 273.
- Kragh H. (2007), Generaciones cuánticas. Una historia de la física en el siglo XX, ediciones Akal, Madrid España.
- Kronig R. (1926), Spinning electrons and the structure of spectra, Nature, 117, 550.
- Leite-Lopes J. (1978), Fundamentos de física atómica, editorial Trllas, México.
- Lovett-Cline B. (2018), Los creadores de la nueva física. Los físicos y la teoría cuántica. Fondo de Cultura Económica, México.
- Pantoja G. C. F. Moreira M. A, Herscovitz V. E. (2013), La enseñanza de los conceptos fundamentales de Mecánica Cuántica a alumnos de graduación de Física, REIEC Vol. 9 No. 1, 22-39.
- Pauli W. (1925), Über den Zusammenhang des Abschlusses der Elektronengruppen im Atom mit der Komplexstruktur der spektren, Zeitschrift für Physik 31, 765.

Sánchez Ron J. M. (2001), Historia de la física cuántica, I.- El período fundacional (1860-1926), Editorial Critica, Barcelona España.

Solbes J., Sinarcas V., (2009), Utilizando la historia de las ciencias en la enseñanza de los conceptos claves de la física cuántica, Didáctica de las ciencias experimentales y sociales, No. 23, 123-151.

Sommerfeld A. (1916), Zur Quantentheorie der Specktrallinien, Annalen der Physik 51, 1.

Estudio de un sistema de atomizado químico para tratamientos térmicos de películas delgadas semiconductoras

C. Hernandez-Vasquez¹, M.L. Albor-Aguilera², M.A. González Trujillo¹,
J. Moreno-Moranchel², V. Robles-Huervo²
e-mail: chernandezex@gmail.com

Resumen

Diferentes sistemas o equipos para el crecimiento de películas delgadas y tratamientos térmicos se han desarrollado muchos de estos cuentan con equipo muy sofisticado y costoso. Sin embargo, se han investigado diferentes propuestas para reducir costos, para que estos permitan obtener resultados similares a los obtenidos por los equipos sofisticados. Por tal motivo en este trabajo se propone una metodología para realizar tratamientos térmicos, usando un atomizador y una estructura de bajo costo, se establecen los parámetros suficientes y necesarios para realizar tratamientos térmicos a películas delgadas de CdTe con soluciones de CdCl₂ y MgCl₂, además se presentan los resultados de dichos tratamientos usando el equipo propuesto.

Palabras clave

Películas delgadas semiconductoras, Sistema de atomizado químico, Tratamiento térmico, CdCl₂, CdTe.

Introducción

Entre las diversas propuestas de materiales para la aplicación fotovoltaica, la tecnología de película delgada de CdTe resulta más económica que el silicio, además, ha mostrado un gran impacto en los últimos cinco años, tenido un incremento de eficiencia de más del 5% a nivel laboratorio, siendo 22.1% el récord actual alcanzado por la empresa estadounidense First Solar (Martin A. Green, Ewan D. Dunlop, 2020). Esta empresa, así como la mayoría de los reportes sobre el CdTe, generan películas policristalinas mediante la evaporación térmica. Debido a la forma de depósito, estas películas contienen una gran cantidad de defectos como maclas y fronteras de grano, que no son deseables para la obtención de celdas solares eficientes. Para contrarrestar estas deficiencias, se recurre a la aplicación de tratamientos térmicos que permitan la recristalización de CdTe, disminuyendo

considerablemente los defectos intrínsecos, lo que se traduce en una mejora significativa de los parámetros de los dispositivos (J. M. Flores Márquez, M. L. Albor Aguilera, 2015).

Para llevar a cabo este tratamiento, se deposita sobre la capa de CdTe una sal de cloro y posteriormente un tratamiento en mufla. Este proceso ampliamente conocido, utiliza principalmente el CdCl_2 para promover la recristalización del material y pasivar las fronteras de grano, disminuyendo la resistencia serie y la resistividad de la película (C. Hernandez Vasquez, M. L. Albor Aguilera, 2017). Actualmente se han probado, por medio de técnicas físicas como químicas que, usando diversas sales, la mejora de las películas de CdTe es posible, siendo el MgCl_2 la única que ha mostrado resultados equiparables al CdCl_2 .

Uno de las técnicas menos costosas son los químicos, tales como Deposito por Baño Químico (BDQ), Spin-Coating, y Spray-Pirolisis (SP), sin embargo, estas técnicas requieren ciertos mecanismos para ser realizados. Pero como lo es el caso del rocío químico tiene las ventajas de ser una técnica barata, no usa sistemas de vacío (Rios-Lorenzo A., 2011), permite asegurar que se rompe la solución de partida en gotas independientes mediante la atomización, donde cada gota contiene la estequiometría y composición de la solución original (Florian-Aguilar, C., 2015), además se pueden obtener películas homogéneas y con buena adherencia al sustrato donde crecen (Palgrave, R., & Parkin, I., 2007), así como una porosidad controlada (Hitchman, M., & Jensen, K., 1993). Se han depositados películas delgadas tales como CdS (Santiago Tepantlán, C., Pérez González, 2020), CIGS (Kim, S.Y., Kim, J., 2012), CZTS (S.M.Bhosalea, M.P.Suryawanshiac, 2014), o celdas solares orgánicas, obteniendo resultados buenos en comparación con equipos costosos.

En este trabajo se proponen un diseño de atomizado químico más económico y versátil para el tratamiento térmico (como primera implementación) usando soluciones de MgCl_2 y CdCl_2 en el proceso de activación de las películas delgadas de CdTe, estudiando las condiciones necesarias y suficientes para realizar el atomizado de soluciones, para posteriormente analizar los resultados obtenidos utilizando esta alternativa.

Marco Teórico

El depósito o tratamientos térmicos de películas delgadas semiconductoras por el método de rocío químico (RQ) es de suma importancia debido a la simplicidad de esta técnica y la variedad de aplicación que posee. El sistema es una máquina que permite obtener películas delgadas en espesores de 50-500 nm de manera homogénea bajo condiciones específicas. Lo anterior es debido al control de los

factores que intervienen en el depósito. El funcionamiento del sistema consiste en preparar una solución con una sal y un solvente, seguido, de un ultrasonicador para hacer uniforme la solución después con el dispersor se crea una nube de la solución y con ayuda de un flujómetro inyectamos aire para transferir esta nube a la superficie del sustrato donde se depositará la solución. Elevando la temperatura de sustrato, se evapora el solvente para realizar el depósito. En la fabricación del sistema de atomizado se utilizó una base de IPS con la finalidad de variar las distancias de separación entre boquilla y atomizador. Adicionalmente, se usó gas nitrógeno grado industrial para controlar los flujos de aire. Con lo anterior, se demuestra la posibilidad de disminuir los costos de fabricación del equipo en comparación con otros equipos existentes en el mercado, sin dejar de lado la calidad y el funcionamiento.

Metodología

El sistema de atomizado químico implementado fue construido usando perfiles modulares 40x40 mm, utilizado en bastidores de maquinaria, estaciones de trabajo, y carritos de materiales. La estructura diseñada ver figura 1. permite posicionar y trabajar diferentes distancias de trabajo entre la muestra y la boquilla del aerógrafo utilizado.



Fig. 1. Diseño del sistema de atomizado usando aerógrafo y perfil 40x40 mm.

El aerógrafo marca Paasche modelo TG-SET utilizado tiene un sistema de doble acción, con alimentación por gravedad. El diagrama de la figura 2 muestra las partes principales del aerógrafo TG-SET. El funcionamiento principal del cómo se pueden obtener mejores resultados en la atomización de soluciones.

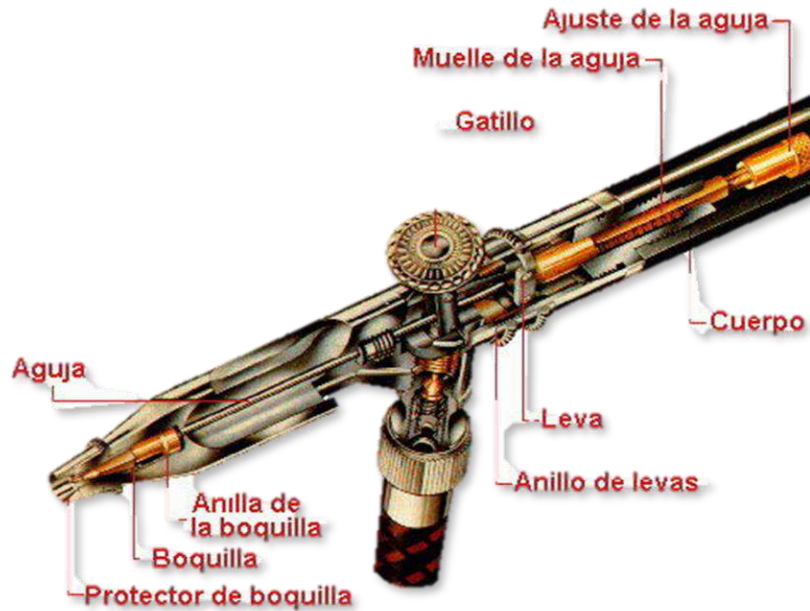


Fig. 2. Partes principales del aerógrafo TG-SET.

Dentro de las consideraciones para el uso de correcto del aerógrafo consideraremos lo siguiente:

- Presione el botón de accionamiento manual para liberar aire y tire el botón hacia atrás para controlar la cantidad de solución.
- La velocidad del movimiento controla la densidad de solución sobre la superficie deseada.
- Para rellenar con detalle una superficie determinada, sostenga el aerógrafo muy cerca de la superficie, presione para liberar aire y presione suavemente el botón de accionamiento manual para liberar una pequeña cantidad de pintura.
- Para trabajos de fondo y efectos anchos, sostenga el aerógrafo lejos de la superficie de trabajo y presione el botón de accionamiento manual para liberar la cantidad de color necesaria (Paaachs, s.f).

Primero se depositaron las películas delgadas de CdTe sobre sustratos comerciales Pilkintong®, que tienen un óxido conductor transparente (FTO), utilizando el sistema de evaporación en espacio cerrado CSVT por sus siglas en inglés (Close Space Vapour Transport), con un gradiente de evaporación de 100°C bajo una atmósfera controlada de oxígeno y argón. Posterior al depósito de CdTe se deben de tratar térmicamente por lo cual se hace uso del sistema de atomizado propuesto. Para realizar el tratamiento térmico de las películas de CdTe se realizaron pruebas de

dispersión con agua, variando la distancia de separación entre el aerógrafo y la boquilla del aerógrafo, se midieron la cantidad de disparos que hacen posible obtener una dispersión lo más uniformemente posible como se muestran en la Figura 3.



Fig. 3. Dispersión de agua sobre una superficie a diferentes distancias.

En segundo lugar, se implementan soluciones de los compuestos $MgCl_2$ y $CdCl_2$ atomizada con el aerógrafo sobre películas de $CdTe$ cuando previamente se establecen los parámetros adecuados, para después ser llevadas a un tratamiento en mufla durante un lapso de 30 min a una temperatura de $400^\circ C$. Los resultados generados por este método se estudian para determinar el efecto que tienen, no solo las sales sino también la forma de depósito de ellas.

Los equipos utilizados en el análisis de la estructura y morfología de las películas fueron los siguientes. Difracción de rayos X fue obtenida en el equipo X'PERT Pro MRD PANalytical usando la línea de $CuK\alpha$. Para la morfología se utilizó un microscopio electrónico de barrido (MEB) JEOL serie JSM7X, donde la distancia de trabajo utilizada fue de 5 mm obteniendo diferentes magnificaciones de las áreas seleccionadas. Los parámetros eléctricos de las muestras se estudiaron por medio del Electrómetro de alta resistencia 6517B Keithley.

Resultados

El sistema de atomizado propuesto en la figura 1, nos permitirá realizar el proceso de tratamiento térmico usando diferentes soluciones químicas, con el cual podremos producir una fina dispersión de gotas. De los múltiples factores y parámetros que intervienen en el resultado de la atomización, caben destacar las características propias del tipo y diseño de atomizador, las propiedades físicas del líquido atomizado y las de la fase continua que se utiliza como fluido auxiliar o que son propias del ambiente de inyección (Santolaya, J.L, 2013).

Como se mencionó en la parte experimental y haciendo caso al estudio de los parámetros necesarios y suficientes que permitan asegurar una correcta dispersión tenemos los primeros resultados mostrados en la figura 4. Primeras pruebas de dispersión utilizando agua para observar el área efectiva de dispersión, y poder establecer parámetros de dispersión adecuadas.

La figura 4 muestra los resultados obtenidos usando como solución agua y el gas que impulsa a las partículas es nitrógeno grado industrial. Observamos que para que el rociado se genere, es necesaria una alta velocidad entre la solución y el gas utilizado, en otras palabras, la viscosidad de la solución y la presión del gas son parámetros importantes. Como se observa en la figura 4e₁ a 4j₁ la dispersión no es del todo buena ya que se genera una dispersión más allá del área central que es aproximadamente de 5 cm, esto implica una mayor cantidad de solución utilizada ya que la primera prueba es con una presión constante al gatillo; mientras que la figura 4a₁ y 4b₁ presentan problemas en el momento de la dispersión, goteo en la boquilla y que el área efectiva es de 2.5 cm lo cual está al límite de las muestras utilizadas para las películas delgadas de CdTe u otros semiconductores utilizados en el desarrollo de celdas solares. Observamos que el círculo central depende de la presión aplicada y la forma en la que se realiza la atomización, en el caso de la primera prueba se hace a una presión constante ya que en este se mantiene apretado el gatillo del aerógrafo, y en consecuencia la presión se convierte en energía cinética, dando lugar a una alta velocidad de la solución (Pereña, A., 2017).

Otra de las características importantes a considerar en la dispersión de la solución sobre algún sustrato es el Angulo del cono este factor se ve afectado conforme aumentamos la distancia de separación entre la boquilla y el sustrato aumenta el Angulo del cono de rociado por lo cual aumenta la dispersión de las microgotas como se observa en la figura 4e₁ a 4j₁.

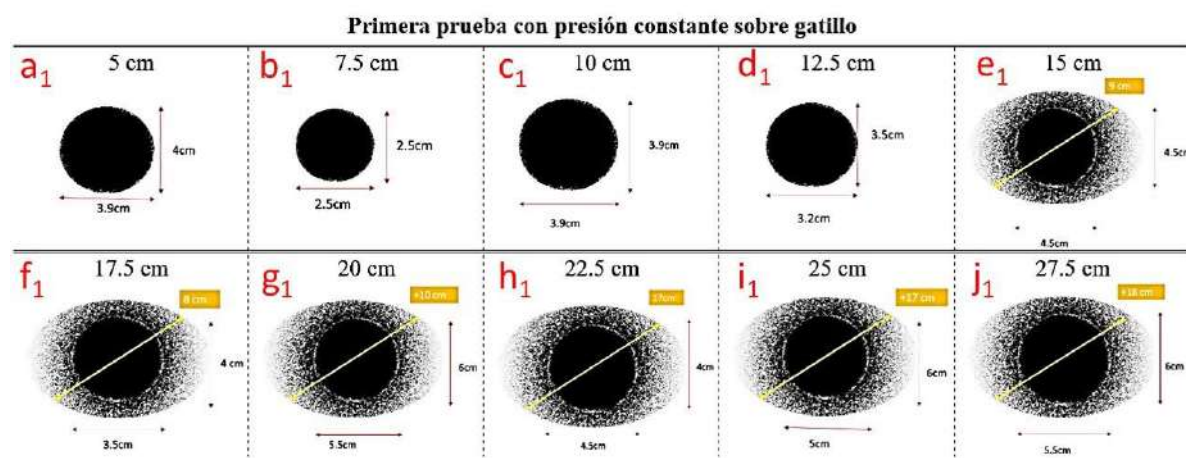


Fig. 4. Primera prueba de dispersión sobre un blanco usando agua.

Tomando en cuenta los resultados obtenidos y el comportamiento de la primera prueba donde se deja el gatillo presionado constantemente, se decide medir y optimizar la cantidad de solución necesaria para cubrir el área deseada (área del sustrato) de manera uniforme con esto en mente se realizó la segunda prueba contemplando medir la cantidad de disparos realizados para poder mojar de manera uniforme el blanco donde se colocara el sustrato, observamos que en la figura 4a₂ y 4b₂ muestran un área uniforme sin embargo el área cubierta está muy en el límite del tamaño del sustrato que contiene las películas delgadas que se deseen tratar térmicamente. La figura 4g₂ a 4j₂ muestra cómo se requiere una gran cantidad de disparos lo cual se traduce en una cantidad de solución mayor además que los conos de dispersión crecen haciendo poco homogéneas las atomizaciones.

Finalmente observamos que a 10 cm de separación entre la boquilla y la muestra se obtiene un cono de dispersión pequeño pero un centro homogéneo de 3cm aproximadamente el cual es idóneo para realizar el tratamiento térmico con cualquier solución.

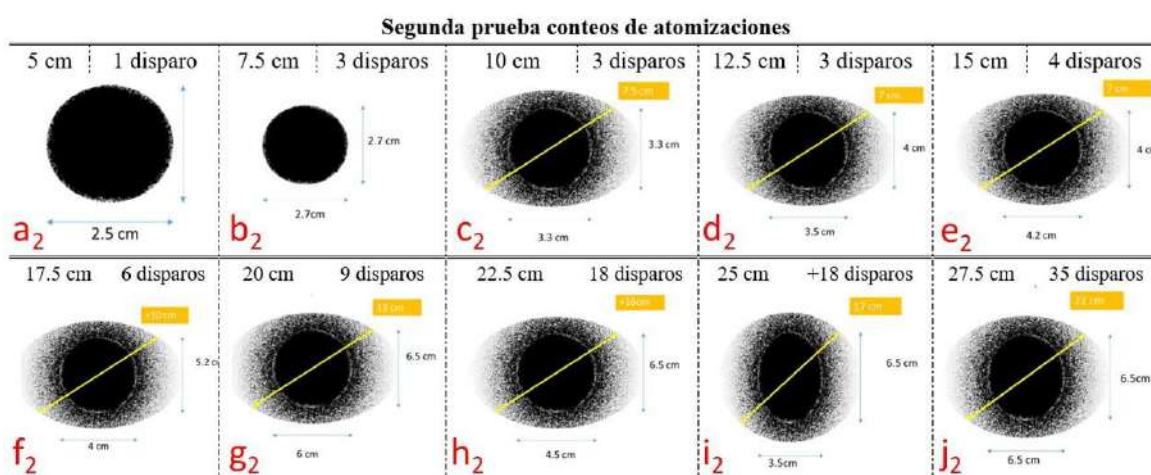


Fig. 5. Segunda prueba midiendo la cantidad de disparos realizados a diferentes distancias de separación.

Establecidas las condiciones se prepararon las soluciones utilizadas para el tratamiento térmico de las películas delgadas de CdTe. Para el tratamiento de las películas delgadas De CdTe se formularon diferentes concentraciones de las sales precursoras usando la ecuación general que se muestra a continuación:

$$M = \frac{m}{V \cdot PM} = \left[\frac{gmol}{l} \right] \quad (1)$$

Donde:

M: Concentración en términos de molaridad, sus unidades son g/mol/l.

m: Masa de soluto a disolver en gramos.

V: Volumen de la solución en litros

PM: Peso molecular del soluto en g/gmol.

Para la preparación de las soluciones lo que se requiere conocer es la cantidad de masa de soluto a pesar, por lo tanto, de la ecuación general se despeja la masa:

$$m = M * V * PM = [g] \quad (2)$$

En la tabla siguiente se muestran los datos usados para la preparación de las soluciones precursoras. Estas soluciones se elaboraron en áreas bien ventiladas.

Tabla I. Soluciones utilizadas para la dispersión sobre películas de CdTe

Reactivo	PM (g/mol)	Volumen (l)	Concentración (M)	Masa (g)
MgCl ₂	95.21	0.05	0.1	0.4761
			0.35	1.6662
CdCl ₂	183.32	0.05	0.1	0.9166
			0.35	3.2081

En la Tabla I, muestran las concentraciones trabajadas de las soluciones MgCl₂ y CdCl₂ en metanol. La razón de la variación tanto de concentración fue para seleccionar condiciones adecuadas en las que se presentó el proceso de recristalización. Se tomaron las películas de CdTe y, a una distancia de aproximadamente 10 cm, se atomizaron de manera uniforme presionando 3 veces el gatillo, este método no muestra cambios visibles después de la atomización. Las muestras fueron llevadas a un tratamiento térmico a 400°C y durante 30 minutos, son introducidos en una mufla, sin una atmosfera específica. Para finalizar con el proceso, las muestras se colocan en vaso de precipitado con agua destilada el cual es llevado a un baño ultrasónico Cole- Parmer 8890 (ver Figura 6), posteriormente son retiradas, secadas con gas nitrógeno. Las muestras analizadas en esta sección tienen área de 2.5 cm x 2.5 cm.

Las imágenes de la Figura 7a, muestran que la película de CdTe presenta una morfología diferente a la observada en la Figura 7b a 7e, con granos de aproximadamente 3 μm y una gran cantidad de defectos superficiales tales como maclas y una morfología de granos que presentan algunas formaciones sobre ellos.



Fig. 6. Baño ultrasónico Cole – Parmer 8890, realizando el lavado de las muestras tratadas

La razón de este crecimiento se atribuye al tipo de depósito y los parámetros iniciales de depósito (V. D. Falcão, W. A. Pinheiro, 2006). Las imágenes de MEB de las muestras tratadas térmicamente con $MgCl_2$ y $CdCl_2$ a una temperatura de $400^\circ C$, se muestran en la Figura 7b a 7e, donde se aprecia un depósito homogéneo y cambio en la forma de los granos. Las imágenes revelan cambios en la superficie de las películas.

De acuerdo con las observaciones, aunque la variación de la concentración fue poca fue lo suficiente para producir cambios en la morfología. En este proceso, la concentración menor que fue de 0.1M, no presentó diferencia entre ella y el CdTe inicial, mostrando casi las mismas características por lo que se concluye que esa cantidad de sal no es suficiente para modificar las propiedades morfológicas del CdTe. Por otro lado, al aumentar la sal en la solución, la superficie de los granos de CdTe luce con más aglomeraciones o granos de sal ver figura 7c y 7e. También se muestra un pequeño aumento en el tamaño de grano como resultado de una mayor concentración 0.35M.

Una característica importante que se observó en estas muestras es la presencia de cristales menores a $1 \mu m$ sobre la superficie del grano de CdTe lo que posiblemente sea la sal de $CdCl_2$ y $MgCl_2$ (ver Figura 7c y 7e). Aunque los excesos de sal se tratan de eliminar con la aplicación de un lavado al finalizar el tratamiento, este parece no haber sido efectivo. Cabe mencionar que estos cristales solo se presentan como un recubrimiento, pues la estructura del grano de CdTe se conserva. Lo cual nos da la opción de poder disminuir la concentración o bien aumentarla para observar la recristalización buscada, o que sea comparable con la obtenida por el sistema CSVT.

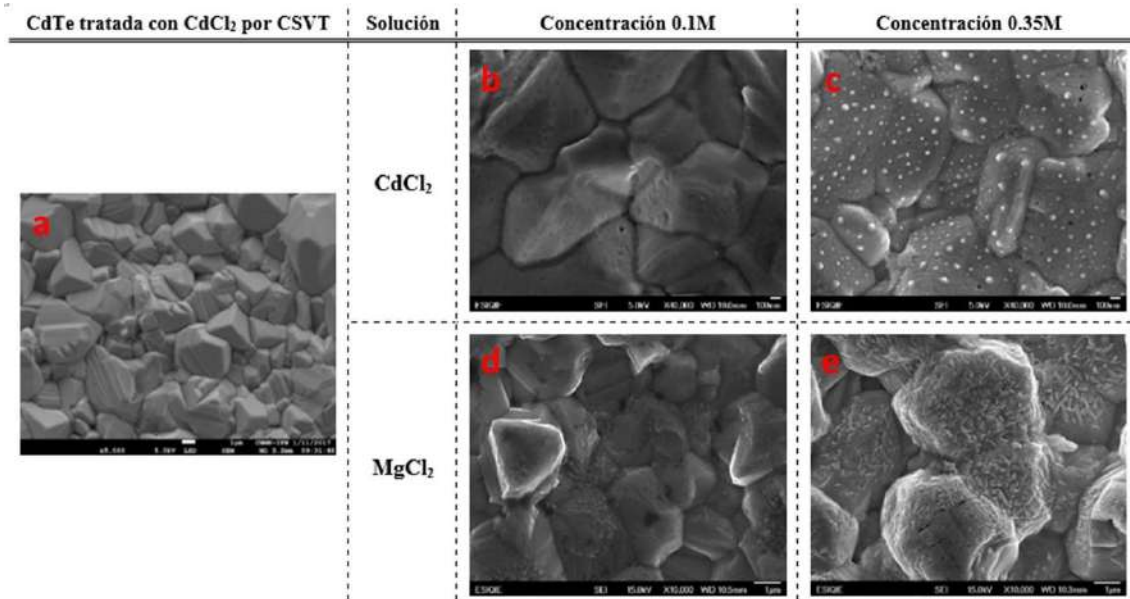


Fig. 7. Imágenes SEM de CdTe y tratamientos térmicos realizados usando la atomización de las soluciones de CdCl₂ y MgCl₂ con diferentes concentraciones.

El estudio estructural de las muestras se realizó por rayos-X de las películas de CdTe tratadas térmicamente usando las dos soluciones establecidas y una distancia de separación de 10 cm. Los patrones de difracción para las muestras tratadas usando una concentración de 0.1M se muestran en la Figura 8. La correspondencia de los picos de CdTe fue la misma, a la estructura cuando estas muestras fueron tratadas térmicamente, perteneciendo a la forma cúbica centrada en las caras sin fases adicionales de Cl o Mg lo que lleva a pensar, una vez más, que la cantidad de sal es tan pequeña que está por debajo del índice de detección de la técnica.

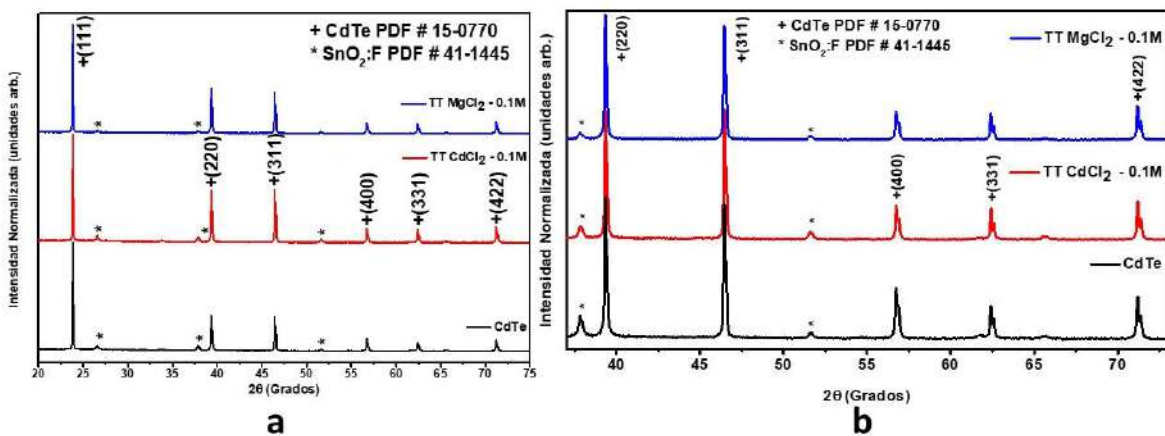


Figura 8. Patrones de difracción de rayos X para las muestras tratadas térmicamente con concentración de 0.1M.

En cada una de las muestras, la intensidad del plano (111) sobresale en gran medida, de tal manera que es necesario un acercamiento sobre los demás picos a fin de poder observarlos ver figura 8b. En las muestras que recibieron tratamiento, se alcanza a apreciar una pequeña disposición de dominios cristalinos en las direcciones (400), sin embargo, su contribución permite observar una recristalización con $MgCl_2$ al reducir su intensidad.

Para observar el efecto del tratamiento en la estructura del CdTe, se observaron los picos restantes al (111) aumentando o bien amplificando los picos restantes. Para comparar la forma y concordancia de los picos como se muestran en la Figura 8b.

Lo primero que se observa son ligeros desfases en los picos de las diferentes muestras. Si bien su forma parece mantenerse sin cambios, la existencia de estos desplazamientos indicaría la presencia de tensiones homogéneas a lo largo de toda la red (B. D. Cullity, 1956). Las bases de los picos resultaron bastante pronunciadas en comparación al resto, posiblemente a una aleatoriedad de cristalitas asociadas a cada uno de los planos, no se considera como un factor negativo ya que el aumento que se realizó observar los planos siguientes al (111).

En una comparación paralela de las intensidades de los patrones mostrada en la figura 9, se aprecia que las relaciones de intensidades normalizadas que existen entre el plano predominante (111) y los siguientes planos, es inferior al 6%, lo cual puede interpretarse como una baja aleatoriedad en la película de CdTe (Y. Jung, G. Yang, S, 2014). Esto podría ser resultante de un reordenamiento de planos aleatorios, generando así mayores fracciones de volumen en (111) (C. H. Vasquez, M. A. Aguilera, 2017).

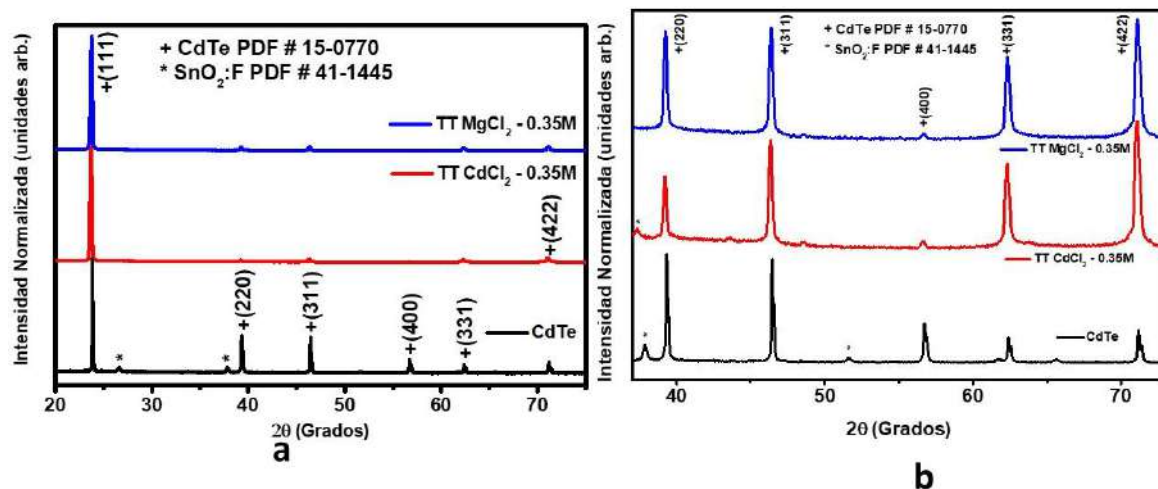


Fig. 9. Patrones de difracción de rayos X para las muestras tratadas térmicamente usando una concentración de 0.35M.

La figura 9a y 9b muestran que no existen cambios significativos entre ellos, solo por una pequeña diferencia en la intensidad de los picos diferentes del plano (111) para una concentración de 0.35M. Lo que significa que la calidad de la cristalita del CdTe no se vio significativamente afectada.

La Tabla II muestra los valores de resistividad obtenidos para todas las muestras tratadas y la muestra de CdTe con su tratamiento respectivo.

Tabla II. Parámetros eléctricos de las muestras tratadas térmicamente usando el sistema de atomizado químico.

Muestra	Molaridad	Resistencia $\left[\frac{M\Omega}{\square}\right]$	Resistividad [Ωcm]
CdTe		7800	7.25×10^6
CdCl ₂	0.1M	240	2.35×10^5
	0.35M	190	7.22×10^4
MgCl ₂	0.1M	325	3.02×10^5
	0.35M	355	2.66×10^5

Con estas mediciones logramos observar que la película sin tratamiento presentó una resistividad dos órdenes de magnitud por arriba de lo observado en los resultados mostrados en la Tabla II. De manera general, es apreciable como todos los tratamientos lograron disminuir la resistividad en al menos un orden de magnitud. El aumento de la concentración supone una disminución de la resistividad, probablemente debido a la mayor aportación del Cl a la película ya que, como se ha demostrado ampliamente en la literatura, el cloro tiende a sustituir al Te en las fronteras de grano, generando un efecto de pasivación que facilita el paso de los portadores a través de ellas (C. Li, Y. Wu, J. Poplawsky, 2014). De esta manera, una concentración de 0.35M luce como la mejor opción debido al equilibrio observado entre su morfología, el nivel de recristalización y su resistividad. Finalmente, acorde a lo observado en MEB, se seleccionó una temperatura de 400°C pues fue la que mayor impacto tuvo sobre la superficie de los granos de CdTe.

Conclusiones

La implementación del sistema de atomizado químico permite realizar la atomización de las sales en forma de solución el cual demostró tener la capacidad

para recristalizar el CdTe. A lo largo descripción de resultados, se pudo observar que, al igual que el método físico, las soluciones en metanol fomentan el crecimiento de grano lo que se ve reflejado en una disminución de las fronteras de grano. No obstante, la disminución de la resistividad en las muestras tratadas con las soluciones indica pasivación de los límites de grano; por lo que, se requiere más investigación respecto al papel del cloro a fin de determinar el efecto que tiene en la película. Evaluando individualmente cada tratamiento, la sal de CdCl_2 generó las mejores propiedades. Sin embargo, es necesario una mejora en el proceso que podría concentrarse en ligeras variaciones de alguno de estos parámetros estudiados en este trabajo.

La participación de estudiantes en la realización de proyectos de investigación como este, les brinda oportunidades para desarrollar la competencia investigativa, la cual es fundamental en la formación científica, no solamente en posgrado, sino también en licenciatura.

Referencias

Martin A. Green, Ewan D. Dunlop, Jochen Hohl-Ebinger, Masahiro Yoshita, Nikos Kopidakis, Anita W.Y. Ho-Baillie, (2020), "Solar cell efficiency tables (Version 55), Prog Photovolt Res Appl. 2020;28:3–15, doi: 10.1002/pip.3228.

J. M. Flores Marquez, M. L. Albor Aguilera, Y. Matsumoto Kuwabara, M. A. Gonzalez Trujillo, C. Hernandez Vasquez, R. Mendoza Perez, G. S. Contreras Puente, M. Tufiño Velazquez, 2015, "Improving CdS/CdTe thin film solar cell efficiency by optimizing the physical properties with the application of thermal and chemical treatments", Thin Solid Films 582, (2015), 124-127, <https://doi.org/10.1016/j.tsf.2014.10.070>

C. Hernandez Vasquez, M. L. Albor Aguilera, M. A. Gonzalez Trujillo, J. M. Flores Marquez, U. Galarza Gutierrez, J. R. Aguilar Hernandez and D. Jimenez Olarte, 2017, "Study of CdTe recrystallization by hydrated- CdCl_2 thermal treatment", Revista Mexicana de Física 63 (2017) 469-473, http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S001X2017000500469&script=sci_arttext&lng=pt

Rios-Lorenzo, A. (2011). Propiedades físicas de películas delgadas de $\text{Cu}_2\text{ZnSnS}_4$ depositadas por rocío químico para su aplicación en celdas solares. CDMX.

Florian-Aguilar, C. (2015). Fabricación de películas delgadas de óxido de vanadio por el método sputtering como material termocrómico. Boca del Río.

Palgrave, R., & Parkin, I. (2007). Aerosol Assisted Chemical Vapor Deposition of Gold and Nanocomposite Thin from hydrogen Tetrachloroaurate (III). Chem Mater.

Hitchman, M., & Jensen, K. (1993). Chemical Vapour Deposition Principles and Applications. Londres: London Academic Press.

Santiago Tepantlán, C., Pérez González, A.M, & Valeriano Arreola, I.. Structural, optical and electrical properties of CdS thin films obtained by spray pyrolysis. Revista mexicana de física, (2008), 54(2), 112-117. Recuperado en 13 de julio de 2020, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0035-001X2008000200005&lng=es&tlng=en.

Kim, S.Y., Kim, J. Fabrication of CIGS thin films by using spray pyrolysis and post-selenization. Journal of the Korean Physical Society 60, 2018–2024 (2012). <https://doi.org/10.3938/jkps.60.2018>

S.M.Bhosalea, M.P.Suryawanshiac, M.A.Gaikwada, P.N.Bhosaleb, J.H.Kimc, A.V.Moholkara, Influence of growth temperatures on the properties of photoactive CZTS thin films using a spray pyrolysis technique, Materials Letters, Vol. 129, 15 August 2014, Pages 153-155, <https://doi.org/10.1016/j.matlet.2014.04.131>

Paaachs. User Manual TG-talon. Instrucciones y lista de partes. Pag 7 y 8. Recuperado de: <https://www.paascheairbrush.com/product-category/downloads/downloads-product-manuals/downloads-product-manuals-airbrushes/>

Santolaya, J.L “Diseño de un aerógrafo de doble Acción” Memorias Proyecto Final. Escuela de arquitectura e ingeniería Universidad Zaragoza. 2013, pp. 27.

Pereña, A. “Análisis del flujo en atomizadores de presión con giro”. Tesis doctoral. Universidad Politécnica de Madrid. 2017. Escuela Técnica Superior de ingeniería Aeronáutica y del Espacio. Pág el 3-5.

V. D. Falcão, W. A. Pinheiro, C. L. Ferreira y L. R. d. O. Cruz, «Influence of deposition parameters on the properties of CdTe films deposited by close spaced sublimation,» Materials Research, vol. 9, nº 1, pp. 29-32, 2006.

B. D. Cullity, Elements of X-ray Diffraction, Addison-Wesley Publishing Company INC, 1956.

Y. Jung, G. Yang, S. Chun y D. Kim, «Post-growth CdCl₂ treatment on CdTe thin films grown on graphene layers using a close-spaced sublimation method,» Optics Express, vol. 22, nº 103, pp. A986-A991, 2014.

C. H. Vasquez, M. A. Aguilera, M. G. Trujillo y J. F. Márquez, «Study of CdTe recrystallization by hydrated-CdCl₂ thermal treatment,» Revista Mexicana de Física, vol. 63, pp. 469-473, 2017.

C. Li, Y. Wu, J. Poplawsky, T. J. Pennycook, N. Paudel, W. Yin, S. J. Haigh, M. P. Oxley, A. R. Lupini, M. Al-Jassim, S. J. Pennycook y Y. Yan, «Grain-boundary-enhanced carrier collection in CdTe solar cells,» Physical review letters, vol. 112, nº 15, p. 156103, 2014.

Plan de aprendizaje/evaluación del tema de Ondas a nivel bachillerato

Jorge Pérez Saavedra¹
jperezs1502@alumno.ipn.mx

Resumen

La intención de la presente es presentar un plan de enseñanza-aprendizaje-evaluación para el tema de Ondas a nivel Bachillerato. En la actualidad estos tres procesos son inseparables, ya que la evaluación formativa aporta los datos para regular los otros dos procesos. La realización de esta propuesta didáctica está motivada por el poco interés que los planes de estudio presentan en la conceptualización de las Ondas como una perturbación en el medio, y sus características principales como la transmisión de energía, la superposición, entre otros conceptos fundamentales, sumamente importantes para la comprensión de entes físicos más abstractos como los campos electromagnéticos, tema que se trata en un curso posterior. El enfoque que se presenta es Activo y Constructivista, en el que se regula el aprendizaje que desarrolla el estudiante cuando explora, construye y desarrolla su conocimiento en la materia, empezando por los conceptos fundamentales, analizar problemas sencillos, e ir escalando hacia la aplicación y la abstracción.

Objetivo

Presentar una propuesta didáctica que, mediante la evaluación formativa, en un enfoque Activo y Constructivista, el estudiante adquiere un conocimiento más profundo en los fundamentos de las características generales de las Ondas.

Marco teórico

La educación está en constante cambio, en particular, la enseñanza de las materias de ciencias experimentales, como la física, necesita enfocarse en el entendimiento de los fenómenos fundamentales. Para ello, se requiere realizar actividades que motiven al estudiante al aprendizaje autónomo y crítico de los conceptos físicos. Según Mowden y Marton (1998), un entorno que facilita el aprendizaje de calidad se caracteriza por tener métodos variados que permitan acceder al objeto de aprendizaje desde varias perspectivas; el aprendizaje debe ser un proceso dinámico entre el docente y el estudiante, es decir, tiene que haber interacción docente-

¹ Escuela Superior de Física y Matemáticas del Instituto Politécnico Nacional

estudiante y estudiante-estudiante ya sea en forma de diálogo o auxiliado por un computador; conviene que el aprendizaje sea constructivista, es decir, el estudiante debe ir construyendo sus conocimientos partiendo de los que poseía cuando inició el aprendizaje del curso. Las actividades han de ser realistas, que puedan realizarse con los recursos disponibles y en tiempo adecuado para que el estudiante se sienta motivado a continuar aprendiendo.

Para que el aprendizaje sea significativo, debe estar regulado continuamente, además de promover que sea autorregulado. El docente es el responsable de regular el aprendizaje y debe hacerlo en forma recurrente, en cada una de las actividades esenciales, sin olvidar compartir el proceso con los estudiantes, mediante la regulación mutua (Jorba y Casellas, 1997). Así, el estudiante debe ir construyendo su conocimiento en forma autorregulada, buscando ser cada vez más autónomo, para encontrar el proceso más adecuado para regular su propio aprendizaje (que aprenda a aprender).

Un plan de evaluación con actividades de aprendizaje regulado y que busque cumplir las anteriores expectativas, puede seguir el modelo constructivista de enseñanza-aprendizaje para las Ciencias Experimentales y las Matemáticas, el cual está formado por las siguientes etapas (Jorba y Casellas, 1997):

Exploración. Actividades de la vida real con las que el estudiante se sienta familiarizado.

Introducción de ideas y procedimientos. Actividades guiadas por el docente donde se introducen poco a poco los conceptos y procedimientos que se pretende que aprendan los estudiantes.

Estructuración. Actividades de sistematización, mecanización (limitadas), secuencias lógicas. En esta etapa, el estudiante construye el conocimiento, utiliza las herramientas necesarias para afrontar los problemas, y cada uno le agrega su detalle personal.

Aplicación. El estudiante aplica el conocimiento adquirido en las anteriores etapas y reconoce su utilidad. En esta etapa incrementa su habilidad en la solución de problemas de la materia de aprendizaje y adquieren nuevos enfoques del tema, enriqueciendo así su aprendizaje.

La evaluación del aprendizaje no solo se basa en el análisis de la solución directa de un problema; también se han de incluir en el proceso de su solución, las estrategias, el método o la secuencia lógica que el estudiante utilizó. Esto se relaciona con el concepto de metacognición.

Según García y La Casa (1990), la metacognición en la solución de problemas se expresa en la capacidad que tiene el sujeto (estudiante) que resuelve el problema, de observar los procesos de pensamiento propios que aplica en la realización de la tarea, y de reflexionar sobre ellos.

Por último y de forma condensada, en los modelos de aprendizaje actuales, casi todas las actividades más relevantes en la vida laboral requieren de trabajo en equipo, o más aun, de trabajo colaborativo. Esto es fundamental para el cumplimiento en tiempo y forma de los objetivos, y de la eficacia en su realización.

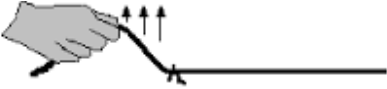


El trabajo en equipo busca solo el cumplimiento del objetivo en tiempo en forma. El trabajo colaborativo busca, además, el correcto funcionamiento del proceso que se está llevando a cabo para cumplir la meta. En general, un trabajo colaborativo será más eficaz que un trabajo en equipo, en todos los sentidos (social, laboral, cumplimiento del objetivo).

Desarrollo

Se presenta a continuación una propuesta de aprendizaje/evaluación en la materia de Ondas a nivel de bachillerato, tema que se imparte por lo regular en la asignatura de Física 4.

Tabla I. Plantilla del plan de aprendizaje del tema de Ondas.

Etapa del ciclo	Competencias	Actividades																																								
E X P L O R A C I Ó N	Evaluar y promover a habilidad metacognitiva de identificar lo que sabe.	<p>En la siguiente tabla, anota con una palomita el nivel de experiencia que crees tener del tema respectivo, de acuerdo con la escala que se te proporciona. Se sincero con tu respuesta, esto no es un examen.</p> <p><u>Escala:</u></p> <p>4. Es totalmente nuevo 3. Lo he escuchado o leído 2. Puedo resolver problemas 1. Puedo explicarlo a mis compañeros</p> <table border="1" data-bbox="613 1476 1393 1787"> <thead> <tr> <th data-bbox="613 1476 1166 1507">Subtema</th> <th data-bbox="1169 1476 1214 1507">4</th> <th data-bbox="1218 1476 1263 1507">3</th> <th data-bbox="1266 1476 1312 1507">2</th> <th data-bbox="1315 1476 1393 1507">1</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="613 1512 1166 1543">☞ Perturbación en el medio</td> <td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td data-bbox="613 1547 1166 1579">☞ Movimiento oscilatorio</td> <td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td data-bbox="613 1583 1166 1646">☞ Características de una onda por su ecuación matemática</td> <td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td data-bbox="613 1650 1166 1682">☞ Energía cinética</td> <td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td data-bbox="613 1686 1166 1717">☞ Propagación de ondas</td> <td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td data-bbox="613 1722 1166 1753">☞ Ondas electromagnéticas</td> <td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td data-bbox="613 1757 1166 1789">☞ Intensidad sonora</td> <td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> </tbody> </table> <p>Ondear cuerdas de lazo o plástico desde un extremo, estando el otro extremo fijo y observar lo que sucede (Figura 1). Explorar con diferentes</p>	Subtema	4	3	2	1	☞ Perturbación en el medio					☞ Movimiento oscilatorio					☞ Características de una onda por su ecuación matemática					☞ Energía cinética					☞ Propagación de ondas					☞ Ondas electromagnéticas					☞ Intensidad sonora				
Subtema	4	3	2	1																																						
☞ Perturbación en el medio																																										
☞ Movimiento oscilatorio																																										
☞ Características de una onda por su ecuación matemática																																										
☞ Energía cinética																																										
☞ Propagación de ondas																																										
☞ Ondas electromagnéticas																																										
☞ Intensidad sonora																																										

	<p>Evaluar las ideas iniciales del tema</p>	<p>configuraciones en los extremos (ambos fijos, el otro extremo fijo, etc.). Variar la fuerza con la que se ondea y utilizar cuerdas de diversas longitudes. Observe el tipo de movimiento que se genera ¿A cuál movimiento se parece? Anote sus observaciones y resultados.</p>  <p>Fig 1. Ondeamiento de la cuerda.</p>
		<p>Arroje rocas de diferente tamaño y a diferente altura, hacia dentro de una cubeta con agua (Figura 2). ¿Qué le sucede al agua?, ¿Hay alguna relación entre el tamaño de las rocas y la altura a la que se arrojan, con lo que le sucede al agua? Anote sus observaciones y resultados.</p>  <p>Fig. 2. Roca cayendo sobre agua, por caída libre.</p>
		<p>Coloque la bocina al lado de una hoja de papel, a la cual anteriormente le colocó un montoncito de azúcar en el centro (Figura 3). Encienda la bocina y emita una canción en volumen alto. Observe lo que sucede. Explore con la escala de volumen de la bocina (sin llegar a lastimar el tímpano). ¿Sucede algún cambio al azúcar? ¿Depende del volumen de la bocina o de algo más? Si la bocina nunca toca al montón de azúcar ¿Cómo sucede esto? Anote todas sus observaciones y resultados.</p>  <p>Fig. 3. Bocina colocada al lado de un montoncito de azúcar.</p>

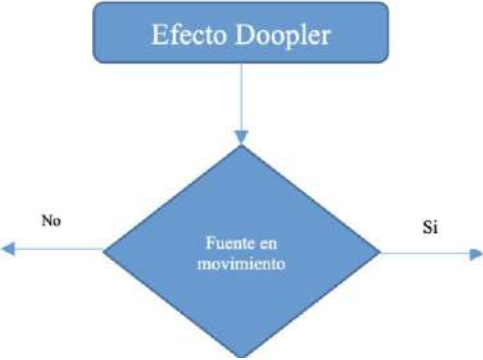
I N T R O D U C C I Ó N D E I D E A S Y P R O C E D I M I E N T O S	El estudiante analiza y discute con sus compañeros, el fenómeno de las ondas sonoras: que lo provoca, como se realiza, sus consecuencias y características principales	Bolitas de masa 1. Piense en una cuerda formada por bolitas de masa que están enlazadas por fuerzas potenciales o de otra clase (que por el momento no nos interesan, pero que en general llamaremos potenciales). Al agitarla verticalmente, las bolitas que estamos sujetando se elevarán hasta donde levantemos la mano. Debido a las fuerzas potenciales, estas bolitas atraerán a las que están al lado suyo y las levantarán hasta donde llegaron las primeras. En principio, este proceso se repetirá hasta el otro extremo de la cuerda. Realice un mapa mental de los conceptos físicos que están involucrados. ¿Por qué en la práctica vemos que la cuerda no oscila de igual forma por toda su longitud? Argumente sus respuestas, incluyendo dibujos descriptivos, y discútalas con 2 compañeros de clase.
	Argumenta con sus propias palabras, por qué y el cómo del cambio en el sonido en los diversos medios, mediante comparación entre diversos casos, apoyado en dibujos, con lo que participará es un debate, comunicando sus aportaciones debidamente justificadas.	Música en las alturas 2. Cuando escuchas la melodía que emite algún instrumento musical en la tierra, ¿Lo escucharas similarmente debajo del agua? ¿y en la punta del monte Everest? ¿En el espacio exterior? Argumenta tus respuestas, realiza dibujos descriptivos y comparte tus respuestas con tus compañeros.
		Oscilaciones en el aire 3. El movimiento ondulatorio tiene tanto dependencia espacial como temporal. Cuando le das un leve empujón a un péndulo simple, desde su posición de equilibrio, obtenemos un movimiento ondulatorio. Si tenemos otro péndulo muy cerca del primero, entonces este a su vez oscilará debido al golpe que el primero le proporciona. Podemos continuar de esta manera y obtener un sistema de péndulos con movimiento oscilatorio. ¿Como puede relacionar este ejemplo con la propagación de las ondas sonoras? Responda con sus propias palabras, realice

	dibujos descriptivos y analícelo desde la perspectiva “antes” “durante” y “después”. Además, exponga sus respuestas e ideas ante sus compañeros de clase.
El estudiante compara las características entre las ondas viajeras, longitudinales y transversales, además de conocer las condiciones para que se presente una onda estacionaria y las discute con sus compañeros de equipo	<p>Resorte</p> <p>4. Con ayuda de un resorte, genere ondas longitudinales y transversales y compare sus diferencias (recuerde la definición de presión). Comente con un compañero las diferencias que encontraron.</p>
El estudiante visualiza experimentalmente las ondas estacionarias y sus características.	<p>Ondas rebotando</p> <p>5. Se dispone de un tubo de longitud determinada, donde se le adaptó una manguera en la parte inferior del tubo, la cual a su vez desemboca en un recipiente con agua. Conforme se llena el tubo de agua, se generarán ondas sonoras de diferentes frecuencias con la ayuda del diapasón.</p> <ul style="list-style-type: none"> -Observe y analice el fenómeno observado -Anote sus resultados -Compruebe la validez de la condición de ondas estacionarias -Discuta su opinión con sus integrantes de equipo
El estudiante Conoce la escala en que se mide la intensidad de las ondas sonoras.	<p>Intensidad percibida</p> <p>6. Comúnmente la intensidad del sonido está medida en decibeles. Investigue los decibeles de los sonidos desde el más grave hasta el más agudo que puede percibir el oído humano. ¿Cuáles son los menos desagradables a nuestro oído? ¿por qué? Anote sus resultados y compartan entre todos los tonos que perciben.</p>

<p>El estudiante aprecia e identifica al efecto Doppler por sus características particulares, así como su impacto en situaciones extremas; y los visualiza en la vida diaria y en la naturaleza, compartiendo sus ideas y conclusiones con sus compañeros</p>	<p>Rojo o verde</p> <p>7. Pedro está parado en la esquina de la calle, esperando a que el semáforo cambie de verde a rojo para poder atravesar al otro lado. El semáforo cambia a color verde, confiado se atraviesa la avenida, pero un coche se “pasa el semáforo” y lo atropella. Cuando al chofer lo llevan a declarar, él argumenta que todavía el semáforo estaba en verde. ¿Qué velocidad debía llevar el conductor para que sucediera esto? Comente su respuesta y reflexione como se podría presentar este caso en otras situaciones de la vida cotidiana.</p>
<p>Aplicará el concepto de ecolocación</p>	<p>Ecolocación</p> <p>8. La forma en que los murciélagos encuentran su comida se basa en la capacidad de ecolocación (algunas personas ciegas también lo utilizan). Emiten ondas sonoras desde su nariz y boca. Cuando impactan sobre los objetos, estas producen eco. Parte de ellas rebota y regresa al murciélago, quien las procesa en el oído y determina la ubicación y forma del objeto. Suponga que el murciélago emite ondas con una frecuencia de 100Hz, y que se desplaza a 1m/s hacia un espejo que se encuentra a 15m de distancia. El espejo devolverá prácticamente toda la onda incidente al murciélago. ¿Qué frecuencia detecta el murciélago? Presente sus pasos de solución ante el grupo.</p>
<p>El estudiante identifica las características principales de una onda y se familiariza con la notación y cálculos implicados, compartiendo sus ideas con sus compañeros</p>	<p>Ondas viajeras</p> <p>9. Obtenga la expresión matemática, en términos del número de onda, la frecuencia angular y la fase en grados, de la onda viajera que se desplaza hacia el eje negativo de las abscisas, cuyo periodo es de $2s^{-1}$, se desplaza a una velocidad de 3m/s con una amplitud de 2m y una fase de 45°. Busque en otros libros de texto problemas similares y repase.</p>
<p>Escribe las ecuaciones que satisfacen cada onda, y describe</p>	<p>Superposición</p> <p>10. Por experiencia sabemos que cuando dos ondas de igual frecuencia angular, amplitud y fase se superponen, se</p>

	<p>los valores característicos de cada una; y desarrolla la solución de superposición, con cierta manipulación matemática rigurosa</p>	<p>obtiene una onda de igual frecuencia angular y fase, pero del doble de amplitud. ¿Como puede demostrar matemáticamente esto si sabe que las ondas deben cumplir con la ecuación de onda? Presente su demostración y discutan sus pasos formales.</p>
	<p>Visualizar el efecto de resonancia y observar sus características físicas.</p>	<p>Resonancia</p> <p>11. Mira el video que se encuentra en la página siguiente: Impresionante Experimento de Resonancia (Experimentar En Casa)</p> <p>Recuperado el 24 de noviembre del 2020. Donde podrás observar como “baila” la sal al compás de la música (resonancia). Anote sus observaciones y compártalas con su grupo.</p>
	<p>El estudiante diseñara un experimento donde integre las propiedades principales del movimiento ondulatorio y lo comparara con las ondas sísmicas.</p>	<p>Ondas estacionarias</p> <p>12. Diseña un proyecto donde se visualicen las ondas estacionarias en una cuerda, por lo menos a 2 frecuencias diferentes. Compare sus resultados experimentales con los teóricos. Exponga su proyecto ante la clase.</p>
E S T R U C T U R A C I Ó N	<p>El estudiante relaciona las características de las ondas en un mapa conceptual y las expresa en las gráficas de ondas senoidales y ondas atenuadas.</p>	<p>Ondas viajeras</p> <p>1. Realice un mapa conceptual de todas las características de las ondas. Particularice para ondas viajeras.</p>
	<p>A partir de la gráfica de una</p>	<p>Ecuación de onda</p>

	<p>onda en dos ciclos completos, argumenta que ésta cumple con la ecuación de onda.</p>	<p>2. Dada la siguiente expresión, determina (con unidades) la amplitud, velocidad, fase y dirección de propagación de la onda viajera:</p> $\varphi = 5 \cos\left(3t + 2x - \frac{\pi}{4}\right)$ <p>La expresión está escrita en unidades Si.</p> <p>Grafique la onda para 2 ciclos completos. Comprueba que cumple con la ecuación de onda.</p>
	<p>Bosqueja, mediante un software, la gráfica de la onda en tres dimensiones, haciendo énfasis en la atenuación, interpretando el factor exponencial.</p>	<p>Atenuación</p> <p>3. Observe la siguiente expresión tridimensional:</p> $\varphi = Ae^{-k_2y} \text{sen}(\omega t - k_1x)$ <p>con:</p> $k_2^2 - k_1^2 = \frac{\omega^2}{c^2}, k_1 < k_2$ <p>Verifique que cumple con la ecuación de onda. Bosqueje la onda en papel y con algún software como Matlab e Interprete el factor exponencial con ayuda de la gráfica.</p> <p>Extra: Investigue lo que sucede cuando $k_1 > k_2$.</p>
	<p>El estudiante bosqueja el fenómeno de propagación de perturbaciones en cuerdas y en el aire, y obtiene las expresiones matemáticas de las ondas en problemas particulares.</p>	<p>Propagación</p> <p>4. Si las partículas del aire se agitan cuando se emite un sonido, pero todas tienden a regresar a su posición de equilibrio, es decir, no se transmite materia, entonces ¿que está transmitiendo la onda? Explique con sus propias palabras y apóyese de dibujos.</p>
	<p>Realiza los conos de luz en los puntos de interés, justificando las expresiones que utiliza.</p>	<p>Potencia e intensidad</p> <p>5. Calcule la distancia que tiene que haber entre dos puntos para que la intensidad de una fuente puntual de sonido se multiplique (o se reduzca a la mitad). Para ello, realice un gráfico correcto de los rayos de luz que se propagan desde la fuente a los puntos de interés.</p>
	<p>Dibuja una onda que se propaga,</p>	<p>Ondas y cuerdas</p>

<p>expresando sus características, y la expresa en forma matemática.</p>	<p>6. Se ha visto que la rapidez de una onda sobre una cuerda está dada por:</p> $v = \sqrt{\frac{F}{\mu}}$ <p>Donde F es la fuerza transversal aplicada sobre un extremo, y μ la densidad lineal de masa de la cuerda. Se aplica una fuerza constante de 2N sobre un extremo que se mueve hacia arriba y hacia abajo una distancia de 15cm, a una cuerda con densidad lineal de masa de $3\frac{g}{cm}$. Determina la expresión matemática de la onda. Además, bosqueje su gráfica.</p>
<p>El estudiante relaciona y utiliza los conceptos de las ondas estacionarias y compara las diversas ecuaciones del efecto Doppler mediante un diagrama de flujo. Resuelve problemas donde utiliza expresiones obtenidas de las condiciones de frontera.</p>	<p>Diagrama de flujo efecto Doppler</p> <p>7. Complete el diagrama de flujo sobre la ecuación correcta a utilizar en un problema de efecto Doppler, para obtener la frecuencia relativa (según el observador) de la fuente.</p> 
<p>Analiza las superposiciones de ondas</p>	<p>Construcción y destrucción</p> <p>8. Si se emiten ondas seno del extremo izquierdo de una cuerda con longitud igual al doble de la longitud de onda, y ondas coseno con la misma amplitud, frecuencia y fase del extremo derecho, ¿qué onda resultante habrá sobre la cuerda? ¿y si ambas son ondas coseno? Realice dibujos del fenómeno observado.</p> <p>9.</p>
<p>Resuelve problemas de ondas confinadas, justificando las expresiones que utiliza.</p>	<p>Ondas confinadas</p> <p>10. Un extremo de un resorte se fija en una pared, mientras que el otro se amarra a un dispositivo vibratorio que a su vez de fija al extremo de una cuerda. En el otro extremo de la cuerda se fija una pesa variable por medio de una polea. Si la longitud de la cuerda disminuye</p>

		<p>proporcionalmente con la masa de la pesa, con constante de proporcionalidad a, y el dispositivo vibra a una frecuencia de 240Hz, ¿Cuál debe ser la masa de la pesa para que se generen 6 bucles en la cuerda?</p>
	<p>El estudiante se familiariza con el efecto Doppler mediante el bosquejo y la solución de un problema particular.</p>	<p>Tono mayor</p> <p>11. A que velocidad me debo acercar a una fuente de sonido fija, para que la frecuencia percibida sea 15% mayor. Suponga condiciones ideales y una temperatura ambiente de 0°C. Realice dibujos.</p>
<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);"> A P L I C A C I Ó N Y S Í N T E S I S </p>	<p>El estudiante describe y relaciona las características de las ondas al fenómeno de pulsaciones, y lo concreta con un experimento que el diseña, complementándolo con un simulador.</p>	<p>Frecuencias recibidas</p> <p>1. En un cierto sistema eléctrico de envío de información, se busca maximizar la cantidad de datos recibidos, desde la fuente de datos (recepción) al receptor. Se ha mencionado que una onda incidente (con amplitud V_i), al incidir sobre la frontera, parte se refleja (con amplitud V_r) y parte se transmite (con amplitud V_t), generando del lado de donde se emiten, una envolvente como el de la Figura 4.</p> <div data-bbox="779 987 1218 1218" style="text-align: center;"> </div> <p style="text-align: center;">Fig. 4. Ondas moduladas.</p> <p>Defínase la relación de onda estacionaria (SWR) como:</p> $SWR = \frac{V_i - V_r}{V_i + V_r} = \frac{V_{max}}{V_{min}}$ <ul style="list-style-type: none"> • ¿Por qué se forman ondas estacionarias del lado donde se envían las ondas? • ¿Por qué no se forman bucles bien definidos, es decir porque se forma una envolvente? • Apóyese de la figura y explique con sus propias palabras por qué esta expresión se cumple. • Demuestre que, para maximizar los datos transmitidos, $SWR=1$. <p>Como una tarea complementaria, visite la siguiente liga: http://senderospedagogicos.blogspot.com/p/ondas-2_3755.html</p>

		<p>Remítase al tema de batidos y experimente con el simulador de pulsaciones. Explique con sus propias palabras lo que observa. Investigue este fenómeno:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Realice un análisis matemático • Bosqueje las envolventes resultantes • Explique con sus propias palabras el fenómeno • ¿Cómo se relaciona este fenómeno con el fenómeno de resonancia? <p>Diseñe un experimento donde se presente el fenómeno de pulsaciones. Tome como referencia el vídeo de la siguiente liga: https://www.youtube.com/watch?v=UImBA-6Xe2k</p>
	<p>El estudiante describe los fenómenos presentados en el curso, bosquejando y redactándolos en un problema particular.</p>	<p>Resumen</p> <p>2. A modo de síntesis del contenido de la materia, realiza un ensayo de la propagación de las ondas dentro de un tubo de radio R y longitud L, emitidas desde un extremo, por un diapasón de frecuencia f. Haz énfasis en temas como superposición, ondas estacionarias y la caracterización de las ondas planas con su expresión matemática.</p>
	<p>El estudiante experimenta y observa los fenómenos de efecto Doppler, particularizando hacia la comunicación entre mosquitos</p>	<p>Mosquito espía</p> <p>3. Un mosquito emite sonido por el aleteo de sus alas con una frecuencia de 400Hz, y uno de sus depredadores es sensible al rango de frecuencias de 500-650Hz, ¿a partir de que velocidad se debe mover el mosquito para que el depredador (fijo), no lo pueda detectar?</p> <p>Para observar con más detalle el efecto Doppler, consulte la siguiente página: https://www.animations.physics.unsw.edu.au/waves-sound/Doppler/downloads/doppler_sonicboom.zip</p> <p>Donde podrá descargar un simulador de ondas de choque. Complemente su análisis con el siguiente video: https://www.youtube.com/watch?v=zd2WzHC1E2c</p> <p>Explique con sus propias palabras lo que observa.</p>

Para analizar los datos obtenidos en cada una de las actividades realizadas por los estudiantes, se pueden elaborar parrillas de evaluación, donde para cierta actividad, se muestra la puntuación de cada estudiante que cumplió con el criterio de evaluación (Tabla II). Si el estudiante cumple con algún criterio de evaluación de la actividad, entonces obtendrá el puntaje correspondiente a ese criterio, y si cumple con todos, entonces el estudiante obtendrá todo el puntaje de esa actividad.

Tabla II. Parrilla de evaluación de la actividad Ecuación de Onda.

Actividad: Ecuación de onda	Identifica las características de la onda directamente de su expresión matemática	Relaciona las características de la onda	Grafica en 2 periodos	Demuestra que cumple con la ecuación de onda	Puntuación
Estudiante 1					
Estudiante 2					
.					
.					
Suma					

Observe que en la fila al final de la parrilla, se suman las calificaciones de los estudiantes en la actividad. Además, en cada etapa del ciclo de aprendizaje, se agrega una columna donde se suman las calificaciones de cada alumno. Es decir, dicho de otra manera, las sumas en las filas, es la puntuación de cada estudiante, pero la suma por columnas es la cantidad de estudiantes que cumplieron con ese criterio de evaluación.

La suma en las filas y las columnas son de gran ayuda para regular el aprendizaje, puesto que nos proporciona información del rendimiento del estudiante en la actividad. De esta manera, por ejemplo, podremos apoyar a tiempo al estudiante rezagado (baja calificación en la etapa de exploración) a que se recupere antes de concluir alguna otra etapa. En cambio, la suma en las columnas nos proporciona información del éxito en la realización de las actividades. Un número pequeño (con respecto al número de estudiantes) nos dice que los estudiantes tienen dificultades con la actividad, posiblemente no la entiendan o no saben como aplicar lo que se vio en clase. Para compensar esto se pueden resolver problemas un poco similares en clase. Si la suma sigue siendo baja después de la retroalimentación, se tiene que volver a analizar la actividad y si es necesario, disminuir su complejidad.

Aprendizajes esperados

Con la realización de las actividades presentadas, se espera que el estudiante aprenda los conceptos fundamentales del tema de Ondas, principalmente en su definición como una perturbación en el medio y en sus características principales, recordando que son conceptos esenciales para cursos posteriores como el electromagnetismo. Como aprendizaje adicional (pero no menos importante), se busca que el estudiante adquiera habilidades tanto sociales como metacognitivas de carácter general, como el trabajo colaborativo y las estrategias de solución de

problemas, que no solo le servirán en la materia de Ondas, sino también en el correcto arranque en su formación como profesionistas en cursos científicos más avanzados.

Referencias

ANECA (s.f.). Guía de apoyo para la redacción, puesta en práctica y evaluación de los resultados del aprendizaje. Proyectos Editoriales.

Jaume Jorba, Ester Casellas (1997). La regulación y autorregulación de los aprendizajes, VOL. 1. España: Síntesis.

Fredy E. González (1996). Acerca de la metacognición VOL. XIV-XVII. Paradigma.

Jiménez, Gilberto (2004), "Culturas e identidades", en Revista Mexicana de Sociología, año 66, núm. especial, México DF: Universidad Nacional Autónoma de México.

Propuesta de un juego para analizar el aprendizaje de los estudiantes en una clase de educación superior.

Arturo F. Méndez Sánchez¹, Miguel Cedeño Hernández²,
Edith Cortez Martínez³
afmendezs@ipn.mx; mcedenoh@ipn.mx; ecortezm@ipn.mx

Resumen

Se presenta una actividad motivadora, que permite determinar el grado de aprendizaje que ha alcanzado un estudiante. Dicha actividad consiste en un tablero de juego, basado en preguntas y respuestas referentes a un tema o curso. Durante el juego se presentan recompensas y castigos, aplicables a las fichas en el tablero.

Esta actividad permite que el estudiante trabaje en un ambiente distinto al habitual, a pesar de encontrarse físicamente en la misma aula de clase, y el docente tiene un instrumento adicional para analizar el aprendizaje del estudiante.

Los resultados en pruebas preliminares muestran que los estudiantes presentan un mayor grado de aprendizaje, comparado con los resultados exhibidos en una evaluación cuantitativa tradicional.

Objetivo

El objetivo que se pretende alcanzar con esta actividad de enseñanza, son dos, primero, reconocer el grado de aprendizaje logrado en el estudiante lo que permite profundizar en su conocimiento y segundo, realizar un repaso de los temas de clase. Esto es, con este instrumento, se propone que puede ser de utilidad para obtener información cualitativa y cuantitativa del grado de desarrollo y aprendizaje del estudiante en una clase mediante la aplicación de un juego en el grupo.

Marco teórico

El juego se puede resumir como una actividad física o mental que tiene la finalidad de divertir, entretener o relajar en la que algunas veces se realiza o se fortalece alguna actividad o destreza. El juego requiere casi siempre de dos o más jugadores para que sea una actividad atractiva. Este no es exclusivo de los hombres, pues es

¹Depto. de Física, ESFM, Instituto Politécnico Nacional, CDMX, México.

²Depto. de Matemáticas, ESFM, Instituto Politécnico Nacional, CDMX, México.

³Depto. de Ciencias Básicas, ESIT, Instituto Politécnico Nacional, CDMX, México.

bien sabido que inclusive los animales se divierten y desarrollan alguna destreza, por ejemplo, un gato con una bola de hilo y los leones practican atrapadas y arañosos retozando.

Los juegos no son nuevos, pues se conoce que se practican desde las civilizaciones antiguas, pues en algunas civilizaciones, los juegos eran la manera de introducir a los jóvenes o aprendices en nuevos retos o situaciones que requerían de su astucia y pericia en la resolución de problemas, Minerva y Torres (Minerva y Torres, 2007) afirma que “La idea helénica del juego aparece en la épica de Homero y de Hesíodo y se le concibió como una noción de poder físico, luego pasa a ser paidea como el inocente juego de niños.”

La inclusión de los juegos en la enseñanza o instrucción formal ocurre hasta que Frederich Fröbel (UNESCO, 1993) define su pedagogía y su teoría de la educación, que sirve de base para el jardín de la infancia (Kindergarten) donde el juego se introduce como una metodología que se propagó junto con la pedagogía de Montessori durante el siglo XIX. La UNESCO (UNESCO, 1980), publica un documento donde se resume y se reconoce la importancia del niño y el juego en aplicaciones pedagógicas y lo pone como un pilar en la educación preescolar y educación básica. Además, se resalta la importancia del juego desde varios puntos de vista, a saber, el teórico, el psicológico, el sociológico, etnológico y pedagógico.

En dicho documento se realiza una excelente clasificación del juego para distinguirlo de otras prácticas humanas, tales como, actividad, libre, separada, incierta, improductiva, reglamentada, ficticia, y los clasifica en cuatro categorías, a saber, juegos basados en: *competición, de azar, de simulacro y juegos que se basan en la búsqueda del vértigo*. Seguro que el lector podrá poner ejemplos simples de cada uno de ellos. Es claro que se evidencia la importancia del juego en la formación de las personas. Asimismo, analizan etimológicamente la palabra “*lúdico*” del latín “*ludus*”, con lo que concluyen que se significa diversión, infantil, juego, chanza y escuela. Sin embargo, al compararlo con la palabra griega “*schola*”, se dan cuenta que significa “ocio”, antes de adquirir el sentido “de dedicado al estudio” que es el sentido actual de escuela.

Además, sugieren la pertinencia de prácticas pedagógicas con el juego. También aclaran que el juego no puede sustituir en su totalidad a la escuela, porque inclusive el propio niño diferencia entre situaciones serias del adulto y puede reclamar trabajos que requieran mayor esfuerzo consciente y sostenido. Un comentario que resulta importante es el que refieren a las actitudes de algunas instituciones educativas, docentes y adultos sobre el juego pues está lejos de ser reconocido como una herramienta educativa y lo cita textualmente (Decroly y Freinet, página 8) “Algunos adultos, en efecto, detestan o incluso reprimen las actividades lúdicas de niño, como si éstas fueran una pérdida de tiempo y de energía, cuando existen cosas más urgentes y más serias de las que debería ocuparse”. Algo similar ocurre en la educación superior.

También la UNESCO en su documento se refiere al papel del educador, ya que éste deberá definir claramente sus objetivos pedagógicos y analizar cómo pueden responder a esos objetivos. Dobbeh R y N'Diaye S., definen siete finalidades pedagógicas basados en la taxonomía de Bloom, las cuales se resumen en la tabla I.

Tabla I. Finalidades pedagógicas del juego resumido de Dobbeh R y N'Diaye S. (UNESCO, 1980).

No	Nivel	Título
1	Del simple conocimiento	Memorización y retención de informaciones registradas
2	De la comprensión	Trasposición de una forma de lenguaje a otra, interpretación de los datos de una comunicación, extrapolación de una tendencia o un sistema
3	De la aplicación	Escoger y utilizar abstracciones, principios y reglas en situaciones nuevas, para una situación original en relación con las situaciones y los problemas de la vida corriente
4	Del análisis	Analizar un conjunto complejo de elementos, de relaciones o de principios
5	De síntesis	Estructura (resumen, plan esquema, razonamiento) de los elementos diversos procedentes de distintas fuentes.
6	De evaluación	Juicio crítico de las informaciones, las ideas, los métodos
7	De la invención y creación	Transferencia del conocimiento adquirido a una operación creadora

En estos aspectos, el juego responderá en más de un punto, a todas las actividades perceptivas, sensorio-motrices, afectivas, del intelecto, relativas a la construcción y fabricación de objetos y las de expresión corporal y estética.

Como resultado de esto, es claro que el empleo de un juego en la clase deberá estimular el aprendizaje y el docente podrá destacar una actividad específica o particular sobre otras. Claro considerando el hecho de que el juego no deberá perder sus reglas y características propias por el hecho de ser utilizado con fines educativos.

En el juego uno puede hacer uso de cuatro cosas principales (UNESCO, 1980):

- **Ejercicios:** actitudes y comportamientos físicos
- **Expresiones verbales:** cantilenas, relatos cuentos, adivinanzas, juegos lógicos y de razonamiento.
- **Objetos concretos:** figurativos simbólicos: muñecos, muñecas, máscaras y otros objetos significantes.
- **De comportamientos plásticos:** coreografía, teatro, transformación, dibujo y modelado.
- **Conjunto de objetos:** que no tiene ningún destino lúdico preciso, pero porque pueden adquirirlo por la atracción que ejercen y el servicio que pueden prestar al sujeto.

Actualmente, los juegos siguen siendo pilares muy importantes en la educación básica y preescolar, lo cual es todo un reto lograr introducir los juegos en la dinámica natural del aula, claro considerando que debe tomarse en cuenta en las planeaciones y contenidos, así como en la curricula escolar. Dado que uno debe considerar espacios, tiempos, duración, juguetes necesarios y los procesos de introducción, desarrollo y cierre del profesor. Sin embargo, los juegos van disminuyendo conforme se va avanzando en los distintos niveles de educación.

En la educación superior, realmente son sólo algunos docentes los que han realizado esfuerzos individuales y han buscado implementar diversos juegos para fomentar el proceso de enseñanza aprendizaje en los alumnos, claro dejando aparte la gamificación. Los juegos son más comunes en clases de idiomas, así como en clases donde el impacto social es mucho mayor pues permite la sociabilización y la participación en equipos como en el caso del rally con retos. Particularmente en ciencias, es mucho menor la relevancia que se les da a los juegos para favorecer el aprendizaje, por lo que es común que las instituciones y los docentes más bien los vean como una pérdida de tiempo en la clase y esto es en parte consecuencia de la cantidad de contenidos que muchas veces deben cubrirse.

A nivel superior, los juegos han permeado como un gran apoyo aprovechando el interés de los juegos digitales o la llamada gamificación, ver por ejemplo Samaniego Ocampo R. y Sarango Salazar E. (2016), Corchuelo-Rodríguez, (2018), López y Domenech-Casal J. (2018), Hernández-Horta I. A., Monroy- Reza A., Jiménez-García M. (2018). Por su parte, Corchuelo-Rodríguez (2018), emplearon la gamificación para motivar a los estudiantes y hacer más dinámicos el desarrollo de los contenidos, reduciendo las conductas negativas en el aula. Como agente motivador, se mejoran las dinámicas en el grupo. No obstante, de que también puede ser contraproducente como sucedió en la Universidad de Barcelona en el taller de JOCS, pues se demostró una reducción en el nivel académico (Contreras y Eguia, 2016).

Entonces, en la realización y planeación de una actividad como juego, deben tenerse bien claro los alcances de éste, el objetivo que se persigue, el tiempo

estimado de realización, las posibles respuestas y las conductas del aplicador, así como de los participantes (estudiantes). Tales conductas pueden ser negativas en menosprecio de la actividad.

En este documento se presenta el desarrollo e implementación de un juego de mesa como actividad que puede ser considerada de repaso, y que, permite determinar el grado de aprendizaje que ha alcanzado un estudiante, permitiendo profundizar en su conocimiento. Este juego se encuentra basado en preguntas y respuestas referentes a un tema o curso. Esta actividad puede permitir un trabajo transversal con otras unidades de aprendizaje, que pueden ser tanto teóricas como experimentales, con ayuda de los materiales existentes en el aula o laboratorio.

Durante el juego se presentan recompensas en el avance en el recorrido y castigos, aplicables a las fichas en el tablero y por consecuencia a los participantes. Los premios y castigos son diseñados para aportar elementos de diversión que pretenden fortalecer la confianza de los estudiantes dotar de un elemento de competencia y de vértigo.

Sucede muchas veces, que a pesar de todos los esfuerzos del docente para tener una clase atractiva, el estudiante se mantiene como un receptor y al margen de las propuestas educativas, pero al participar en un juego el papel del estudiante se modifica, pues éste se encuentra posicionado como un competidor más y ya no como un estudiante y de manera natural salen los conocimientos del estudiante, a diferencia de cuando uno hace un cuestionario, un examen u otro tipo de herramientas de evaluación que no es muy flexible.

Esta actividad, permite que el estudiante trabaje en un ambiente distinto al habitual, a pesar de encontrarse físicamente en la misma aula de clase o laboratorio. Por su parte, al docente le dota de un instrumento adicional para analizar el aprendizaje del estudiante. Porque el estudiante está inmerso en la dinámica del juego dejando de lado el estrés y presión por el proceso de evaluación y el rigor de la clase y esto permite que el docente analice el aprendizaje de los contenidos a repasar con el nivel de exigencia requerido.

Desarrollo

El tablero

El tablero consiste de un recorrido numérico como el que se muestra en la Figura 1. Esta imagen se puede imprimir en tamaño poster de 90x120cm para tener un espacio adecuado. En particular, este tiene 3 casillas de distintos colores, a saber, casillas azules, rojas y verdes. Las casillas de colores rojos indican los pozos de los castigos, mientras que las casillas de color verdes corresponden a los premios, en este caso, no tiene numeración seriada en orden ascendente o descendente, puesto

que las tarjetas de pregunta estuvieron ordenadas por temas, pero se puede modificar sin importar la numeración.

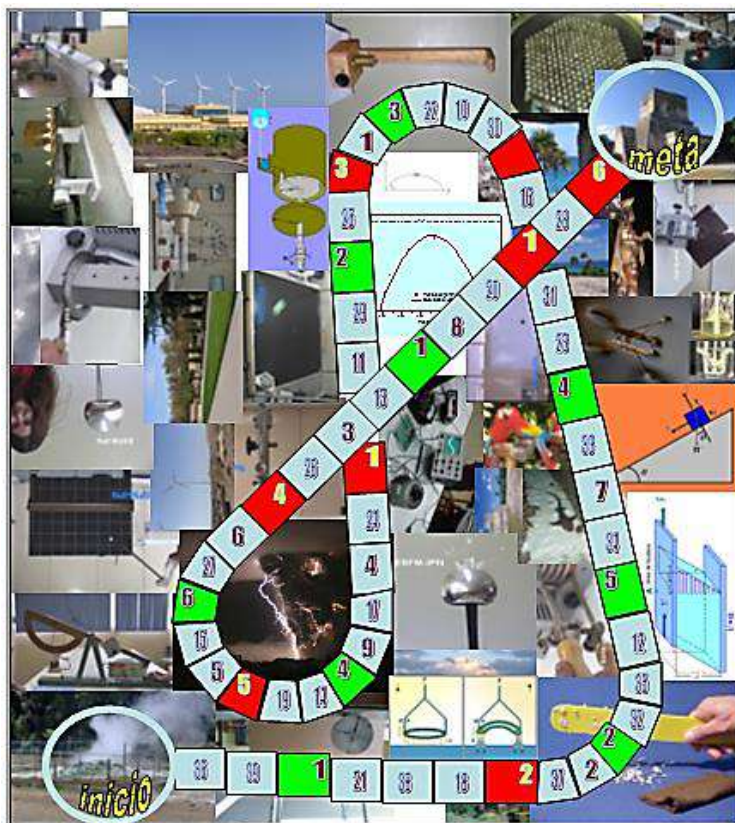


Figura 1. Tablero del juego de mesa, en la imagen las casillas de color rojo indican los pozos de castigo, mientras que las casillas de color verde corresponden a los pozos de premios.

Aunque se propone utilizar este tablero, el docente puede generar uno similar con su sello y características propias. Es de comentar que las imágenes son importantes porque causan curiosidad y es común que los participantes pregunten sobre el tema conforme a la imagen. En este caso, la temática del juego es respecto a la asignatura de Laboratorio de Física III de electricidad y magnetismo. Asimismo, el juego incluyó fotografías tomadas de otros laboratorios, estando acomodadas en diferentes direcciones alrededor del juego, para que los estudiantes identificaran y preguntaran acerca de los experimentos ilustrados dichas fotografías. Durante el recorrido hay pozos o sitios donde uno escoge una tarjeta numerada de color verde o rojo, si es rojo corresponde a castigo y si es verde el participante se hace acreedor a un premio.

Las tarjetas se escogen con números para dejar abierta la posibilidad de que el docente o guía del juego, e inclusive el grupo entero de estudiantes determinen los

premios y los castigos, con la correspondiente orientación del guía, pues se busca que los castigos no lleguen a ser ofensivos, procurando que estos sean divertidos.

Los dados

En este caso se puede usar un dado con numeración (Figura 2a) y a cada turno del participante, se le hace una pregunta o actividad del tema en cuestión a partir de un conjunto de tarjetas y si la contesta acertadamente logra el avance. De otro modo se queda en el mismo lugar. También, puede generarse un dado por asignaturas (Figura 2b) si se trata de un repaso por nivel, o por temas si es un repaso de alguna unidad. Ambos dados se pueden tirar al mismo tiempo definiendo avance y tema. En la figura 2b se ilustra un ejemplo de este tipo con 4 asignaturas, por ello se eligió una pirámide de base triangular como dado.

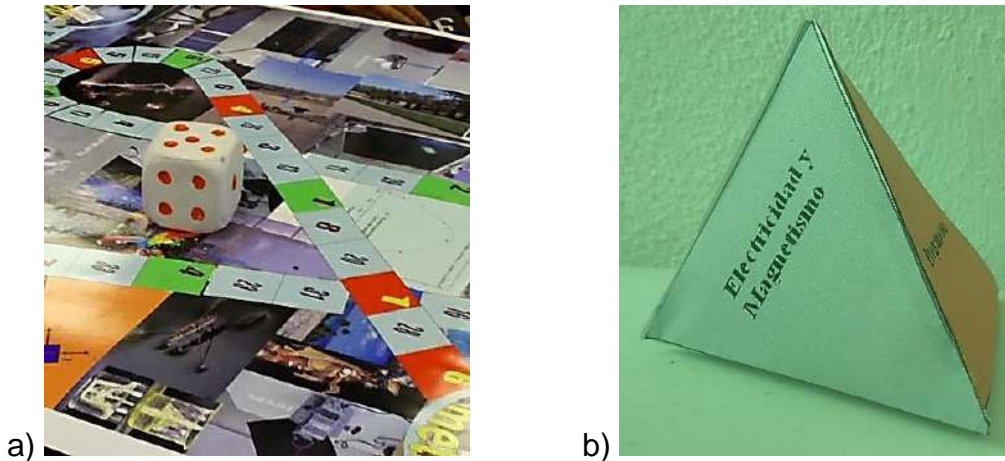


Figura 2. a) dado numérico y b) dado temático por nivel

La dinámica del juego

El juego consiste en que cada participante, elige una ficha que estará colocada al inicio del juego, luego se tira el dado numérico para saber quién tirará primero. Una vez que se eligió al primer participante el turno corresponderá al participante de la derecha. Al tirar el dado numérico y el de tema (si es que este se usa para elegir la pregunta) el participante, deberá contestar acertadamente la pregunta que realiza el guía (usualmente el docente) para poder lograr el avance numérico en el recorrido. De no poder contestarla acertadamente, se le da el turno al siguiente participante de la derecha quien puede responder la respuesta y si logra acertar, él es el que logra el avance. Una vez logrado el avance será turno del siguiente participante colocado a la derecha. Esta dinámica se repite sucesivamente.

Si el participante, cae en un pozo de recompensas deberá contestar acertadamente la pregunta o actividad planteada en la tarjeta de lo contrario, el siguiente

participante puede robar el logro obtenido. Si es castigo, sólo se realizará el castigo correspondiente sin contestar pregunta. El jugador que primero llegue a la meta será el ganador. El tiempo estimado de juego es de 1.5 hrs.

Las recompensas y los castigos

Las recompensas son tarjetas numeradas de color verde y los castigos son tarjetas numeradas color rojo que al levantarlas se verá dicho color. También puede haber pozos sólo con recompensas y pozos sólo con castigos, así el participante de antemano sabe si le toca una recompensa o un castigo. Las recompensas promueven el avance de una o dos casillas o un avance del número de puntos obtenidos y al caer en dichos pozos, el alumno deberá contestar acertadamente la pregunta de que se trate como ya se mencionó para acceder al avance y su correspondiente premio. Por otro lado, los castigos se sugieren que sean el retroceso de una o dos casillas, quedando en caso extremo nuevamente en el inicio del juego. También, se sugiere por consenso de los participantes, por ejemplo, el cantar una canción y el jugador que lleve la punta decidirá cuál es la canción que deben cantar. Asimismo, otras opciones son un baile en algún estilo particular. Las recompensas y castigos empleados en este caso se listan en la tabla 2

Tabla II. Premios y castigos sugeridos

Recompensa	Castigo
Avanza 2 casillas	Regresa 2 casillas
Avanza 1 casilla	Regresa 1 casillas
Doble tiro	Cantar
<i>Poner castigo</i> (selecciona cual castigo de la lista)	Bailar
Comodín (puede cancelar castigo)	Hacer pantomima
Avanza del número de puntos	Te castiga ficha <i>Poner castigo</i>

Las preguntas

Las preguntas se elaboran en tarjetas de tamaño de fichas bibliográficas en donde se plantean cada una de las preguntas o actividades a desarrollar, las cuales pueden versar sobre contenidos conceptuales, experimentales o actitudinales. Establecer una problemática o situación a resolver, la resolución de un problema

que para ello se pueda apoyar del uso de un pizarrón para que esté a juicio crítico de todos o de una pizarra si se promueve al aire libre.

En el caso de un laboratorio puede consistir en el armado de un circuito o dispositivo que consuma el menor tiempo posible (no más de 3 minutos). En el apéndice se insertan algunas tarjetas de juego de una clase experimental de electricidad y magnetismo.

Aprendizajes esperados

Dado que es muy general el juego, los aprendizajes esperados de esta propuesta, dependerán de los temas que se tomen en cuenta. Sin embargo, este juego de mesa puede ser considerado en dos aspectos importantes por orden de relevancia, el primero es el repaso o reafirmación, recordemos que para avanzar realiza preguntas de reafirmación o análisis, que les permite reforzar sus conocimientos y habilidades. En segundo plano como un elemento más de evaluación, pues de éste puede uno visualizar el grado de aprendizaje de un estudiante. Además, como es sabido, muchas veces uno tiene impresiones de los estudiantes con base a su desempeño y en particular mediante el uso del juego, uno puede llevarse sorpresas y más cuando la timidez es preponderante en los estudiantes. Asimismo, se refuerza la inclusión y participación activa de los estudiantes porque los premios y castigos son propuestos por los mismos estudiantes y el grupo se ve fortalecido por los valores de honestidad y confianza.

En principio esta actividad se realizó para una clase de laboratorio de electricidad y magnetismo, que corresponde a una clase teórico-práctica, que requiere de conceptos y desarrollo de habilidades. Una dificultad es respecto a las situaciones actitudinales, pues estas usualmente no están explicitadas en las unidades de aprendizaje como tal.

Resultados preliminares

En este ejercicio, el juego duró aproximadamente 1 hora con 30 minutos. El grupo consistió de 8 estudiantes pertenecientes al curso de electricidad y magnetismo. Las preguntas fueron en su mayoría conceptuales, sin embargo, también se incluyeron procedimentales, como encontrar el código de colores de una resistencia de 100 Ohms, realizar dibujos de simbología, algunas sobre el armado de circuitos, y se espera introducir problemas actitudinales o de valores.

A continuación, se presentan algunas fotografías de las actividades desarrolladas con este juego. La figura 3 muestra a los estudiantes junto al juego. La figura 4 muestra a un estudiante respondiendo en el pizarrón, a una pregunta del juego.

Algunos de los comentarios expresados por los estudiantes al concluir la actividad fueron los siguientes:

- Me gustó salir de la rutina.
- Fue un buen repaso de los conceptos.

- Me gustaría que también se agregara un límite de tiempo.
- Me gustaría que se hicieran problemas de física por equipo.

En general podemos comentar que los alumnos se divertieron mucho y se ayudaban y apoyaban entre todos. Cuando alguien daba la respuesta correcta era común que se acordaran y reafirmaran con la frase: “*si es cierto*”.



Figura 3. Imagen del desarrollo del juego, algunos participantes piensan la respuesta y la discuten, mientras que otros observan al participante en el pizarrón contestando la pregunta.



Figura 4. Participante resolviendo una pregunta del juego.

Uno de los estudiantes menciona que le sería agradable que este tipo de actividades se presentarán en cursos como Cálculo o Álgebra. Debemos mencionar que, si bien se realizó un banco de preguntas y respuestas para Cálculo, no fue posible su implementación en el salón de clases debido a que los grupos en esta asignatura, son de 30 o 40 estudiantes, lo que conlleva una mayor dispersión y poca atención a la actividad por parte de los estudiantes. En todo caso, es posible realizar diversas sesiones con grupos pequeños de 8 personas tal y como se realizó en Laboratorio de Física, sin embargo, consideramos que se puede perder cierto factor sorpresa para los estudiantes de las últimas sesiones.

Lo bueno del juego

El juego permitió motivar el interés por saber o recordar los temas e inclusive permitió por parte del docente analizar cómo es el avance de cada uno de los alumnos permitiendo evidenciar la posibilidad de una evaluación, puesto que se evidenció quiénes tenían dudas sobre la pregunta y quiénes daban la respuesta o justificaban la respuesta y aquí fue que se resaltó que existen personas tímidas, pero con un avance del aprendizaje sobresaliente. También, esto fue evidencia del fomento del trabajo colaborativo. Al compartir un rato con risas, se fomenta el compañerismo. Al final del juego, fue posible introducir brevemente la importancia de las actitudes, cosa que es más complicada involucrarla con el contenido natural de la unidad de aprendizaje. La estrategia fue buena, ya que los alumnos estuvieron risa y risa, alegres, lo cual relajó la seriedad de la clase, pero no así los contenidos, pues las preguntas al estar planteadas previamente permiten mantener el nivel de exigencia necesario.

Lo malo del juego

La realización de la actividad provocó diversos climas, de pantomima, canto y baile; lo cual provocó un exceso de risas y diversión. Esta puede ser una situación incómoda, especialmente si hay actividades en salones o laboratorios adyacentes. Lo cual durante la aplicación de la actividad fue lo que sucedió pues nos pidieron guardar silencio. Por lo que se sugiere tener precaución al respecto.

Apéndice

Se muestran algunas de las tarjetas de preguntas utilizadas.

<p>Pregunta: el <u>multímetro</u> digital y la <u>interfase</u> Pasco posee un elemento interno que permite que el <u>capacitor</u> se <u>descarge</u>, ¿cuál es?</p> <p>Resp. La resistencia</p>  <p>Asignatura: Física</p>	<p>Pregunta: Si observas que un compañero de clase hace uso inadecuado del equipo, lo <u>descompone</u> ¿qué haces?</p> <p>Resp. A) le avisas al profesor B) le comentas que es todos nosotros y que afecta a la clase y a la comunidad estudiantil</p>  <p>Asignatura: Física</p>
---	---

<p>Pregunta: La capacitancia con dieléctrico siempre es mayor que sin dieléctrico esto ocurre ¿por qué?</p> <p>Resp. El dieléctrico se polariza</p>  <p>Asignatura: Física</p>	<p>Pregunta: ¿cuáles variables mide el puente de impedancias?</p> <p>Resp. Capacitancia, resistencia e inductancia</p>  <p>Asignatura: Física</p>
<p>Pregunta: la capacitancia en paralelo es igual a</p> <p>Resp. A la suma de las capacitancias parciales</p>  <p>Asignatura: Física</p>	<p>Pregunta: ¿una resistencia de $100\Omega \pm 5\%$ tiene las bandas o código?</p> <p>Resp. Café, negro, café, dorado</p>  <p>Asignatura: Física</p>
<p>Pregunta: la descarga de voltaje de un capacitor obedece a un comportamiento</p> <p>Resp. Exponencial monótono decreciente</p>  <p>Asignatura: Física</p>	<p>Pregunta: el comportamiento visto durante la descarga de voltaje de un capacitor es respuesta de una ecuación diferencial de</p> <p>Resp. De primer orden con coeficientes constantes</p>  <p>Asignatura: Física</p>
<p>Pregunta: ¿cuáles variables mide el <u>multímetro</u>?</p> <p>Resp. La resistencia, la corriente y el voltaje</p>  <p>Asignatura: Física</p>	<p>Pregunta: Da un ejemplo de un fenómeno de la naturaleza que es similares a la descarga de voltaje de un capacitor</p> <p>Resp. Abierta, ejem. Ley de enfriamiento de Newton, Fluencia de una banda elástica, Disminución del área de una herida, Desintegración radioactiva</p>  <p>Asignatura: Física</p>

Referencias

Contreras, R., & Eguia, J. (Eds.). (2016). Gamificación en las aulas universitarias (Bellaterra). Barcelona: Universidad Autónoma de Barcelona. Recuperado a partir de http://incom.uab.cat/download/eBook_incomuab_gamificacion.pdf.

Corchuelo-Rodríguez C. A, (2018). Gamificación en educación superior: experiencia innovadora para motivar estudiantes y dinamizar contenidos en el aula. *EduTEC. Revista electrónica de Tecnología Educativa*, No 63, págs. 29-41, marzo, DOI: [dx.doi.org/10.21556/edutec.2018.63.927](https://doi.org/10.21556/edutec.2018.63.927).

Hernández-Horta I. A., Monroy-Reza A., Jimenez-Garcia M. (2018). Aprendizaje mediante Juegos basados en Principios de Gamificación en Instituciones de Educación Superior. *Formación Universitaria*, ISSN-e 0718-5006, Vol. 11, No. 5, págs. 31-40.

López, V., Domènech-Casal, J. (2018). Juegos y gamificación en las clases de ciencia: ¿una oportunidad para hacer mejor clase o para hacer mejor ciencia? *Revista Eletrônica Ludus Scientiae (RELuS)*, 2(1), 35-44.

Minerva T. C. y Torres P. M. A. (2007). El juego como estrategia de aprendizaje en el aula. *SABER ULA*. <https://core.ac.uk/display/14954545>.

Samaniego Ocampo R. y Sarango Salazar E., (2016). Aplicación de juegos digitales en educación superior, revista *San Gregorio*, No 11 Vol. 1, enero-junio, págs. 82-91.

UNESCO, 1980, *El niño y el juego Planteamientos teóricos y aplicaciones pedagógicas*, publicado por la ONU para la educación, la ciencia y la tecnología, ISBN 92-3-301658-7. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000134047>.

UNESCO: Oficina Internacional de Educación (1993), vol. XXIII, No. 3-4, págs. 501-509 Paris.

Reflexiones de estudiantes sobre honestidad académica y honestidad científica.

Gabriela Lourdes Rueda Morales¹, Leonor Pérez Trejo²
gruedam@ipn.mx, lperez@ipn.mx

Resumen

La honestidad es un valor que hace referencia a actuar con la verdad. En particular, en el ámbito escolar en las clases de laboratorio se pide a los alumnos que sean honestos al reportar los datos obtenidos de sus mediciones, es decir, que reporten los datos medidos sin alterarlos. ¿Qué hacer para que los estudiantes estén conscientes de lo que implica no actuar con honestidad en algo que a simple vista pudiera parecer sin importancia? Se pidió a los alumnos que vieran el documental “The inventor” y que realizaran un ensayo sobre el valor de la honestidad científica.

La actividad se llevó a cabo en dos grupos de laboratorio de física I con el objetivo de introducir la importancia del valor de la honestidad en el trabajo experimental. En este trabajo se presentan las reflexiones que los estudiantes tuvieron a cerca de la honestidad en el ámbito académico. Sus consideraciones los llevaron a investigar las características de la honestidad, de la ciencia y de los científicos, y profundizaron en temas de ética en la ciencia, la problemática de las noticias falsas (fake news) y de las consultas de información en internet, hasta considerar la honestidad escolar y personal. Consideramos de suma importancia compartir esta experiencia didáctica en estos momentos en que se está llevando la educación a distancia y es requerido que los estudiantes reflexionen sobre la práctica de este valor.

Objetivo

Mostrar la importancia de introducir los valores humanos de manera explícita, en particular la honestidad, en la enseñanza de las ciencias para que los estudiantes desarrollen actitudes científicas responsables en la toma de decisiones.

Marco teórico

Según el diccionario de la real academia (RAE, 2001), los valores son cualidades que poseen algunas realidades, consideradas bienes, por lo cual son estimables y

¹ Instituto Politécnico Nacional, Escuela Superior de Física y Matemáticas

² Instituto Politécnico Nacional, Escuela Superior de Física y Matemáticas

tienen polaridad en cuanto son positivos o negativos, y jerarquía en cuanto son superiores o inferiores. Por otro lado, Castro y colaboradores (2017) en su artículo de revisión, mencionan que los valores tienen las siguientes características: orientan las acciones, dan expresión a las necesidades humanas, definen comportamientos, son referencia de vida, orientan la vida de un individuo o un grupo de individuos, permiten satisfacer necesidades. Las personas tienen más de un valor y depende del contexto en que se desempeñen que se les da un nivel de importancia. Así, Tamayo (Citado por Castro y colaboradores, 2017) otorga una jerarquía axiológica a los valores, ubicando en el nivel más alto a los siguientes: amistad, libertad, armonía interior, trabajo saludable y honestidad. En el nivel más bajo se encuentran riqueza, seguridad nacional, respeto por la autoridad y las tradiciones,

En el contexto académico, considerar una educación científica con valores implica hablar o considerar la relación de la ciencia con el individuo y con la sociedad. Aunque si se considera que la ciencia es un conjunto de conocimientos, es objetiva, rigurosa y que siempre busca la verdad, entonces no tiene relevancia ética, sin embargo, la ciencia es una actividad humana por tanto está sometida a juicios de valor (Agazzi, 1992)

Pereira (2016) en su tesis de maestría hace una recopilación de diferentes fuentes, sobre valores y temáticas que se recomiendan en la enseñanza de ciencias naturales en nivel secundaria pero que también pueden ser retomados en niveles superiores. Dentro de los valores relacionados con la ciencia que menciona se encuentran la prudencia, igualdad entre hombres y mujeres, la verdad, desarrollo de sentido crítico, responsabilidad y honradez.

En el caso particular de los laboratorios de enseñanza de la Escuela Superior de Física y Matemáticas (ESFM), se ha propuesto seguir el modelo constructivista para que los alumnos desarrollen una serie de competencias en donde además de cubrir los conceptos y contenidos, se propone incluir la educación en valores (Rueda y colaboradores, 2013). Por lo que en este trabajo se presenta una estrategia didáctica para introducir la importancia del valor de la honestidad en el trabajo experimental.

Desarrollo

La siguiente actividad se aplicó a los estudiantes de dos grupos de Laboratorio de Física I de la carrera de Licenciatura en Física y Matemáticas de la ESFM.

La actividad consiste en realizar un ensayo sobre la honestidad científica, basado en la historia del documental "The Inventor", este material no está actualmente accesible gratuitamente, así que se les da otras opciones como: La mujer que estafó a Silicon Valley (179) La mujer que estafó a Silicon Valley - YouTube), Theranos – Silicon

Valley's Greatest Disaster ((179) Theranos – Silicon Valley's Greatest Disaster - YouTube), Theranos, Elizabeth Holmes, and the Cult of Silicon Valley ((179) Theranos, Elizabeth Holmes, and the Cult of Silicon Valley - YouTube), como fuentes de información, y se les invita a que consulten otras.

En resumen, la historia trata del fraude que realiza Elizabeth Holmes fundadora de Theranos, una empresa en Silicon Valley que prometía revolucionar el método de los estudios sanguíneos de laboratorio con su máquina Edison. La función de Edison era realizar un gran número de análisis con una pequeña muestra de sangre en poco tiempo, científicamente no era posible llevar a la realidad su proyecto, por lo que Elizabeth se manejó con deshonestidad hasta que fue descubierta y acusada de fraude.

A la mayoría de los estudiantes les llamó la atención el caso, cada uno se enfocó en su visión personal sobre la honestidad y algunos lo llevaron más allá del ámbito científico.

De los ensayos entregados, se presentan como ejemplo en la Tabla I, algunas de las ideas y reflexiones a las que llegan los estudiantes, las dividimos en categorías para agruparlas. En general, esta actividad les proporciona a los estudiantes una visión de que hay que desarrollar cierto pensamiento crítico para evaluar proyectos y noticias, además de una reflexión sobre la honestidad

En la situación actual el desarrollo científico y tecnológico es parte de la vida cotidiana, por lo que la población en general y en mayor medida los estudiantes de ciencias deben disponer de competencias científicas que les permitan entender y si es posible intervenir en estos. Además de adquirir conocimientos y ciertas habilidades científicas es necesario que los estudiantes comprendan como se construye el conocimiento y los valores implicados (Blancas, 2017). Por lo que se proponen las siguientes actividades:

- 1.- Se puede hacer una mesa redonda con los estudiantes para que compartan ideas, usando la tabla como guía para no dejar fuera ninguna categoría. En el mismo tenor en vez de la mesa redonda, se les envía dos o más trabajos a revisar para que realicen una lista de ideas diferentes a las que plasmaron en su ensayo y así enriquecer su punto de vista.
- 2.- Para aunar sobre ciencia se sugiere: realizar una actividad en donde se les cuestione sobre: su definición de ciencia, cuáles son las características de un científico, como avanza la ciencia y como se ven ellos en 10 años. Esta actividad es muy útil para los estudiantes de ciencias ya que, debe ser parte de su formación.
- 3.- En la línea de Noticias Falsas y Divulgación, donde también se involucra la Honestidad se sugiere: Buscar una noticia, video y/o reportaje donde se expongan las bondades del proyecto o de la maquina (Edison) que defendía Elizabeth Holmes, y a partir de ello planteen una serie de preguntas que harían para detectar el fraude.

Esto ayuda al pensamiento crítico de tal manera que lo pueden llevar a la vida cotidiana y se puede enlazar a la categoría de COVID 19.

4.- La actividad que involucra a las reflexiones sobre la Actividad Escolar es simple pero muy enriquecedora, pedirles una lista individual o ir la sacando en grupo de las acciones que consideran que no son éticas en el ámbito escolar y hacer una reflexión de lo implica en su formación profesional realizar estas acciones.

Estos son solo algunos ejemplos, se pueden realizar otras actividades dependiendo de las inquietudes de los estudiantes y las intenciones de los docentes.

Tabla I. Reflexiones de los estudiantes

IDEAS Y REFLEXIONES
<p>CARACTERÍSTICAS DE LA HONESTIDAD</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ La honestidad es uno de los valores que más se inculca a edad muy temprana, ya sea en el ambiente familiar, escolar o perteneciente a la sociedad. ➤ La honestidad es un valor que viene determinado por el conjunto de otros valores estos son la sinceridad, responsabilidad, rectitud, justicia, confianza, entre otros. ➤ Es una condición fundamental para la relación humana, esta simboliza respeto por sí mismo y los demás.
<p>CARACTERÍSTICAS DE LA HONESTIDAD CIENTÍFICA</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ La honestidad científica es un valor muy importante para los científicos al no ejercerla de manera correcta podemos afectar de manera grave a las personas que confían en su ética ➤ La honestidad científica es la cualidad de actuar de manera adecuada, honrada, justa y coherente que posee el científico al momento de realizar investigaciones ➤ La honestidad es la parte humana que dota de objetividad a la ciencia.
<p>CARACTERÍSTICAS DE LA CIENCIA Y LOS CIENTÍFICOS</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Un científico ideal, busca la verdad, aunque esta no encaje con su modelo y así poder formular uno nuevo ➤ Las cualidades que hacían especial a Elizabeth Holmes son las que debería tener todo científico; saber expandirse y construir una red de personas que creían en sus ideales, esto es fundamental para el papel científico, pues con esto se pueden formar grandes equipos de investigación, la habilidad de comunicarse suele existir una imagen alrededor del científico como un inadaptable que tiene problemas con comunicarse con la sociedad. ➤ Un científico ideal debería de ser un apasionado por la ciencia o específicamente por lo que hace, por consecuencia también le debería apasionar transmitir sus conocimientos, resultados, observaciones o conclusiones obtenidas a lo largo de la investigación que realiza y es precisamente en estos dos procesos en donde la honestidad toma ese papel tan importante.

NOTICIAS FALSAS

- Esto ocurre debido al gran rezago educativo que tiene nuestro país, con este tipo de información falsa muchas personas pueden caer en el engaño y sufrir consecuencias significativas. Es importante para la comunidad científica desmentir este tipo de reportajes o publicaciones ya que nos encontramos bombardeados de mucha información y no todo es cierto.
- Cabe diferenciar entre una mala investigación y una investigación fraudulenta o mal intencionada, ya que podemos hallar bastante de ambas si circulamos por la red de internet.
- ¿Qué tan moral son las notas amarillistas, los encabezados tendenciosos y la deformación proveniente del periodismo científico? Es evidente que los títulos sensacionalistas son más atractivos, generan morbo y muchas veces las personas solo se quedan con la diminuta información que ese título les brinda.
- Hay que fijarse muy bien en el medio donde obtienes la información además de las fuentes de donde es obtenida.

AMBITO ESCOLAR

- En el día con día en las actividades académicas siendo honestos con las autorías de nuestros trabajos, la honestidad en nuestros exámenes y de nuestras investigaciones.
- El aceptar que una investigación o un experimento no salió como lo esperado trae mayores beneficios que cambiar los valores y asegurar un éxito donde no lo hay.
- Como físico experimental que aspiro a ser, es importante recalcar la honestidad de los datos que obtenga dado que en ellos se puede basar algún avance y mentir solo haría que la comunidad dejara de confiar en mí, más allá de eso la honestidad en cualquier ámbito laboral es necesaria.

DIVULGACIÓN

- Es necesario divulgar ciencia y aumentar el nivel educativo de nuestra sociedad, en el caso de la comunidad científica es de vital importancia tener valores éticos y morales.
- La divulgación científica debe buscar llegar a todos, de forma entendible y poco pretenciosa, así como mantener una ética sobre el desarrollo de esta.
- Para no creer en información falsa, lo que se puede hacer es tratar de que las personas que no son científicas entiendan un poco..., para que el día de mañana que les ofrezcan una solución maravillosa y revolucionaria puedan ser capaces de valorizar si es posible o no, por lo menos detenerse a preguntar a un experto en la materia. Para esto se puede impulsar la divulgación científica como posible solución al problema y que la ciencia deje de ser para un puñado de personas para ser cada vez más un tema universal en el conocimiento de la gente.

COVID 19

- Un fraude así en la presente situación, la pandemia que estamos viviendo sería devastador que se proponga una solución como una vacuna para el virus y resulte ser falso, de solo pensar en la persona capaz de hacerlo, veo que la humanidad no tiene límites frente a su ambición de poder, frente al egoísmo

- Incluso dentro de tiempos como los que se viven en 2020 se tienen que desarrollar vacunas que logren pasar todos los filtros de seguridad para poder detener la pandemia del virus Sars-COV-2.
- La recomendación de dióxido de cloro como medicamento milagro para tratar el COVID 19, promoviendo beneficios que científicos expertos han salido a desmentir y alertar que este compuesto es usado como desinfectante y para quienes lo toman funciona como placebo.

Aprendizajes esperados

Que se fortalezcan actitudes científicas en los estudiantes para que se autorregulen y antepongan el aprendizaje antes que la calificación, evitando realizar fraudes principalmente en estos momentos de confinamiento en el que se tiene cierto grado de libertad.

Que los estudiantes y profesores consideren que la enseñanza en valores es tan importante como la enseñanza de conceptos disciplinares.

Que con las reflexiones a las que lleguen los estudiantes y con ayuda del docente se puedan establecer “contratos didácticos” para el buen desarrollo de la clase. Por ejemplo, en estos momentos de clases en línea, el contrato didáctico puede incluir los lineamientos para la resolución de los exámenes en esta modalidad.

Referencias

Agazzi E, 1992, El bien, el mal y la ciencia. Las dimensiones éticas de la empresa científico-tecnológica. Edición y traducción a cargo de Ramón Queraltó, 1996. Editorial Teknos, Madrid España.

Blancas Hernández J. L., (Abril, 12, 2017) Mejorar la enseñanza de las ciencias: ¿Qué se puede hacer desde el currículo?, en <https://educacion.nexos.com.mx/?p=510>, consultado el 15 de febrero de 2021.

Castro B.M, Reis Neto M.T., Pena L. K., Ribeiro M.H. (2017). Valores: Una revisión de la literatura, en *Mediaciones Sociales*, 16, 211-229.

Pereira Hernández A. (2015), La educación científica en valores: una necesidad en el aula de ciencias naturales de secundaria, Trabajo fin de máster, Universidad Internacional de la Rioja, Facultad de Educación, Madrid España.

Real Academia de Español (RAE) <https://www.rae.es/drae2001/valor>, consultado el 1 de febrero de 2021.

Rueda Morales G, Pérez-Trejo L, González Álvarez L.M.G, Méndez Sánchez A.F, Miramontes Lira C.R., Díaz Valdez E. (2013), Estrategia basada en competencias para la construcción natural del conocimiento en un curso de física experimental, *Lat. Am. J. Phys. Educ.* vol. 7 No. 1



Investigación

**Revista Didáctica de las Ciencias
IV Jornadas Académicas
22 de Abril 2021**



Una aplicación del modelo de Rasch

Ramón Sebastián Salat Figols¹
rssalat@ipn.mx

Resumen

En este trabajo se aplica el modelo de Rasch para interpretar los resultados obtenidos por la aplicación de un examen de la materia de Simulación I, que se imparte en la Licenciatura en Ingeniería Matemática en la Escuela Superior de Física y Matemáticas. Se obtienen los parámetros del modelo mediante métodos numéricos y se interpretan los resultados. Se utiliza la prueba estadística de razón de verosimilitud para probar hipótesis acerca de los valores de los parámetros.

Palabras clave

Modelo de Rasch, teoría de respuesta al ítem, modelo latente.

Introducción

Existen tres tipos diferentes de escalas de medición para Psicología y Educación: Nominales, ordinales, de intervalo y de razón (Stevens, 1946). En las nominales simplemente se clasifican a los sujetos en clases disjuntas, a cada una de las cuales se les asigna un nombre. En las ordinales está definido un orden en el conjunto de los sujetos. En las escalas de intervalo se pueden comparar las diferencias como múltiplos de alguna unidad, pero no tienen un cero que tenga significado, o sea la definición de un cero es arbitraria. Finalmente, en las escalas de razón, las mediciones son comparables como múltiplos de una unidad.

El modelo de Rasch (Rasch, 1960), supone la existencia de dos variables latentes, es decir, variables que no se observan directamente en la realidad. Estas variables son las habilidades y conocimientos α de las personas y la dificultad de los reactivos β . En este modelo, la probabilidad de que la persona i resuelva el problema j es una función logística de $\alpha_i - \beta_j$. Los parámetros se obtienen maximizando la función de verosimilitud.

¹ Escuela Superior de Física y Matemáticas del Instituto Politécnico Nacional. Este trabajo se realizó con el apoyo de los sistemas de becas EDD y SIBE del Instituto Politécnico Nacional.

Marco Teórico

La medición en Psicología Educativa es un aspecto fundamental para sustentar la investigación educativa (Thorndike, 1904). El modelo de Rasch se enmarca en la teoría de respuesta al ítem, que trata de elaborar modelos probabilísticos para medir la habilidad y/o conocimiento de los sujetos para resolver un ítem. En este trabajo, se emplea el modelo de Rasch, que se describe a continuación.

Sea X_{ij} la variable aleatoria que vale 1 si el alumno i responde correctamente el problema j y p_{ij} la probabilidad de que el alumno i responda correctamente el problema j :

$$p_{ij} = P(X_{ij} = 1) \quad (1)$$

Si α_i es la capacidad para resolver problemas de la materia del alumno i y β_j es la dificultad del problema j , el desempeño del estudiante i en el problema j se supone dada por $\alpha_i - \beta_j$. De este modo, la diferencia en el desempeño del estudiante i en los problemas k y l es:

$$(\alpha_i - \beta_k) - (\alpha_i - \beta_l) = \beta_l - \beta_k \quad (2)$$

Que es independiente del estudiante i . Y la diferencia en el desempeño de los estudiantes k y l en el problema j ,

$$(\alpha_k - \beta_j) - (\alpha_l - \beta_j) = \alpha_k - \alpha_l \quad (3)$$

no depende del problema j .

En el modelo de Rasch se propone:

$$p_{ij} = \frac{e^{\alpha_i - \beta_j}}{1 + e^{\alpha_i - \beta_j}} \quad (4)$$

Es decir, la probabilidad de que el alumno i responda correctamente el problema j , p_{ij} es una función logística de la diferencia $\alpha_i - \beta_j$.

Si $X = (x_{ij})$ es la matriz de respuestas obtenida por la aplicación del examen, entonces la función de verosimilitud es:

$$L = \prod_{i=1}^n \prod_{j=1}^m p_{ij}^{x_{ij}} (1 - p_{ij})^{1-x_{ij}} \quad (5)$$

Se buscan los valores de los parámetros α_i y β_j que maximicen a la función de verosimilitud L . Sin embargo, hay que observar que si se suma una misma constante a los valores de α_i y β_j , el valor de L no cambia; esta es una propiedad del modelo

que establece el carácter de escala de intervalo (Burro, 2016). Por esta razón, se considera la restricción:

$$\sum_{i=1}^n \alpha_i = 0 \quad (6)$$

Uno de los supuestos del modelo de Rasch es la unidimensionalidad de la medición (Brentari y Golia, 2007).

Metodología

Para maximizar el valor de la función de verosimilitud, L , sujeto a la restricción (6), se utilizó la función *minimize* de la librería *scipy* (Virtanen, Gommers, Oliphant et al, 2020), por medio de un programa elaborado en lenguaje Python (Van Rossum y Drake, 2009). Para facilitar los cálculos, se minimizó $-\log(L)$, donde L está dado por (5), sujeto a la restricción dada por (6). En L , p_{ij} está dado por (4).

La matriz $X = (x_{ij})$, se obtuvo por la aplicación del examen a los estudiantes, x_{ij} vale 1 si el estudiante i respondió correctamente el problema j y 0, en caso contrario.

El examen se aplicó a un grupo de 41 alumnos que cursaban la materia de Simulación I en la carrera de Ingeniería Matemática en la Escuela Superior de Física y Matemáticas del Instituto Politécnico Nacional.

A continuación, se presenta el examen aplicado:

1. a) Estime por simulación, la integral $\int_0^1 \sqrt{1+x^4} dx$. b) Estimar el número de simulaciones necesarias para que la probabilidad de cometer un error mayor que 0.01 sea menor que 0.1. c) Use la técnica de variables antitéticas para reducir la varianza. ¿En qué porcentaje se redujo la varianza?
2. Considere la variable aleatoria $X = \text{Min} \{n | U_1 + U_2 + \dots + U_n > 1\}$ donde U_1, U_2, \dots son variables aleatorias independientes uniformemente distribuidas en $[0,1]$. a) Estime por simulación el valor esperado de X . b) Use la técnica de variables antitéticas para reducir la varianza. ¿En qué porcentaje se redujo la varianza?

El reactivo 1 en realidad es un ejercicio, en cambio el reactivo 2 puede considerarse como un problema. Esta diferenciación se sustenta en el hecho de que se habían resuelto ejercicios similares al reactivo 1 en clase, mientras que el reactivo 2 requiere del diseño y codificación de un programa que sea capaz de simular valores para la variable X y contiene una aplicación no trivial del método de variables antitéticas.

Resultados

La matriz de resultados de la aplicación del examen se muestra en la Tabla I. En este apartado, conviene incluir esquemas, tablas, redes, etc., con sus respectivas interpretaciones. Las tablas llevarán su número y título en la parte superior:

Tabla I. Resultados del primer examen.

Problema 1			Problema 2		
A	b	c	a	b	Frecuencia
1	1	1	0	0	17
1	1	1	1	0	8
1	1	1	1	1	12
1	1	1	0	1	3
1	0	1	0	1	1
41	40	41	20	16	41

Los valores de los parámetros encontrados al maximizar L se tienen en la Tabla II.

Tabla II. Parámetros del modelo.

Problema 1			Problema 2		
A	B	c	a	b	Valor de α_i
1	1	1	0	0	-41.72
1	1	1	1	0	-37.96
1	1	1	1	1	97.39
1	1	1	0	1	-37.96
1	0	1	0	1	-41.72
-59.47	-44.57	-59.47	-38.61	-37.31	Valores de β_j

Tal y como es de esperarse los parámetros obtenidos por los alumnos con las mismas respuestas son los mismos y para los problemas 1a y 1c, que los resolvieron todos los alumnos, les corresponde un mismo valor del parámetro. El problema 2b resultó el más difícil con un valor del parámetro -37.31; el siguiente problema de mayor dificultad fue el 2a. Los parámetros obtenidos para la dificultad de los problemas están en congruencia con el análisis previo del examen. Los alumnos con mayor calificación, esto es con mayor valor del parámetro α son aquellos que

resolvieron todos los problemas; el valor del parámetro α para ellos fue de 97.39. Y los estudiantes que fallaron en resolver dos problemas obtuvieron un valor de α de -41.72; este resultado también es congruente con lo que a priori puede pensarse. Una vez obtenidos los parámetros, pueden obtenerse los valores de p_{ij} .

Una ventaja de usar el modelo de Rasch es la posibilidad de realizar pruebas de hipótesis acerca de los valores de los parámetros, usando la técnica de prueba de razón de verosimilitud. Por ejemplo, se puede probar la hipótesis nula $H_0: \beta_1 = \beta_4$ contra la hipótesis alterna $H_1: \beta_1 \neq \beta_4$. Bajo H_0 , el cociente:

$$\lambda = -2 \log \left(\frac{\text{Sup}(L(\alpha, \beta | \beta_1 = \beta_4))}{\text{Sup}(L(\alpha, \beta))} \right)$$

Donde $\text{Sup}(L(\alpha, \beta | \beta_1 = \beta_4))$ es el supremo de los valores de L sujetos a la restricción $\beta_1 = \beta_4$. Baajo el supuesto de la hipótesis nula, λ sigue una distribución de χ^2 con 1 grado de libertad. Para los datos obtenidos por la aplicación del examen, se tiene $\lambda = 51.1$. El valor crítico para rechazar H_0 a un nivel de significancia de 0.01 es de 6.635. Como $\lambda = 51.1 > 6.635$, se rechaza la hipótesis nula $H_0: \beta_1 = \beta_4$ a un nivel de significancia del 0.01 (1 %). Por lo tanto, se puede asumir que $\beta_1 \neq \beta_4$. En otro ejemplo, se puede probar la hipótesis nula $H_0: \beta_3 = \beta_4$ contra la hipótesis alterna $H_1: \beta_3 \neq \beta_4$. En este caso, no se puede rechazar H_0 ni siquiera a un nivel de significancia del 0.1 (10 %), por lo tanto, los datos obtenidos por la aplicación del examen, no muestran evidencia de que los reactivos 3 y 4 tengan un nivel de dificultad diferente.

Del mismo modo, pueden probarse hipótesis acerca de que dos estudiantes específicos tengan asociado un mismo parámetro.

Conclusiones

La aplicación del modelo de Rasch permite interpretar resultados de la aplicación de un examen, en el marco de la teoría de respuesta al ítem, bajo el supuesto de una escala de medición unidimensional. Su aplicación implica el uso de métodos numéricos. Por el hecho de que el modelo de Rasch es un modelo de carácter probabilístico, permite la realización de pruebas de hipótesis, por ejemplo, acerca de la capacidad de discriminación de los problemas. Además, el modelo de Rasch da una idea de la incertidumbre en la medición x_{ij} ; cuando $\alpha_i \approx \beta_j$, $p_{ij} \approx 1/2$ y la incertidumbre será grande, por el contrario, cuando $abs(\alpha_i - \beta_j)$ sea grande, p_{ij} será cercano a 1 o a 0, y la incertidumbre en x_{ij} será pequeña (porque la varianza de X_{ij} será pequeña).

Si estamos interesados en la medición del aprovechamiento escolar en la materia que se está evaluando, la hipótesis de unidimensionalidad puede ser razonable, pero si estamos interesados en la medición de diferentes componentes de dicho aprovechamiento escolar, por ejemplo, conocimientos y habilidades, entonces se deberá emplear otro modelo.

Referencias

Brentari, E., & Golia, S. (2007). Unidimensionality in the Rasch model: how to detect and interpret. *Statistica*, 67, 253-261.

Burro, R. (2016). To be objective in Experimental Phenomenology: a Psychophysics application. SpringerPlus. 5-1720. Pág. 2-15.

Rasch, G. (1960). Probabilistic model for some intelligence and achievement tests. Copenhagen: Danish Institute for Educational Research.

Stevens, S (1946). On the Theory of Scales of Measurement. *Science, New Series*, Vol. 103, No. 2684, pp. 677-680 Vol. 103, No. 2684 (Jun. 7, 1946), Pág. 677-680.

Thorndike, E (1904). An introduction to the theory of mental and social measurements. New York. Science Press.

Van Rossum, G., & Drake, F. L. (2009). Python 3 Reference Manual. Scotts Valley, CA: CreateSpace.

Virtanen, P.; Gommers, R.; Oliphant, T.; et al. (2020) SciPy 1.0: Fundamental Algorithms for Scientific Computing in Python. *Nature Methods*, 17(3), Pág. 261-272.

Análisis de las competencias en una carrera de ingeniería física y su comparación con respecto al Proyecto Tuning América Latina

Arturo F. Méndez Sánchez¹, Leonor Pérez Trejo², Edith Cortez Martínez³
afmendezs@ipn.mx

Resumen

En este trabajo se realiza una comparación de las competencias en Física del proyecto Tuning América Latina con respecto a las competencias que son atendidas y realizadas en una carrera de ingeniería en física. Esta comparación se realiza a partir de cuestionarios que se aplican a estudiantes de la carrera de primero y segundo año, así como de la componente docente. De los cuestionarios se analizan cuáles son las competencias más atendidas y cuales las más realizadas. Se identificó cuales competencias persigue los atributos educativos de la carrera de ingeniería Física, así como las competencias más atendidas en dicha carrera.

Palabras clave

Competencias en Física, proyecto Tuning, ingeniería Física.

Introducción

En la actualidad, existen esfuerzos por buscar la compatibilidad, comparabilidad, competitividad entre las profesiones y es una de las ideas del proyecto Tuning Europa, pues permite la movilidad de profesionales entre diferentes países a través de este reconocimiento y sus competencias del egresado. En América Latina, existe también el proyecto Tuning (Beneitone, P, 2007), el cual sugiere la movilidad, pero, además, pone a la educación superior como un actor de mejora social con un rol protagónico ante los procesos que se construyen en la sociedad latina. Por ello, la educación en la ingeniería y en la Física en si misma debe anticiparse y adaptarse a este cambio, cambio que inclusive está emergiendo de manera natural en la 4ª revolución industrial y por ende en la educación 4.0 por la globalización de los

¹Depto. de Física, ESFM, Instituto Politécnico Nacional, CdMx, México.

²Depto. de Física, ESFM, Instituto Politécnico Nacional, CdMx, México.

³Depto. de Ciencias Básicas, ESIT, Instituto Politécnico Nacional, CdMx, México

mercados, esto requiere de planes curriculares actualizados y que estén ajustados a las necesidades de nuestra sociedad local y global.

En particular, la enseñanza de la física juega un papel muy importante dado que forma parte de las asignaturas que apoyan en la formación y desarrollo de las competencias genéricas a los estudiantes. Esta ciencia es una piedra angular en cualquier carrera profesional de ingeniería y por ello debe tomarse en cuenta la importancia que esta tiene especialmente en el diseño curricular, claro que en las carreras de física no solo es una piedra angular, si no el alma de la misma.

En el presente trabajo, se tiene el interés de analizar la carrera de la ingeniería Física, ya que es la única en México que se oferta como ingeniería y pertenece a la universidad autónoma metropolitana, mientras que el resto de las instituciones, ofrecen licenciatura Física o simplemente el título de Físico.

Marco Teórico

La Universidad Metropolitana

Esta universidad Metropolitana en su página web (UAM, 2018), definen al profesionista como: “El Ingeniero Físico es un interlocutor y un gestor que puede entender los avances teóricos y experimentales de la Física y los puede materializar en una aplicación o una innovación tecnológica o científica. El ingeniero físico, por su formación multidisciplinar, adquiere una visión amplia de las necesidades que hay en diversos campos del conocimiento en la ingeniería como son la metrología, la óptica, la hidráulica, los materiales, la instrumentación y el mantenimiento de equipos sofisticados”

Esta universidad ofrece tres perfiles curriculares en la opción de ingeniería física (Flores Moreno y Cardoso Cortés, 2020), a saber, energía, tecnología de materiales e instrumentación y equipo. Esta universidad ofrece ciclos trimestrales y tiene la peculiaridad de que tiene una trayectoria que considera un tronco de nivelación académica que puede acreditarse mediante exámenes o mediante el curso de unidades de Enseñanza y aprendizaje (UEA) que consideran un total de 14 créditos, un tronco general que consta de 125 créditos en UEA, un tronco básico profesional de 189 créditos, un tronco inter y multidisciplinar de 48 créditos, de los cuales 30 son de UEA obligatorias y 18 créditos de UEA optativas. Finalmente, un tronco de integración de 96 créditos que considera 21 créditos de UEA obligatorias, 45 créditos de UEA optativas de movilidad o científico técnicas y otras UEA optativas con un total de 75 créditos que considera asignaturas de movilidad, científico técnicas, tutoriales u otras. El plan de estudio considera cubrir un mínimo de 472

créditos mínimos en un tiempo de 4 años, con un promedio de 45 créditos de UEA por trimestre.

La misión de esta carrera considera: “Formar ingenieros capaces de gestionar y aplicar los principios básicos de la Física de manera innovadora a la solución de problemas específicos de la industria y de la sociedad. También son capaces de crear y adaptar tecnologías que le permitan a los sectores productivo, de servicios, educativo y de salud del país que resuelvan sus necesidades tecnológicas, principalmente, en las áreas de instrumentación y equipo electrónico, nuevas tecnologías de conversión de energía y desarrollo y aplicaciones de nuevos materiales en procesos industriales y de investigación básica.” (CBI UAM-Azc,).

Asimismo, también propone sus atributos educacionales, los cuales los establecen:

1. Identificar, formular y resolver problemas de ingeniería con base en los fundamentos de las ciencias básicas y los principios de la ingeniería.
2. Aplicar fundamentos de ciencias básicas e ingeniería para analizar y desarrollar procesos de diseño de ingeniería que resulten en proyectos que cumplen las necesidades especificadas.
3. Planear y realizar experimentación fundamentada en el método científico, aplicada a la ingeniería para el análisis y evaluación de proyectos.
4. Comunicarse efectivamente de forma oral y escrita con diferentes audiencias y empleando los distintos medios a su alcance.
5. Reconocer su responsabilidad ética y profesional en situaciones relevantes para la ingeniería y realizar juicios informados que consideren el impacto de las soluciones en los contextos social, ambiental y económico en los ámbitos local y global.
6. Adaptarse a las circunstancias cambiantes del ámbito profesional y a los avances del conocimiento, a través de la búsqueda, selección y uso de la información relevante para la gestión del conocimiento y autoaprendizaje.
7. Trabajar efectivamente en equipos disciplinarios o multidisciplinarios que establecen objetivos y metas, planean tareas, cumplen fechas límite, analizan riesgos e incertidumbre y evalúan resultados.” (CBI UAM-Azc,)

Estos atributos, hacen referencia de una manera muy marcada a las competencias que debe desarrollar durante su estadía un egresado de esta carrera y que van acorde con las competencias desarrolladas por el proyecto Tuning América Latina.

El modelo por competencias y el proyecto Tuning America Latina

El Aprendizaje Basado en Competencias requiere establecer las competencias que se consideran necesarias en el desarrollo y quehacer diario de las diversas profesiones. Como es de esperarse, estas competencias no pueden ser determinadas aisladamente por las universidades y requiere la participación activa de las entidades laborales y profesionales. A partir de la colaboración, se desarrolló una propuesta de competencias transversales o genéricas que intentan delimitar las competencias esenciales en las distintas profesiones para las que capacita y prepara la universidad, así como un conjunto de competencias disciplinares que son propias del quehacer de cada uno de las carreras.

El proyecto Tuning-América Latina inició un debate para identificar e intercambiar información y mejorar la colaboración entre instituciones de educación superior en esta región, para el desarrollo de la calidad, efectividad y transparencias. El inicio de dicho proyecto estuvo dado por la búsqueda de puntos comunes de referencia en las instituciones de América Latina, centrados en las competencias. El proyecto Tuning-América Latina tuvo cuatro líneas de trabajo (Beneitone, P., 2007):

- 1) Competencias (genéricas y específicas de las áreas temáticas);
- 2) Enfoques de enseñanza, aprendizaje y evaluación de estas competencias;
- 3) Créditos académicos;
- 4) Calidad de los programas.

El Proyecto Tuning en su apartado 4.6 aborda el área temática de Física. El reporte arroja como resultado la elaboración de competencias específicas para la disciplina, a saber, 22 competencias específicas. Estas competencias se obtuvieron a partir de los resultados obtenidos de aplicar encuestas a académicos, empleadores, estudiantes y graduados. Como consecuencia, el informe sistematiza las competencias proponiendo tres categorías de competencias: Competencias Cognitivas, Competencias Metodológicas y Competencias Laborales y Sociales. Las 22 competencias que fueron obtenidas como resultado de esta investigación se enlistan a continuación (Beneitone, P, 2007): “

1. Plantear, analizar y resolver problemas físicos, tanto teóricos como experimentales, mediante la utilización de métodos analíticos, experimentales o numéricos.

2. Construir modelos simplificados que describan una situación compleja, identificando sus elementos esenciales y efectuando las aproximaciones necesarias.
3. Utilizar o elaborar programas o sistemas de computación para el procesamiento de información, cálculo numérico, simulación de procesos físicos o control de experimentos.
4. Verificar y evaluar el ajuste de modelos a la realidad, identificando su dominio de validez.
5. Aplicar el conocimiento teórico de la Física en la realización e interpretación de experimentos.
6. Demostrar una comprensión profunda de los conceptos y principios fundamentales, tanto de la Física clásica como de la Física moderna.
7. Describir y explicar fenómenos naturales y procesos tecnológicos en términos de conceptos, principios y teorías Físicas.
8. Desarrollar argumentaciones válidas en el ámbito de la Física, identificando hipótesis y conclusiones.
9. Sintetizar soluciones particulares, extendiéndolas hacia principios, leyes o teorías más generales.
10. Percibir las analogías entre situaciones aparentemente diversas, utilizando soluciones conocidas en la resolución de problemas nuevos.
11. Estimar el orden de magnitud de cantidades mensurables para interpretar fenómenos diversos.
12. Demostrar destrezas experimentales y uso de métodos adecuados de trabajo en el laboratorio.
13. Participar en actividades profesionales relacionadas con tecnologías de alto nivel, sea en el laboratorio o en la industria.
14. Participar en asesorías y elaboración de propuestas en ciencia y tecnología en temas con impacto económico y social en el ámbito nacional.
15. Actuar con responsabilidad y ética profesional, manifestando conciencia social de solidaridad, justicia, y respeto por el ambiente.
16. Demostrar hábitos de trabajo necesarios para el desarrollo de la profesión, tales como el trabajo en equipo, el rigor científico, el autoaprendizaje y la persistencia.

17. Buscar, interpretar y utilizar información científica.
18. Comunicar conceptos y resultados científicos en lenguaje oral y escrito ante sus pares, y en situaciones de enseñanza y de divulgación.
19. Participar en la elaboración y desarrollo de proyectos de investigación en física o interdisciplinarios.
20. Demostrar disposición para enfrentar nuevos problemas en otros campos, utilizando sus habilidades y conocimientos específicos.
21. Conocer y comprender el desarrollo conceptual de la física en términos históricos y epistemológicos.
22. Conocer los aspectos relevantes del proceso de enseñanza-aprendizaje de la física, y demostrar disposición para colaborar en la formación de científicos.”

Una actividad en particular que se hizo en el Informe Tuning en la sección de programas de física fue la división en tres categorías para las competencias propuestas; esta división se muestra en seguida con el número que las identifica:

1. Competencias cognitivas: 6, 7, 17, 21 y 22.
2. Competencias metodológicas: sistémicas (1, 3, 4, 5, 8, 9, 10, y 11) e instrumentales (2 y 12).
3. Competencias laborales-sociales: 13, 14, 15, 16, 18, 19 y 20.

Metodología

Son tres grupos que fueron analizados de la universidad metropolitana de la ciudad de México. El primer grupo (A) con una muestra de 109 alumnos, considera una muestra estudiada de alumnos que pertenece al primer año escolar de la universidad, en donde se tiene el tronco de nivelación académica y el general principalmente y que además, se comparte con diversas carreras de ingeniería tales como, civil, computación, eléctrica, electrónica, física, industrial mecánica. El segundo grupo (B) con una muestra de 25 participantes considera alumnos del 2º año que corresponde al tronco básico profesional, el inter y multidisciplinar que corresponde a las UEA disciplinares. Mientras que el tercer grupo (C) con una muestra de 9, considera la componente académica de la planta docente, que como expertos exponen y dan sus opiniones.

A cada uno de los grupos bajo estudio se les solicitó mediante un cuestionario que respondiera a cuál competencia consideraba que era más importante y cual la

competencia más atendida a partir de elegir las 22 competencias que pertenecen al proyecto Tuning América Latina.

Resultados

Los resultados obtenidos a partir de las encuestas para el grupo A, B y C se muestran en las Figura 1, 2 y 3 respectivamente. En donde se muestran en un color las competencias que eligieron como las más importantes y en otro color como las más atendidas.

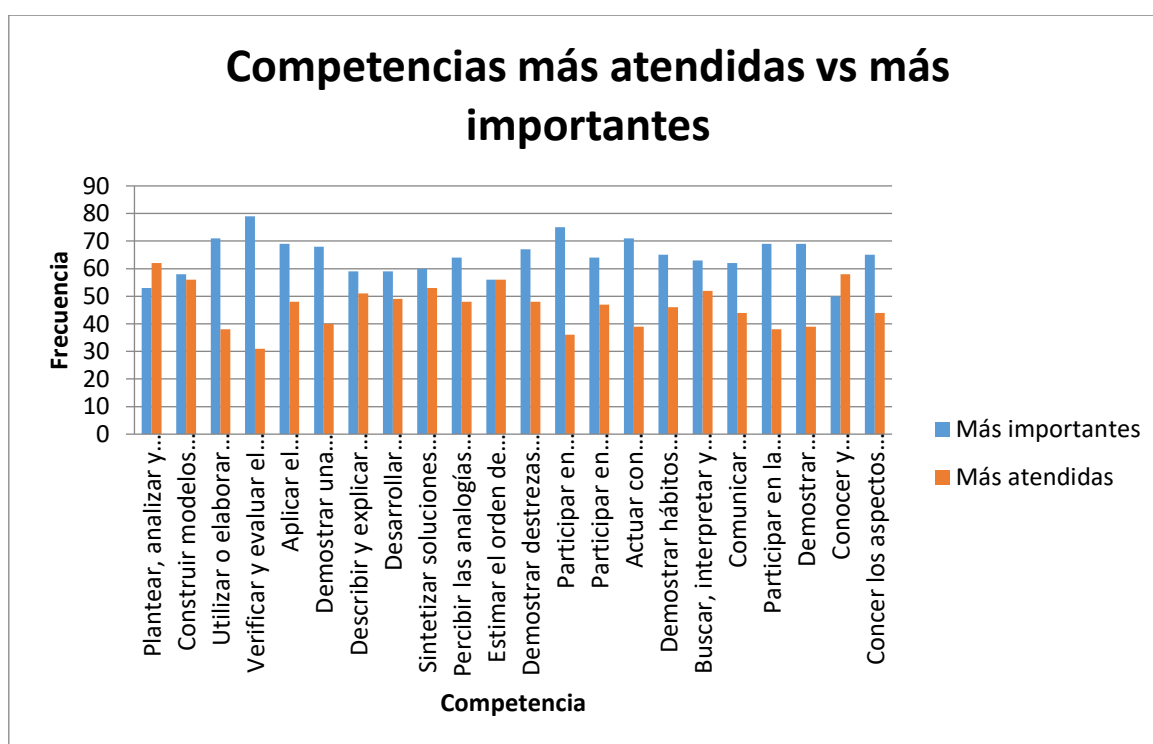


Fig. 1 Resultados de encuestas de los alumnos del primer año de la UAM grupo A

Como puede verse, en la Figura 1 que corresponde al grupo A, la competencia 4 (Verificar y evaluar el ajuste de modelos a la realidad, identificando su dominio de validez.) fue elegida con una frecuencia de 79, seguida por la competencia 13 (Participar en actividades profesionales relacionadas con tecnologías de alto nivel, sea en el laboratorio o en la industria) con una frecuencia de 75 que fueron elegidas como las más importantes, lo cual muestra la identificación del alumnado con la ingeniería y su apoyo a la industria y es reflejo de que es clara la importancia de las competencias metodológicas y las laborales y sociales. Mientras que en la elección

de la competencia más atendida resaltan la competencia 1 (Plantear, analizar y resolver problemas físicos, tanto teóricos como experimentales, mediante la utilización de métodos analíticos, experimentales o numéricos), seguida por la competencia 21 (Conocer y comprender el desarrollo conceptual de la física en términos históricos y epistemológicos).

Es de mencionar que es de esperarse que la competencia 1 sea la más realizada, ya que esta engloba las actividades del quehacer profesional en la física y pertenecen a los objetivos que se pretenden alcanzar en el tronco general, además corresponde a la familia de competencias metodológicas. Mientras que la competencia 21 que corresponde a las competencias cognitivas resalta porque los alumnos reconocen la importancia de los aspectos históricos lo cual está en acorde con el tronco de nivelación académica de la carrera, ya que es probablemente es consecuencia de las UEA que consideran. También, se puede ver en la gráfica que algunas competencias están equilibradas, ya que la frecuencia es la misma para algunas competencias que se consideran importantes y que también se están atendiendo. En este caso son las competencias 2 y 11. Estas competencias corresponden a las competencias metodológicas instrumentales y sistémicas respectivamente.

En la Figura 2 que corresponde al grupo B, la competencia 20 (Demostrar disposición para enfrentar nuevos problemas en otros campos, utilizando sus habilidades y conocimientos específicos) fue elegida con una frecuencia de 20, seguida por la competencia 18 (Comunicar conceptos y resultados científicos en lenguaje oral y escrito ante sus pares, y en situaciones de enseñanza y de divulgación) con una frecuencia de 18 que fueron elegidas como las más importantes, lo cual muestra la identificación del alumnado con la ingeniería y se muestra una componente laboral-social. Mientras que respecto a de la competencia más atendida resaltan la competencia 8 (Desarrollar argumentaciones válidas en el ámbito de la Física, identificando hipótesis y conclusiones), seguida por la competencia 11 (Estimar el orden de magnitud de cantidades mensurables para interpretar fenómenos diversos).

En contraste, uno esperaría que la competencia 1 sea la más realizada como se mencionó anteriormente. Sin embargo, en este punto los estudiantes reconocen la importancia de las competencias metodológicas. Asimismo, en el gráfico se pueden ver que algunas competencias equilibradas donde tuvieron la misma frecuencia tanto las más importantes y las más realizadas, las cuales fueron las competencias 5, 8 y 17, la primera corresponde a las competencias cognitivas, mientras que las otras corresponden a las competencias metodológicas sistémicas

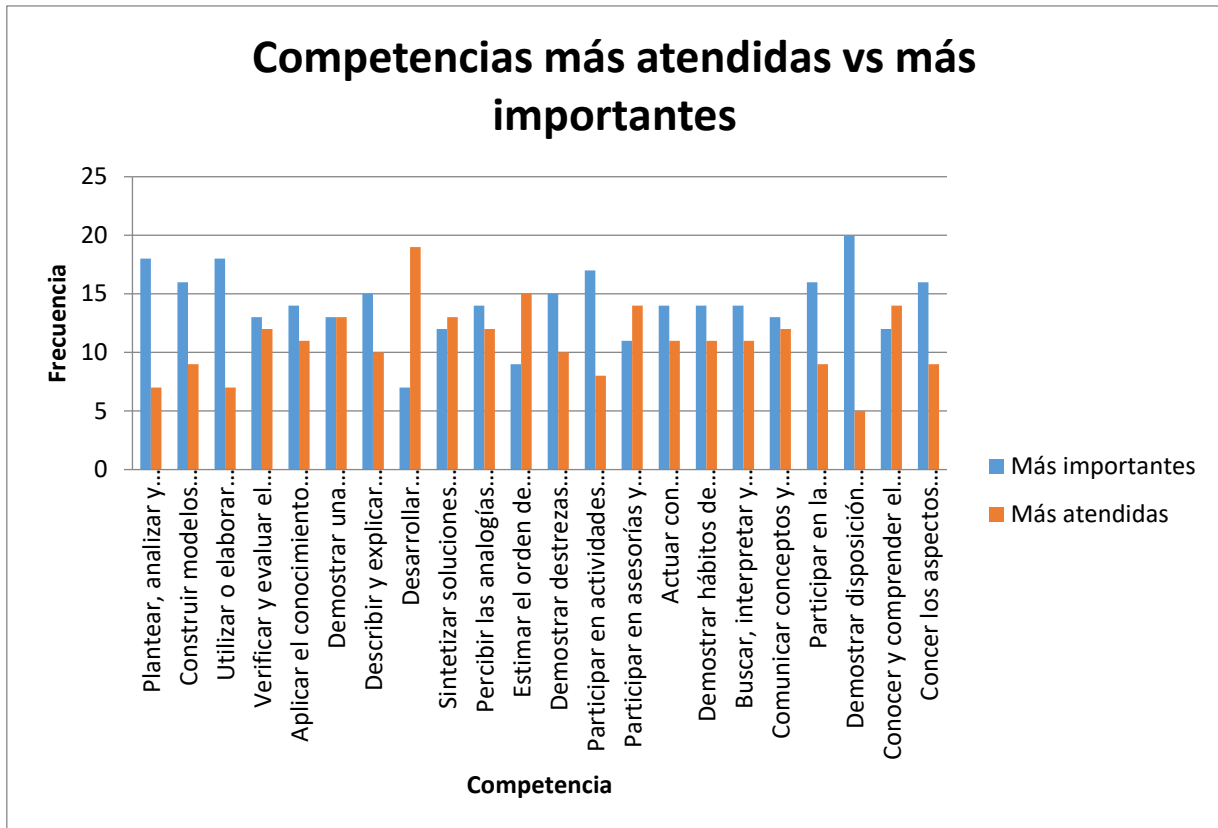


Figura 2 Resultados de encuestas de los alumnos del segundo año de la carrera de ingeniería física

En la figura 3 que corresponde al grupo C, la competencia 22 (Conocer los aspectos relevantes del proceso de enseñanza-aprendizaje de la física, y demostrar disposición para colaborar en la formación de científicos) fue elegida con una frecuencia de 8, seguida por las competencias 4,6,17,15, con una frecuencia de 7, las cuales son:

- 4. Verificar y evaluar el ajuste de modelos a la realidad, identificando su dominio de validez.
- 6. Demostrar una comprensión profunda de los conceptos y principios fundamentales, tanto de la Física clásica como de la Física moderna.
- 15. Actuar con responsabilidad y ética profesional, manifestando conciencia social de solidaridad, justicia, y respeto por el ambiente.
- 17. Buscar, interpretar y utilizar información científica.

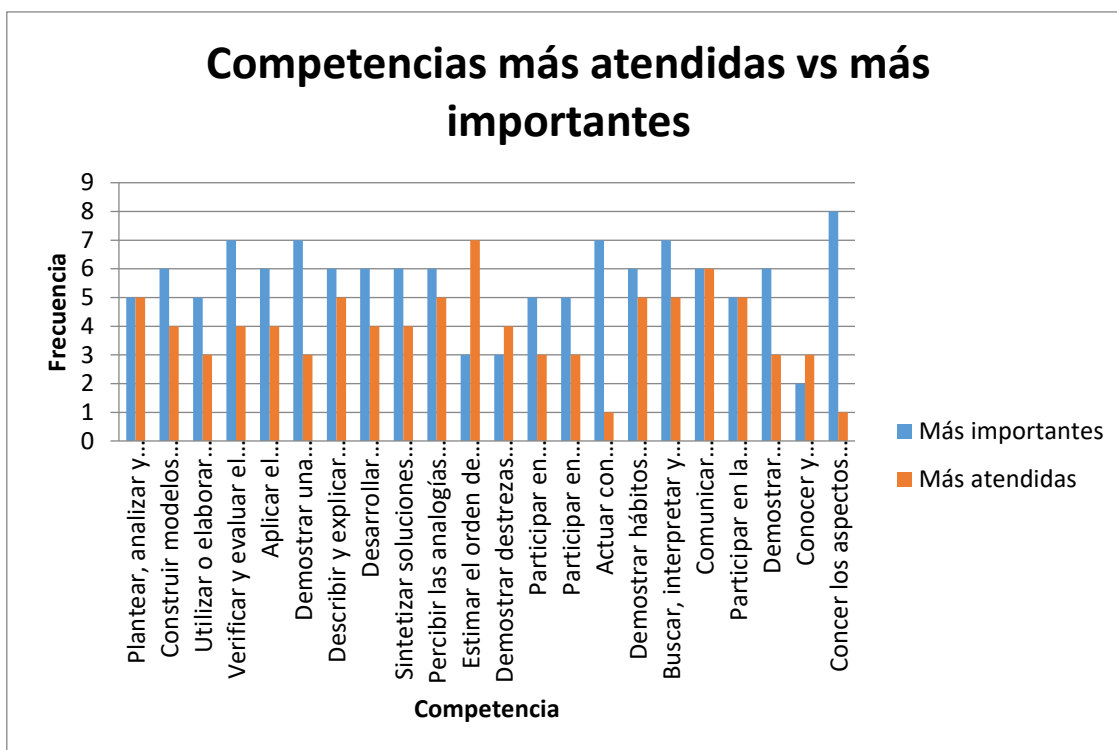


Figura 3 Resultados de encuestas a los docentes de la carrera de ingeniería física

Esto muestra que los profesores de inicio resaltan la importancia de las competencias cognitivas (la número 22 entre otras) seguido de una secuencia de competencias que abarca tanto las cognitivas, las metodológicas sistémicas y las laborales-sociales. Es decir, de alguna manera busca la formación integral del egresado, cosa que no en todas las carreras del país es evidente. En su contraparte, respecto a la competencia más atendida resaltan la competencia 11 (Estimar el orden de magnitud de cantidades mensurables para interpretar fenómenos diversos), seguida por la competencia 18 (Comunicar conceptos y resultados científicos en lenguaje oral y escrito ante sus pares, y en situaciones de enseñanza y de divulgación).

También uno esperaría que la competencia 1 fuera la más realizada por contener el principal quehacer del físico. Sin embargo, en este punto los docentes reconocen y refuerzan como ejemplo de validación junto como los alumnos del 2º año que la competencia metodológica No 11 es la más atendida. Pero además, la importancia de las competencias de tipo laboral-social. Del mismo modo, se puede ver en la gráfica que algunas competencias están equilibradas, ya que la frecuencia es la misma para algunas competencias que se consideran importantes y también se consideran que se están atendiendo. Estas son las competencias 1,18 y 19. La competencia 1 como ya se dijo, engloba totalmente el quehacer del físico y

corresponde a las competencias metodológicas sistémicas, mientras que las últimas corresponden a las competencias laborales-sociales.

También, es posible comparar los atributos educacionales de la carrera de ingeniería física con las competencias del proyecto Tuning, En este caso, en la Tabla 1 se identifican cuales atributos corresponden a las competencias

Tabla I. Comparación de los atributos educacionales con respecto a las competencias del proyecto Tuning.

Atributo educacional de la carrera de ingeniería Física	Competencias correspondientes del proyecto Tuning
1	1
2	Ninguna
3	1
4	18
5	15
6	16, 20
7	19

Al compararlos se pudo identificar que los atributos educacionales con las competencias del proyecto Tuning. Es de evidenciar que el atributo 2 no tuvo ninguna correspondencia con el proyecto Tuning pues corresponde al desarrollo de procesos en ingeniería. Al compara estos resultados con los encontrados en las encuestas se puede ver que las competencias 20, 18 fueron identificadas por el grupo B como las más importantes, mientras que el grupo C identificó como una de las más importantes la competencia 15, lo cual refleja que los objetivos educacionales de alguna manera se empiezan a cubrir, mientras que las competencias 18 y19 se identifican en el grupo C como las equilibradas, es decir que son importantes y de igual manera se están atendiendo. Del mismo modo, el grupo A identificó que la competencia 1 se atiende y ésta está incluida en los atributos educacionales. Ramírez y autores (Ramírez et. al., 2013), realizan una jerarquización de competencias específicas en una escuela superior de Física y matemáticas del IPN-México y a partir de su análisis, propone una secuencia jerárquica de las 7 competencias más importantes del proyecto Tuning, a saber, las competencias, 16, 20, 15, 4, 1, 2, 7 y 6. Es de hacer notar que éstas competencias seleccionadas por estos autores, son coincidentes con las competencias

identificadas en los atributos educacionales de la carrera de ingeniería Física en su mayoría pues son comunes las competencias, 1, 15, 16 y 20.

Conclusiones

A partir del análisis de cuestionarios sobre las competencias más atendidas y más realizadas, tomando como base las competencias en física del proyecto Tuning América Latina, a 3 grupos de la carrera de ingeniería Física, dos grupos de estudiantes; uno de primer año y otro de segundo año de la carrera y aun tercer grupo que es el cuerpo docente de la carrera. Se lograron identificar las competencias más importantes y las más atendidas en estos grupos. De estas competencias obtenidas, lo cual está en buen acuerdo con el avance en su trayectoria escolar de los estudiantes. Asimismo, se identificaron y compararon las similitudes entre los atributos educativos de la carrera con las competencias genéricas del Tuning, lográndose identificar los puntos de coincidencia y la diferencia, ya que al ser esta carrera una ingeniería, se encontró que un atributo no puede ser explicitado por las competencias del proyecto Tuning.

Referencias

Beneitone, P. Reflexiones y perspectivas de la educación superior en América Latina, Informe Final Proyecto Tuning para América Latina 2004-2007, (Publicaciones de la Universidad de Deusto, Bilbao, 2007)

CBI UAM-Azc, *Licenciatura en ingeniería Física*, recuperado el 20 de enero de 2021 de http://cbi.azc.uam.mx/?page_id=31

Flores Moreno J. L. y Cardoso Cortés J. L. (enero de 2020), *Boligrama de ingeniería física*, recuperado el 20 de enero de 2021 de https://dcbi.azc.uam.mx/media/Licenciaturas/boligramas/boligrama_ingFisica.pdf

Ramírez M. H., Méndez-Sánchez A. F., Pérez-Trejo L. (2013), Olvera-Aldana M. Jerarquización de competencias específicas en el programa de Física de la Escuela Superior de Física y Matemáticas del IPN-México utilizando la matriz de Morganov-Heredia, *Formación universitaria*, vol. 6(5), 21-28.

UAM, universidad autónoma metropolitana (20 de enero de 2021), *Ingeniería Física*, <http://ingfisica.azc.uam.mx/>

¿Belleza en las matemáticas? Cómo alumnos de ciencias perciben la belleza de las artes y de las matemáticas

Daniela Andrés Estrada¹
Luz María de Guadalupe González Álvarez²
daniela_andrese@yahoo.com

Resumen

Este trabajo muestra el avance de una investigación sobre la forma en la que estudiantes universitarios de física y matemáticas perciben la belleza de las matemáticas. Motivada por mejorar el proceso de formación profesional en ciencias, la investigación busca identificar los valores estéticos que dichos alumnos aprecian en las matemáticas. Un enfoque cualitativo y descriptivo para el desarrollo de la investigación, un cuestionario abierto aplicado a alumnos de la escuela, y una serie de redes sistémicas con las que se analizó la información recabada, fueron los elementos elegidos para responder al objetivo establecido. Se presenta aquí una comparación entre dos de las redes. En ellas se exponen elementos que, de acuerdo con los informantes, aportan belleza a las artes y a las matemáticas, y se destacan las semejanzas y diferencias de los criterios considerados.

Palabras clave

Percepción, belleza, artes, matemáticas.

Introducción

Un objetivo de la mayoría de las escuelas es mejorar el aprendizaje de sus estudiantes. Para lograrlo, es necesario identificar y conocer a fondo los factores involucrados en esa mejora y, a partir de ello, crear, adaptar e implementar métodos de enseñanza y secuencias didácticas en los cursos impartidos. Ejemplos de esos factores que ya han sido estudiados a nivel superior son la metacognición (Ibarra, 2018), la percepción (Castañeda, 2019) y la creatividad (González, 2016). Sobre la motivación, Alves (1957) asegura que, a cualquier nivel educativo, *“Motivar es despertar el interés y la atención de los alumnos por los valores contenidos en la*

¹ Escuela Superior de Física y Matemáticas- IPN

² Escuela Superior de Física y Matemáticas- IPN

materia, excitando en ellos el interés de aprenderla, el gusto de estudiarla y la satisfacción de cumplir las tareas que exige.”

En matemáticas, uno de esos valores es la belleza. Chandrasekhar, S. (1987) y De Guzmán (2003) presentan “testimonios” de matemáticos de renombre como Poincaré, Russel, Hardy y Weierstrass, acerca de su sensibilidad frente al valor de la belleza que las matemáticas poseen. Existen también estudios cuantitativos que han trabajado con matemáticos profesionales cuyo objetivo es mostrar como varía la percepción de la belleza (Zeki et al., 2018). Gómez-Chacón (2005), por su parte, enlista y explica varios valores de las matemáticas, como el racionalismo, el “objetismo”, el sentimiento de seguridad y control, y resalta la importancia del valor de la belleza en la resolución de problemas.

Con respecto a la educación, Dreyfus y Eisenberg (1986) concluyeron a partir de sus investigaciones que el alumno universitario es incapaz de apreciar belleza en las matemáticas tal y como lo hacen los matemáticos expertos. Sinclair (2003) discrepó con ellos, mostrando que la forma en la que un alumno percibe belleza en las matemáticas es diferente a la de un matemático profesional.

Partiendo de esto, surgió la inquietud de saber si la percepción de la belleza, valor estético, influye en la formación de matemáticos expertos. Para saberlo, es necesario conocer primero la forma en la que estudiantes de ciencias perciben dicha belleza. Apoyarse en la belleza de las artes resulta conveniente para comenzar con la identificación de los elementos que dichos estudiantes consideran como propiedades estéticas de las matemáticas, puesto que, hasta ahora, la asociación entre belleza y arte se ha expuesto con mayor frecuencia y accesibilidad que la relación entre belleza y matemáticas. Este trabajo buscó identificar los elementos bellos de las matemáticas según el criterio de estudiantes de ciencias, a través de la comparación con los elementos bellos de las artes, comenzar con la caracterización de la percepción de la belleza de las matemáticas de acuerdo con dichos estudiantes.

El estudio se elaboró bajo una metodología de investigación cualitativa y un enfoque fenomenológico. Se aplicó un cuestionario abierto a la muestra establecida en el cual aparecen las dos preguntas de interés para el objetivo de este trabajo, cuyas respuestas fueron analizadas y organizadas con un par de redes sistémicas. Gracias a este método, quedaron expuestos los elementos que, de acuerdo con los informantes, aportan belleza a las artes y a las matemáticas. Posteriormente, mediante una comparación entre las redes, se mostraron explícitamente las semejanzas y diferencias que existen en los criterios tomados en cuenta para determinar la presencia de belleza en cada una de las áreas según la percepción de los alumnos.

En las secciones que se presentan a continuación, se detalla el desarrollo de este estudio.

Marco Teórico

Con el fin de tener una mejor comprensión del fenómeno aquí presentado, se proporcionan en esta sección definiciones y explicaciones sobre teorías cuyo uso fue relevante en el desarrollo del presente trabajo.

Percepción

La percepción es el análisis interpretativo de un conjunto de datos a partir del cual el sujeto obtiene información. Se trata de la aprehensión de un objeto o situación objetiva, llamado dato sensorial. (Gisper, 2003).

El proceso de la percepción puede dividirse en dos estadios (Audi, 1999): el de objetos o eventos para el cual no es necesario un conocimiento previo sobre lo que se aprecia, y el de hechos relacionados con tales objetos, para el que sí es necesario un conocimiento previo sobre las teorías y conceptos involucrados en el hecho que se percibe. Las teorías causales de la percepción, además de ser la afirmación de que los objetos físicos que percibimos causan experiencias y creencias, es la afirmación de que esa relación causal es parte esencial de la percepción. Por otra parte, dicha aprehensión puede ser inmediata o mediata dependiendo de la corriente filosófica (realista o idealista) bajo la cual se caracterice. El realismo perceptual se divide en dos: realismo directo y realismo descriptivo. A pesar de que están de acuerdo con la existencia independiente de objetos y con la teoría causal de la percepción -los objetos físicos provocan experiencias en el perceptor- difieren en que, para el directo, no se es consciente de los datos sensoriales generados cuando se percibe un objeto, así como tampoco se interpreta la experiencia y, más aún, el tipo de objeto que se aprehende es externo y no interno (imagen mental) como en el caso del realismo representativo.

Belleza

Diccionarios no especializados, como el de la Real Academia Española (2019), definen la belleza como la “cualidad de lo bello”, explicado por el mismo diccionario como un adjetivo “que, por la perfección de sus formas, complace a la vista o al oído y, [entonces], al espíritu.” (Real Academia Española, 2019). Sin embargo, es una definición que ignora el tipo de percepción de aquel que califica algo como bello.

Para tener una definición más detallada, es necesario adentrarse en la disciplina filosófica que estudia la belleza, es decir, la estética. Esta toma en cuenta los puntos

de vista de quien define la belleza: objetiva o subjetiva (Adorno, 1970). De acuerdo con Ward (2009), para el objetivista simple, esta cualidad es determinada únicamente por las características de un objeto, lugar o situación. La belleza es independiente de los sentimientos de cualquier espectador. Así, si una persona juzga un elemento como bello, entonces todos deberían juzgarlo de esa forma. A esta idea, se opone el subjetivista simple quien afirma que el placer o disgusto que le provoca la percepción de las características de un objeto es lo único que determina la presencia de belleza. Si, además de eso, toma en cuenta estándares acordados por la coincidencia del juicio de una mayoría o, bien, de conocedores de ciertas cualidades de los objetos, se le conoce como subjetivista sofisticado. El objetivismo sofisticado, comenzado por Kant, reconoce también la influencia de los sentimientos en el juicio de belleza (Levinson, 2009), sin embargo, lo atribuye a los límites que los individuos imponen a la imaginación, percibiendo un mismo objeto de distinta forma y difiriendo sobre la belleza de un objeto aun fundamentando su juicio en ciertos criterios idénticos.

Lo invariante en todas esas visiones es que la presencia de propiedades estéticas en un ente es la que crea un valor estético en él, es decir, quien le hace acreedor de belleza. Esas propiedades podrían ser enlistadas como lo propone Goldman (2009):

- De valor puro: ser bello, sublime, feo;
- Formales: ser equilibrado, elegante, simétrico;
- Emocionales: estar triste, alegre, enojado;
- De comportamiento: ser atrevido, lento;
- Evocativas: ser poderoso, aburrido, divertido;
- Representativas: distorsionado, realista;
- Perceptivas de segundo orden: ser vivo (dicho de colores o tonos);
- Históricamente relacionadas: ser original, innovador, derivarse de algo.

Cabe resaltar que cada una de ellas será válida o no según la tendencia por uno de los puntos de vista presentados.

Metodología

Este estudio fue enmarcado por la metodología de una investigación cualitativa. Se consideró como la más apropiada para desarrollar el trabajo, ya que con ella se obtiene profundidad (detalles) en los datos, riqueza interpretativa y contextualización del entorno (Hernández et al., 2014). Tomando en cuenta que el objetivo se enfoca en los significados que los participantes del estudio tienen acerca

de un fenómeno, se trabajó bajo un enfoque fenomenológico y se siguió un diseño constructivista (Aja et al. 1999).

Participantes y contexto

Los individuos con los que se trabajaría se determinaron según el tipo de muestra orientada a la investigación cualitativa llamada homogénea (Hernández et al., 2014), considerando como característica principal ser estudiante de ciencias.

La muestra estuvo conformada por 45 alumnos de una licenciatura en física y matemáticas, la cual se oferta en una escuela de nivel superior dedicada al estudio de dichas ciencias. Los informantes cursan (o cursaron, para aquellos que ya egresaron) materias de los ocho semestres que conforman la licenciatura. Para proteger su anonimato, se identificaron por medio de un código como se sugiere en (McMillan y Schumacher, 2010). Dicho código fue compuesto por dos letras y un número "XXX".

La primera letra indica si se trata de un alumno de nuevo ingreso (N) o, bien, de semestres avanzados (I).

Una característica particular de esta licenciatura es que, a partir del cuarto semestre, debe elegirse una de cuatro opciones propuestas como especialización: física, matemáticas, ingeniería nuclear y matemáticas educativas. Esta característica es indicada en la segunda entrada con las letras F, M, N o E, respectivamente. Para aquellos alumnos inscritos en un semestre posterior al tercero, se precisó la opción por la que han optado, mientras que en el caso de los de nuevo ingreso, se indicó la opción que, por el momento, planean elegir.

El número final del código representa el número de alumno encuestado según se tratase de un estudiante de nuevo ingreso o de semestres avanzados.

La participación de los informantes consistió en contestar una serie de preguntas planteadas en un cuestionario. Este fue aplicado de forma grupal (tres grupos diferentes) con una duración aproximada de una hora y media.

Instrumentos para la toma y análisis de datos

El instrumento que se utilizó para la toma de datos fue el cuestionario. Se optó por uno abierto, siguiendo el diseño constructivista, ya que con él es posible obtener respuestas detalladas sobre lo que se desea conocer (Hernández et al., 2014).

Para conocer la percepción que los alumnos de ciencias tienen de la belleza de las matemáticas, resultó interesante averiguar desde un inicio si son sensibles a tal percepción en otros ámbitos donde, en general, el tema es más familiar y, en el caso positivo, la forma en la que la aprecian. Se planteó entonces una primera pregunta

en la que se pedía a los alumnos elegir el arte de su preferencia de una lista propuesta, y precisar qué elementos bellos apreciaban en esa opción. Después, se cuestionó directamente sobre los elementos bellos de las matemáticas. Con esta estrategia, se buscó también contextualizar al participante.

En la figura 1 se muestran las preguntas planteadas dentro del cuestionario y estudiadas en este trabajo.

2. Elige una de las siguientes opciones y enciérrala en un círculo:

	Danza	Actuación
Pintura		Poesía
	Fotografía	Escultura
		Música

b. ¿Qué elementos de esa opción consideras bellos?

3. ¿Qué elementos de las matemáticas consideras bellos y por qué?

Fig. 1. Preguntas del cuestionario cuyo estudio de sus respuestas se presentan en este trabajo.

Las respuestas obtenidas fueron organizadas y analizadas mediante dos redes sistémicas (Sanmartí, 1993), que, posteriormente, fueron comparadas entre sí. Se determinaron los aspectos más importantes de la investigación y se nombraron mediante etiquetas creadas según la interpretación de respuestas. Para profundizar, la información se dividió en categorías y en subcategorías que fueron conformando varios sistemas. Debido a la relación entre los elementos de cada categoría se recurrió al uso de llaves y barras. Se colocó un símbolo de “reclusión” (una flecha circular) delante de los sistemas que contenían información dada por el mismo informante y que fue separada en diferentes términos.

Resultados

A partir de las respuestas recabadas durante la aplicación del cuestionario, se crearon dos redes sistémicas que se presentan a continuación. Ambas están seguidas de la explicación de su construcción y de su análisis.

Se podrá observar que, al lado de los códigos de los participantes, se indicó entre paréntesis el arte que habían seleccionado con las letras siguientes:

- Pi: Pintura;
- D: Danza;
- F: Fotografía;
- Po: Poesía;
- A: Actuación;
- E: Escultura;
- M: Música.
-

1ª red sistémica:

Las respuestas dadas en la pregunta 2 de la Figura 1, dieron lugar al primer sistema conformado por siete categorías (ver Figura 2). Para dar mejor legibilidad al texto, cada categoría de este primer sistema será presentada por separado con sus respectivas subcategorías.

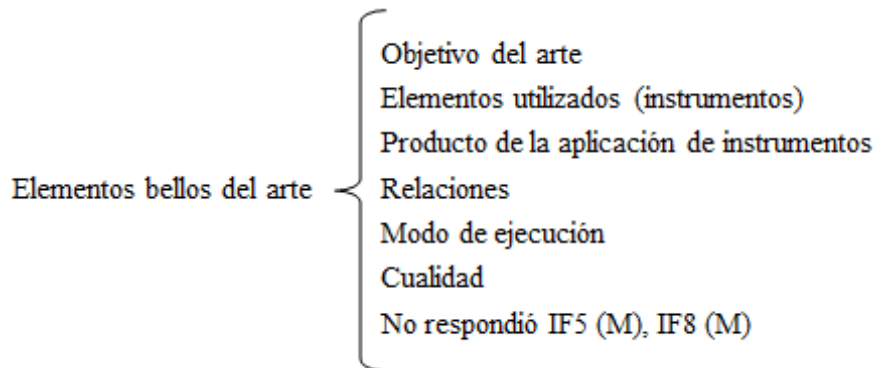


Fig. 2. Red sistémica: Elementos bellos del arte

Dos participantes interpretaron la pregunta de tal forma que, para responder, enlistaron las opciones de artes propuestas en la pregunta 2. Se consideró entonces que no respondieron lo solicitado dando lugar a la última categoría de esta red.

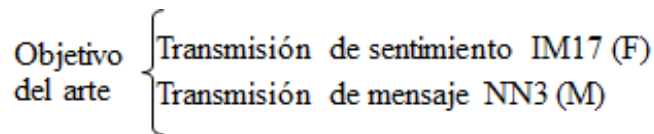


Figura 3. 1ª categoría de la primera red sistémica

El objetivo del arte fue mencionado por dos de los participantes. Estos atribuyeron valor a la transmisión de un elemento.

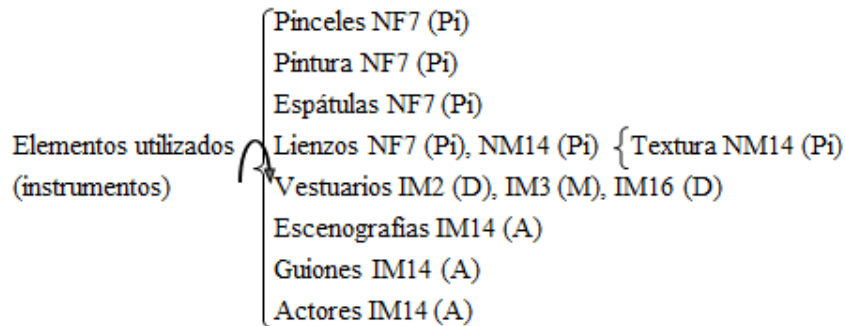


Figura 4. 2ª categoría de la primera red sistémica.

Los informantes consideraron que algunos instrumentos utilizados en cada tipo de arte poseen belleza. Todos estos instrumentos son tangibles, por lo que, en esta sección, puede deducirse que la percepción de la belleza está relacionada con la apreciación de un valor por medio de los sentidos, concretamente a la vista y al tacto.

En esta subcategoría (Figura 5), se reflejan los resultados de la aplicación de instrumentos, algunos expuestos anteriormente, que corresponden a las artes seleccionadas. En este caso, están presentes elementos materiales e inmateriales. Algunos de ellos pueden ser apreciados mediante los sentidos; además de la vista y del tacto, el oído destaca esta vez siendo la subcategoría que más elementos contiene. No es posible afirmar que la percepción de la belleza mediante el oído tenga un mayor valor. En este caso, la cantidad de elementos en cada categoría fue resultado de la preferencia por la opción “Música” entre los participantes. Este hecho puede deberse a la accesibilidad que se tiene para consumir este tipo de arte.

Esta categoría muestra que los informantes valorizan la relación que el arte puede tener con otro ente. Con respecto a los instrumentos, lo que posee belleza es la combinación del uso de varios de ellos o de más de un resultado de su aplicación como la composición de colores y formas.

De la relación entre el arte y una persona, fue posible crear dos subcategorías: “artista” y “consumidor del arte”, este último debe entenderse como aquel que percibe la ejecución o el producto del arte. Por un lado, se exponen cualidades que el artista debe tener o características de su trabajo, pero también, efectos que el arte tiene sobre él, como los sentimientos. Por otro lado, en el caso del consumidor, a pesar de que se mencionaron cualidades necesarias para apreciar la obra correspondiente al arte elegido, se mencionaron más aspectos relacionados con las sensaciones, emociones o sentimientos que dicha apreciación genera en él.

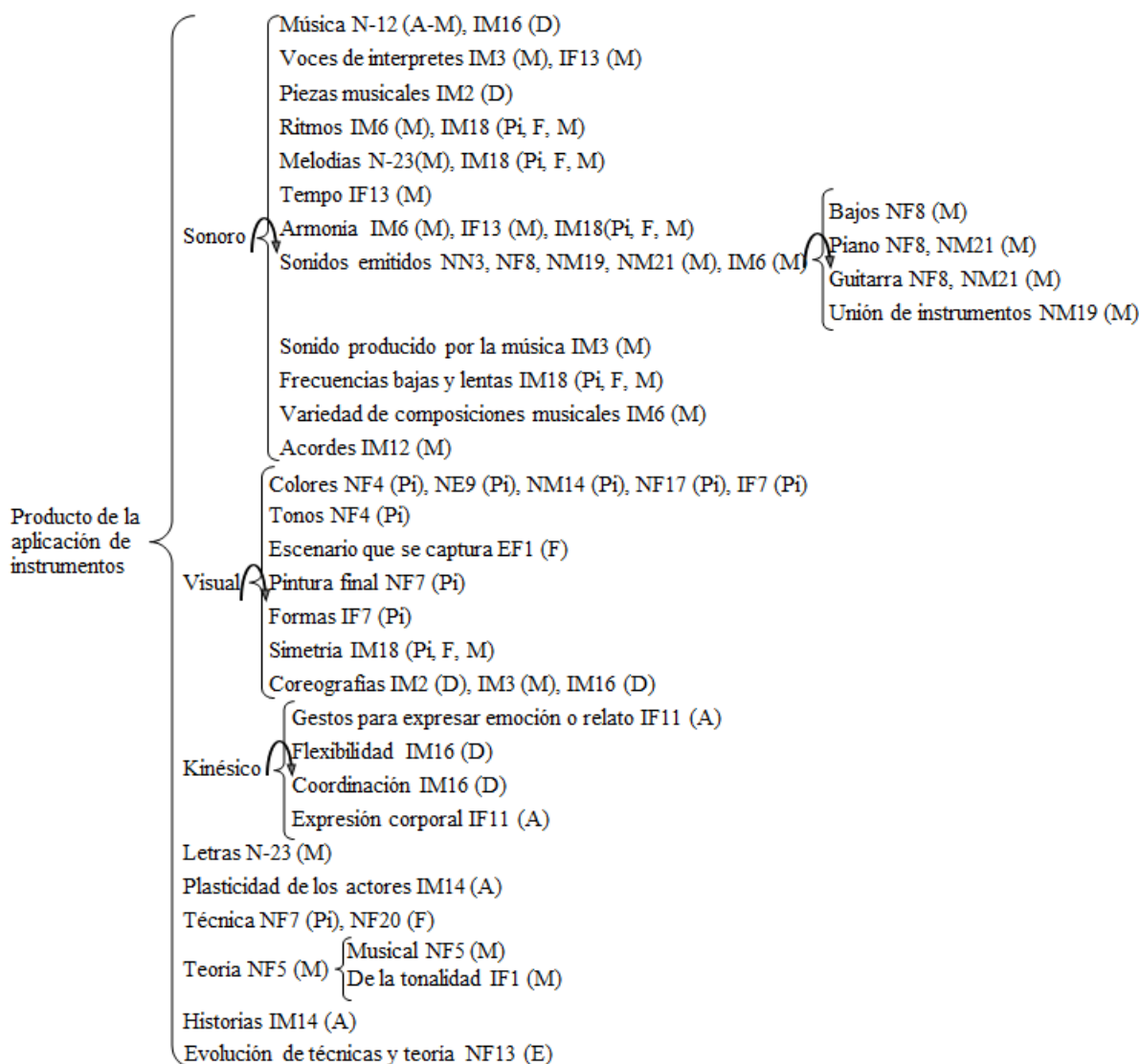


Fig. 5. 3ª categoría de la primera red sistémica

Un solo participante dio valor al hecho de poder usar el arte consumido como acompañamiento de otra actividad. Podría entenderse esto como una aplicación del arte, siendo la única mencionada en esta pregunta.

En esta categoría se hace evidente que, para la muestra de este trabajo, la belleza del arte depende más que de elementos a los que se es sensible corporalmente.

La manera en la que algunos procesos del arte son ejecutados no siempre son presenciados por el consumidor. A pesar de esto, estos modos de ejecución poseen belleza según los informantes.

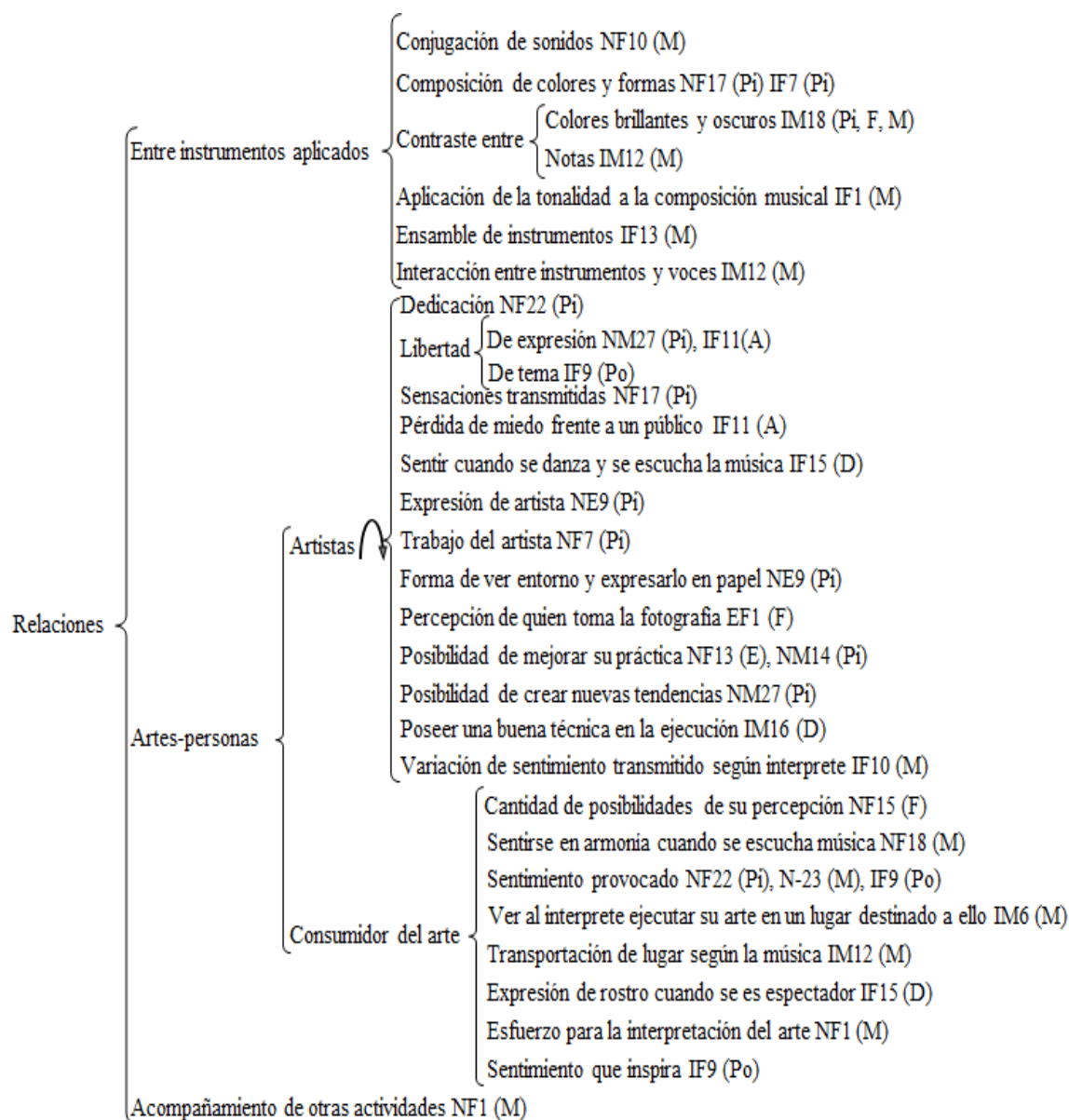


Fig. 6. 4ª categoría de la primera red sistémica

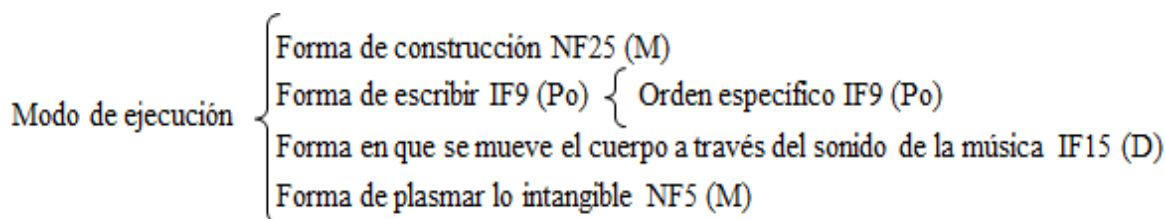


Fig. 7. 5ª categoría de la primera red sistémica

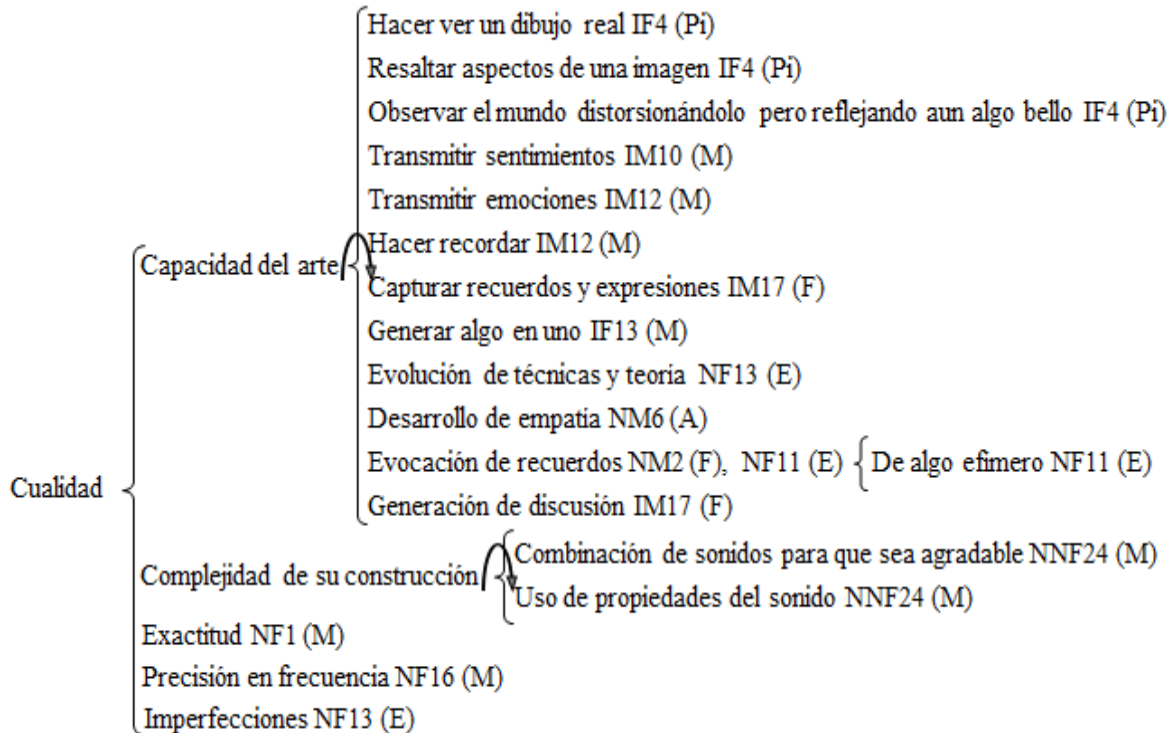


Fig. 8. 6ª categoría de la primera red sistémica

Esta última categoría presentada en la figura 8 se divide en cinco. La primera subcategoría contiene las capacidades que se asocian al arte. Se da valor al poder que posee el arte para generar, principalmente, acciones en un individuo. Como se puede notar, esto se distingue de la categoría “Relaciones”-“Arte-individuo” puesto que la naturaleza del aspecto al que se atribuye el valor es diferente. Reaparecen las emociones y sentimientos que son transmitidos al consumidor, pero la importancia sigue estando en la capacidad que el arte posee para lograrlo.

Es claro que las categorías “producto de la aplicación de instrumentos” y “relaciones” resaltan por su extensión. Cabe aclarar que no es razón suficiente para atribuirles mayor importancia cuando se evalúa la belleza del arte, pero sí es significativo para atribuirle valor estético. Los elementos contenidos en estas dos categorías se distinguen por ser, en su mayoría, elementos intangibles. Tomando esto en cuenta, para los integrantes de la muestra que se encuestó, la belleza va más allá de la percepción inmediata por medio de los sentidos. Además, la aparición de elementos relacionados con las emociones y sentimientos deja claro que la visión de estudiantes universitarios de ciencias no corresponde a la del objetivista simple, pero tampoco a la del subjetivista simple.

2ª red sistémica:

El detalle de las respuestas de la pregunta 3, originaron una red sistémica extensa por lo que, como en el caso de la primera red, será presentada por partes.

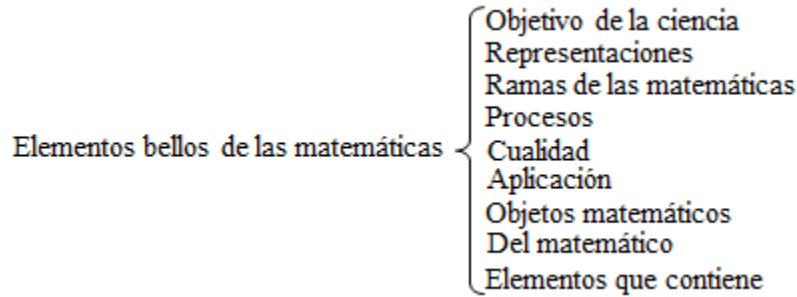


Fig. 9. Primer sistema de la segunda red sistémica

La Figura 9 expone las diez categorías que conformaron esta red sistémica. A continuación, se presenta el análisis de cada una.

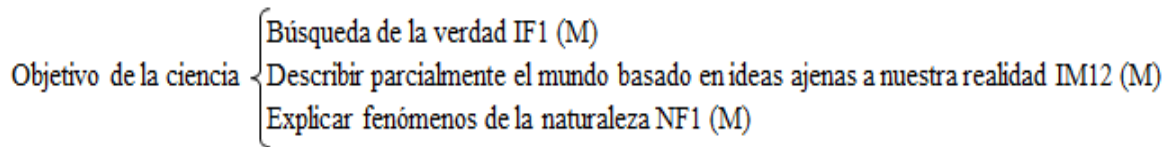


Fig. 10. 1ª categoría de la segunda red sistémica

La primera categoría muestra el valor dado a algunos de los objetivos de las matemáticas considerados por tres alumnos. Más adelante, se verá que otros elementos están relacionados con estos objetivos.

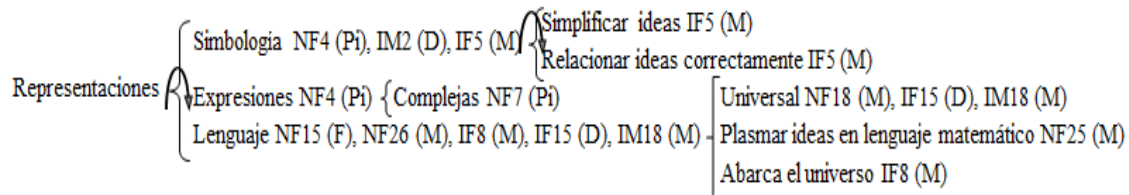


Fig. 11. 2ª categoría de la segunda red sistémica

Algunos de los medios por los cuales se comunican las matemáticas y que se encontraron en las respuestas de los estudiantes, fueron la simbología, expresiones y el lenguaje. Si bien, lo simbólico podría incluirse en la subcategoría del lenguaje, se puso en otra sección, ya que las respuestas presentaban la intención de resaltar la importancia que este tiene y no los tipos de lenguaje que hay. La idea de universalidad tiene dos significados; por un lado, tratarse de un mismo lenguaje comprensible para cualquiera que se dedique a las matemáticas y, por otro, ser un lenguaje con el que puede explicarse todo el universo. Las “expresiones”, pudiendo ser simbólicas o de lenguaje natural, no entraron en ninguna de las otras dos categorías; sin embargo, para el estudiante, su complejidad les aporta belleza.

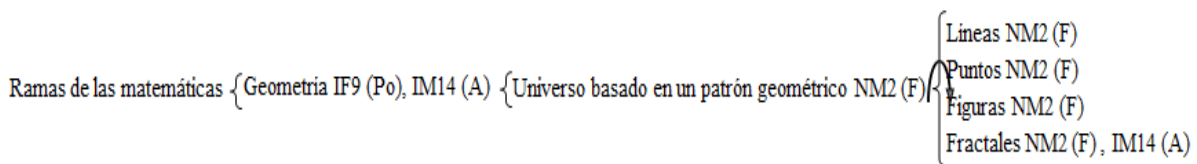


Fig. 12. 3ª categoría de la segunda red sistémica

Tres alumnos mencionaron la geometría como elemento bello de las matemáticas. Dos de ellos precisaron, a su vez, qué elementos de esa rama son bellos. Si se compara con todos los otros elementos que aparecen en la red, son pocos. Esto permite asegurar que la percepción de la belleza de las matemáticas no está centrada en el aspecto geométrico y, más aún, en lo visual, como lo es en estudiantes de niveles anteriores al superior.

La importancia del valor estético que los informantes atribuyeron a cada elemento depende de su naturaleza. Esto es evidente en esta cuarta categoría de la red, donde esa dependencia corresponde al hecho de realizar una acción, de apreciar el resultado de la acción ya efectuada o de la forma en la que se llevó a cabo.

Las cualidades que aparecieron en las respuestas correspondían a la materia misma o a elementos particulares de esta. Como se puede observar, la más mencionada fue la “universalidad” de la disciplina, refiriéndose a que es independiente del lugar en el que uno se encuentre, esto revalida la importancia que se le dio cuando lo relacionaron directamente con el lenguaje (ver Figura 11).

Aquí, la naturaleza del concepto también fue factor importante. Esto se deduce de la subcategoría “capacidad”, en la que el valor recae en el poder para llevar a cabo una acción.

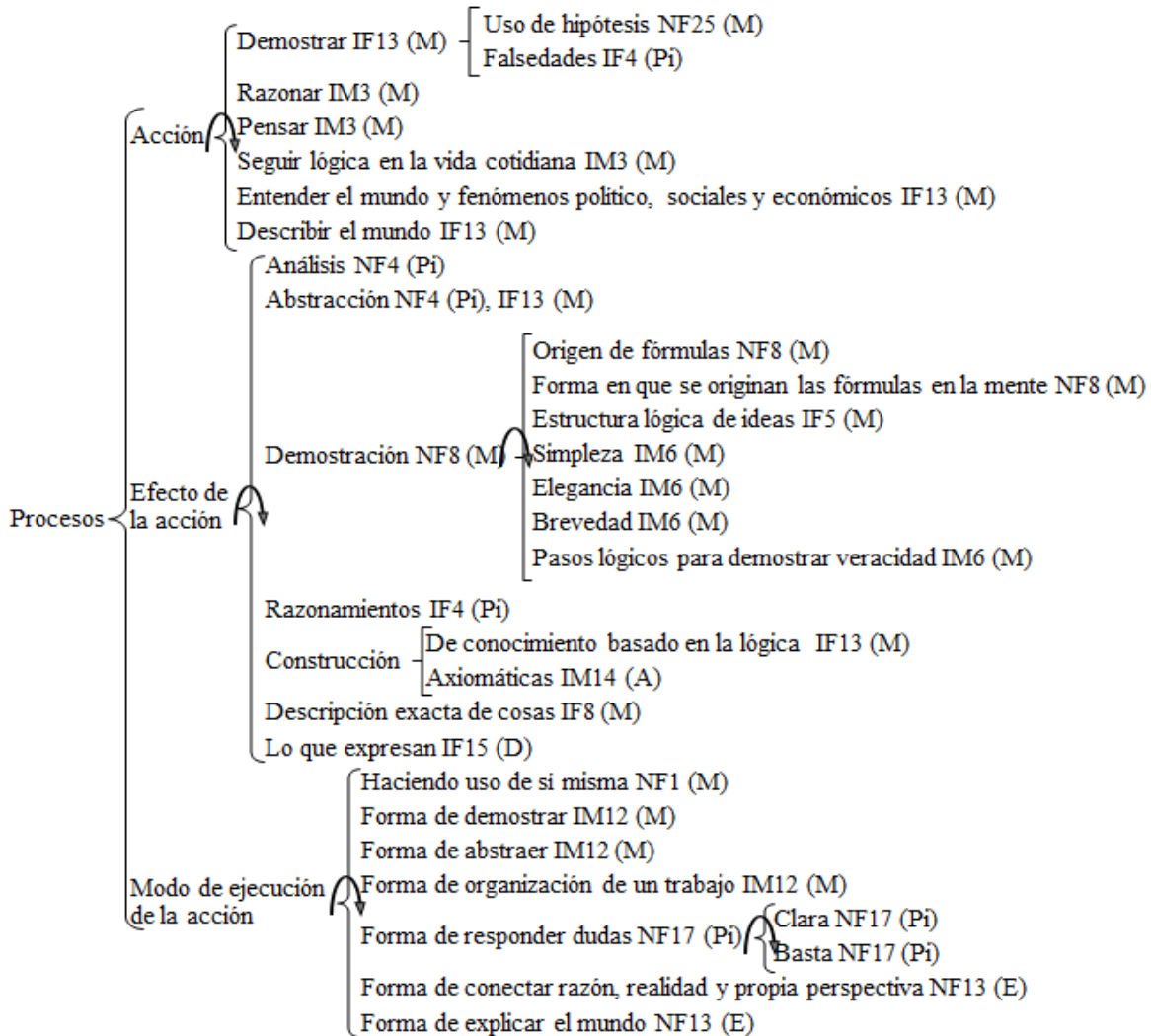


Fig. 13. 4ª categoría de la segunda red sistémica

La aplicación de las matemáticas resultó un componente importante. Como en la categoría de procesos y en la anterior, el valor que se otorga depende de la naturaleza del concepto mencionado. Mientras que unos son valorizados por el ámbito en el cual se aplican las matemáticas, otros lo son por el medio en el que se aplicaría o la herramienta que se usaría para su aplicación. Su asociación con otras ciencias, con la vida cotidiana y con la naturaleza implicarían que fueran consideradas como bellas por cualquier individuo, pero la ausencia de conocimiento sobre esa asociación resulta un obstáculo perceptivo. Las aplicaciones de las matemáticas son más evidentes para quien se dedica a su estudio.

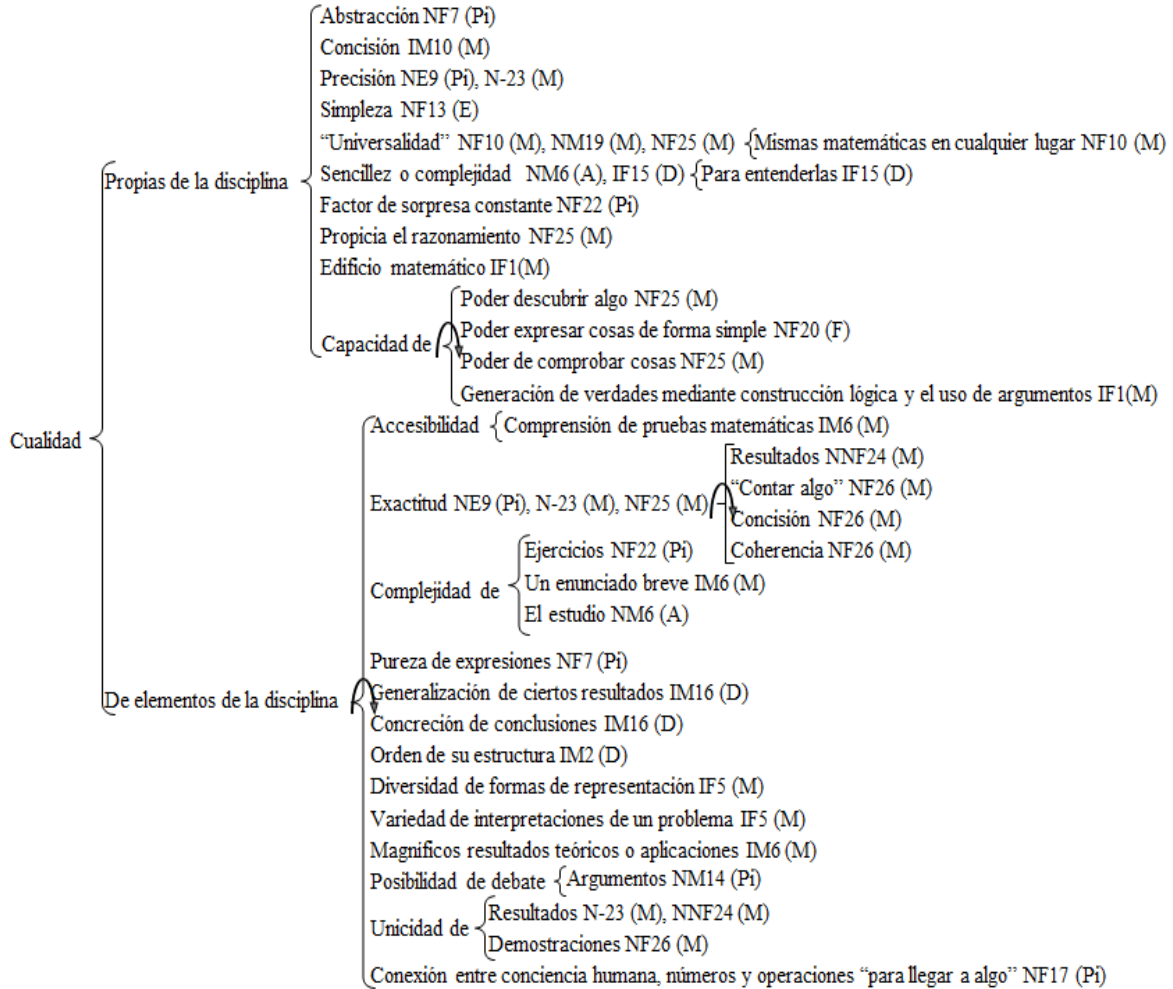


Fig. 14. 5ª categoría de la segunda red sistémica

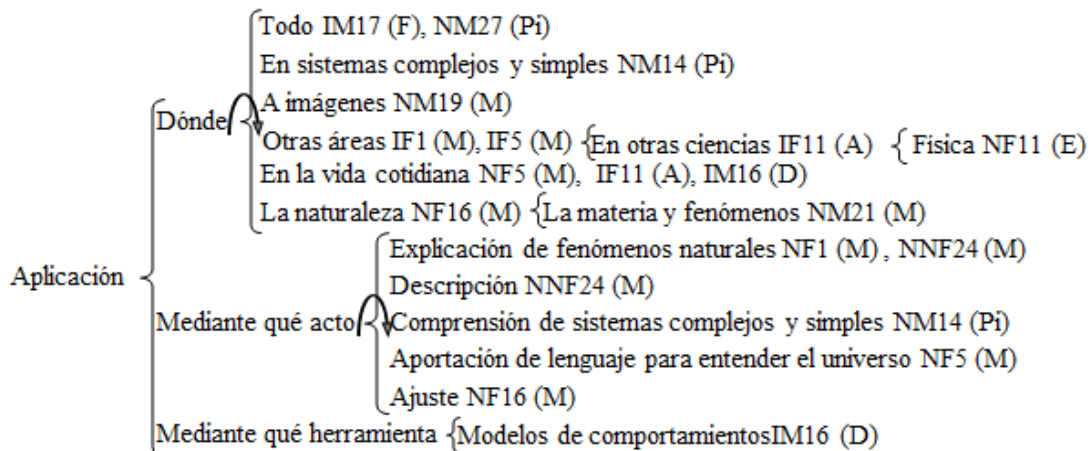


Figura 15. 6ª categoría de la segunda red sistémica

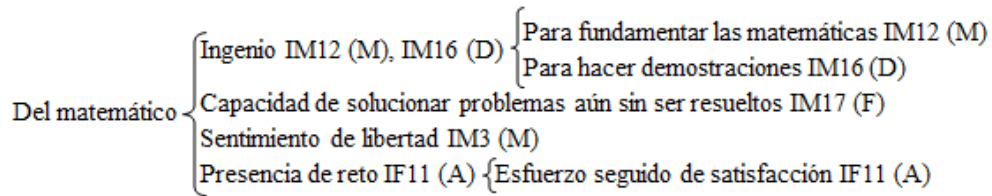


Fig. 16. 7ª categoría de la segunda red sistémica

Algunos estudiantes manifestaron una cualidad de quien trabaja con las matemáticas, es decir, del matemático; otro, una oportunidad que existe para seguir trabajándolas, y unos más, los sentimientos que experimenta con ellas. Queda implícito que el matemático forma parte de las matemáticas. Evitar la enajenación entre la ciencia y quien la estudia podría favorecer la percepción de la belleza de las matemáticas y , así, la motivación por su estudio.

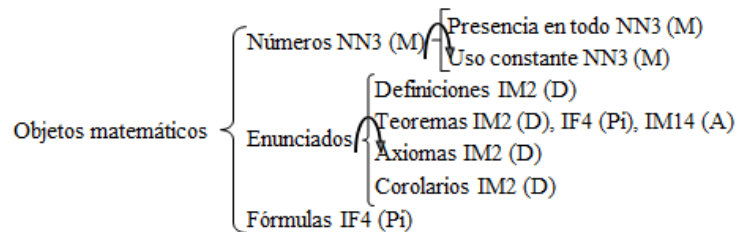


Fig. 17. 8ª categoría de la segunda red sistémica

Con respecto a los “objetos matemáticos”, fueron pocos los evocados. Estos elementos, llamados aquí objetos matemáticos, son herramientas que un matemático puede utilizar para llevar a cabo algún proceso como los mencionados en la categoría de la figura 13. La reducida cantidad de elementos llevan a pensar que, con respecto a ellos, hay un obstáculo perceptivo, pues como se ha mencionado en el marco teórico, los matemáticos expertos son capaces de reconocer belleza en dichos elementos.

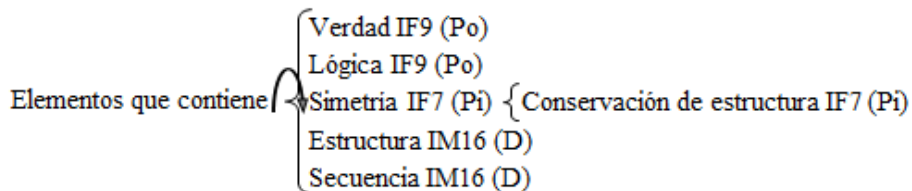


Fig. 18. 9ª categoría de la segunda red sistémica

Finalmente, están los elementos de los que las matemáticas se sirven. Resultó inesperado que la verdad y la lógica, dos elementos esenciales de las matemáticas fueran enunciados por un solo alumno. Se concluye que su importancia en la ciencia no está relacionada con la belleza que puedan contener. Por otra parte, la subcategoría de simetría que aparece aquí, se refiere más bien a la estructura de las matemáticas, a las equivalencias que podría haber entre conceptos de diferentes ramas de las matemáticas y no a un elemento geométrico.

A partir de esta red, queda claro que, para estudiantes de ciencias, aquello que aporta belleza a las matemáticas no es necesariamente perceptible de forma inmediata con los sentidos. En efecto, se valorizan elementos por los que tiene que haber una reflexión como es el caso de los procesos. Por otra parte, en esta red, las sensaciones, emociones o sentimientos estuvieron más bien ausentes. Esto induce a pensar que los estudiantes tienen un punto de vista que tiende a lo objetivista o bien a lo subjetivista sofisticado.

Comparación entre redes sistémicas:

Después del estudio individual de cada red, se compararon y se observaron semejanzas y diferencias entre aquello que aporta belleza a las artes y a las matemáticas. Algunos de los términos utilizados para nombrar las categorías coinciden en ambas redes; sin embargo, no son los únicos que pueden considerarse como semejantes y pueden diferir en ciertos elementos.

Los elementos que se consideraron comparables fueron los siguientes:

- Instrumentos-Objetos matemáticos;
- Producto de la aplicación de instrumentos, Modo de ejecución-Procesos;
- Cualidad (artes)-Cualidad (matemáticas);
- Relaciones-Aplicación, Matemático.

La primera comparación es entre los instrumentos y los objetos matemáticos. Con respecto al arte, los instrumentos son una herramienta que se usa para generar los diferentes tipos de arte que existen; en las matemáticas, estos instrumentos podrían ser equivalentes a los objetos matemáticos ya que uno se sirve de ellos para generar más conocimiento matemático. La diferencia entre esos elementos es su materialidad. Mientras que los correspondientes a las bellas artes son tangibles, los de las matemáticas no lo son. Esto podría explicar la razón por la cual los estudiantes evocaron pocos de ellos en la pregunta 3. En este caso, la percepción de la belleza estuvo restringida a las sensaciones, resultado inmediato de la recepción de información a través de los sentidos. Se trata de una percepción inmediata, es decir, sigue la idea del realismo perceptual.

Las categorías “producto de la aplicación de instrumentos” y “modo de ejecución” pudieron ser comparadas con la categoría de la segunda red sistémica, nombrada “procesos”. Dentro de esta última se encuentran subcategorías similares a las dos primeras, concretamente “efecto de la acción” y “modo de ejecución de la acción”. Su semejanza es evidente, en ambos casos el valor estético se centró en el resultado de un proceso o en la forma de ejecutarlo. Lo interesante en esta comparación es, más bien, la ausencia de la subcategoría “acción” en la primera red sistémica. En efecto, acciones como “tocar un instrumento”, “pintar”, “actuar”, “bailar”, etc. no fueron expresadas en la pregunta 2, contrariamente al caso de la pregunta 3 en donde sí se mencionaron acciones como “demostrar” o “razonar”. Según esta comparación, es probable que, para los informantes, no sea indispensable practicar la disciplina correspondiente para apreciar la belleza de las artes, pero sí para apreciar la de las matemáticas. Esto hace referencia a la accesibilidad que se tiene a cada área, cualidad que indicó uno de los estudiantes.

Las dos categorías “Cualidad” presentan diferencias a pesar de ser nombradas con el mismo término. En la primera red sistémica, destaca la presencia de capacidades que posee el arte, mientras que, en la segunda, esas capacidades son menos. En general, se trata del poder que tiene para provocar una acción o generar un sentimiento en el practicante. En cuanto a las otras cualidades, los estudiantes tuvieron mayor facilidad para reconocer belleza en las de las matemáticas. Esto pudiera deberse a la familiaridad que tienen con esas características ahora que se dedican a esta disciplina. Esto podría provocar la consideración de la percepción de las matemáticas como una aprehensión subjetivista sofisticada.

Por último, se comparó la categoría “Relaciones” de la primera red, con las de la segunda red “Aplicación” y “Matemático”. La aplicación de las matemáticas en otras áreas contuvo varias subcategorías, mientras que no se mencionó directamente ninguna aplicación de las artes en otras áreas salvo por el acompañamiento de otras actividades al que uno de los estudiantes hizo alusión.

El matemático fue comparado con el artista, pero también con el consumidor de arte. La primera relación muestra el valor del trabajo que el individuo realiza, la libertad que la práctica del arte o de la ciencia le ofrece, así como una superación constante. Sin embargo, de la segunda relación, se constata que las experiencias emocionales en el matemático no son tan mencionadas como las que experimenta aquel que aprecia el arte. Esto podría deberse a ausencia de emociones en los estudiantes cuando practican matemáticas o, bien, a que consideran que esas emociones no poseen propiedades estéticas.

Conclusiones

Cuestionar sobre los elementos bellos que estudiantes universitarios de ciencias aprecian en las artes y las matemáticas generó la creación de dos redes sistémicas que pudieron ser comparadas entre sí. Esto permitió comenzar con la caracterización de la percepción de la belleza de las matemáticas según el criterio de dichos estudiantes, puesto que se reconocieron semejanzas y diferencias entre los sistemas que conformaron cada red. Las comparaciones más relevantes fueron: Instrumentos-Objetos matemáticos, Producto de la aplicación de instrumentos y Modo de ejecución-Procesos, Calidad (artes)-Calidad (matemáticas) y Relaciones-Aplicación y Matemático. De ellas, se dedujo que los informantes presentan probablemente un obstáculo perceptivo al no considerar que los objetos matemáticos posean belleza como lo hacen matemáticos expertos (Zeki et al., 2014). En caso de que esta percepción sea primordial en la formación de matemáticos, este es uno de los factores que deberán ser tomados en cuenta para mejorar esa aprehensión. Por otro lado, la relevancia que se dio a los procesos podría ser aprovechada para propiciar la identificación del estudiante como matemático. En efecto, percibir mayor belleza en la relación entre las matemáticas y el matemático, tanto como la que se apreció en la de las artes con el propio artista y consumidor del arte, podría evitar la enajenación de la actividad que el matemático en formación realiza. Esto podría lograrse permitiéndose experimentar emociones y sentimientos durante la práctica de las matemáticas.

Asimismo, la propuesta de desarrollar la percepción de la belleza de las matemáticas tendrá que tomar en cuenta la visión que los estudiantes tienen para calificar la belleza en la ciencia, una visión que, según lo obtenido, tiende a ser subjetivista y mediata en la aprehensión de la mayoría de las propiedades estéticas.

Referencias

- Adorno, Th. (2004). *Teoría estética*. Ediciones Akal.
- Aja, J., Albaladejo, C., Antúñez, S., Balada, M., Banda, A., Bartolomé, M, Benedito, V., Bisquerra, R., Bosch, M., Cabrera, F., Cateura, M., Chevallard, Y., Coll, C., Echevarría, I., Espín, J., Ferreres, V., Garanto, J., Gascón, J., Gros, B., Imbernón, F., Jurado, P. ... (1999). *Enciclopedia general de la educación*. (Vol. 2.), Océano Grupo Editorial, S. A.
- Alves, L. (1957). *Compendio de didáctica general*. Editorial Kapelus.
- Audi, R. (Ed.) (1999). Perception. En *The Cambridge Dictionary of Philosophy*. (2ª ed.). Cambridge University Press.

Castañeda, B. (2019). *Desarrollo de la percepción en alumnos de licenciatura en el Laboratorio de mecánica* [tesis de licenciatura no publicada, Escuela Superior de Física y Matemáticas].

Chandrasekhar, S. (1987). Beauty and the quest for beauty in science [1979]. En *Truth and Beauty: Aesthetics and Motivations in Science*. The University of Chicago Press.

De Guzmán, M. (2003). Los goces estéticos del quehacer matemático. *Revista de la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 97(2), 351-357.

Dreyfus, T. y Eisenberg, T. (1986). On the aesthetics of mathematical thought. *For the learning of mathematics*.

Gispert, C., (2003). *Enciclopedia de la psicopedagogía: Pedagogía y Psicología*, (pp. 891-892). Oceano/Centrum.

Goldman, A. (2009). Aesthetic properties. En Davies, S, Higgins, K., Hopkins, R., Stecker, R., y Cooper, D. (Eds.), *A companion to aesthetics* (pp. 124-128). Wiley-Blackwell.

Gómez-Chacón, I. (2005). Valores y conocimiento matemático: la belleza matemática. *Diálogo Filosófico*, 62, 285-306.

González, A. (2006). *Diagnóstico de necesidades formativas para la formación de la creatividad en ingenieros matemáticos* [tesis de licenciatura, Escuela Superior de Física y Matemáticas].

Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, M. (2014). *Metodología de la investigación*. México, McGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES.

Ibarra, I. (2018). *Diseño de herramientas para desarrollar la metacognición en estudiantes de Licenciatura en Física y Matemáticas* [tesis de licenciatura no publicada, Escuela Superior de Física y Matemáticas].

Levinson, J. (2009). Aesthetic pleasure. En Davies, S, Higgins, K., Hopkins, R., Stecker, R., y Cooper, D. (Eds.), *A companion to aesthetics* (pp. 121-124). Wiley-Blackwell.

McMillan, J. y Schumacher, S. (2010). *Research in education: Evidence-based inquiry*, (7a ed.). Person.

Real Academia Española. (2019). Belleza. En *Diccionario de la lengua española* diccionario. Consultado el 19 de noviembre de 2019. <https://dle.rae.es/belleza?m=form>

Real Academia Española. (2019). Bello. En *Diccionario de la lengua española*. Consultado el 19 de noviembre de 2019. <https://dle.rae.es/belleza?m=form>

Sanmartí, N. (1993). Las redes sistémicas: construcción y aplicaciones. Universidad Autónoma de Barcelona

Sinclair, N. (2003). Aesthetic values in mathematics: A value-oriented epistemology. International Group for the Psychology of Mathematics Education.

Ward, A. (2009). Aesthetic judgment. En Davies, S, Higgins, K., Hopkins, R., Stecker, R., y Cooper, D. (Eds.), *A companion to aesthetics* (pp. 117-121). Wiley-Blackwell.

Zeki, Z, Chén. O. y Romaya, J. P. (2018) The Biological Basis of Mathematical Beauty. <https://doi.org/10.1101/367185>

Zeki, S., Romaya, J. P., Benincasa, D. M. T., & Atiyah, M. F. (2014). The experience of mathematical beauty and its neural correlates. *Frontiers in Human Neuroscience*, 8. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2014.00068>.

Aprendizaje por medio de Prototipos

Julián Félix Valdez¹, Magdalena Waleska Aldana Segura²

Resumen

Se presenta los resultados de un nuevo abordaje pedagógico implementado en dos Universidades de manera binacional. Este programa, creado por Julián Félix permite una mejor apropiación de contenidos y genera oportunidades a los estudiantes. Después de 15 años de investigación y seguimiento, este programa es parte de un incipiente programa de investigación en detección de radiación por métodos innovadores, a base de prototipos originales. Se han creado más de 30 prototipos originales como parte del programa.

Palabras clave

Prototipos, Ciencias experimentales.

Introducción

Derivado de la necesidad de contar con mejores espacios y metodologías de trabajo se estableció en el año 2005, por iniciativa del Dr. Julián Félix el laboratorio Internacional de Partículas Elementales, en la División de Ciencias e Ingenierías, Campus León de la Universidad de Guanajuato.

Este laboratorio inicia sus operaciones bajo un modelo de aprendizaje interactivo, que fomenta la participación de los estudiantes en innovaciones científico-tecnológicas de primer nivel y permite su inserción en colaboraciones internacionales.

Durante este tiempo, se establece una alianza estratégica con la Universidad de San Carlos de Guatemala para realizar una investigación educativa y llegar a estudiantes de las carreras de Profesorado y Licenciatura en la Enseñanza de la Física, como estrategia para mejorar la calidad educativa de los futuros prospectos que ingresan a las Universidades.

¹Laboratorio de Partículas Elementales, División de Ciencias e Ingenierías, Campus León, León, Guanajuato, Universidad de Guanajuato 37150

² Escuela de Formación de Profesores, Guatemala, Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala 01011

Esta nueva metodología, basada en la indagación científica (Weil et al., 2009) modifica las metodologías existentes y promueve un modelo pedagógico inclusivo, que permite a los estudiantes desarrollar habilidades, competencias y destrezas, necesarias para desempeñarse efectivamente en el mercado laboral y académico.

Marco Teórico

Utilizar estrategias holistas de aprendizaje permite generar círculos virtuosos que fomenten aprendizaje significativo. Las estrategias holistas planteadas por Delors en el informe UNESCO, (Delors, 1997)

- Aprender a aprender
- Aprender haciendo
- Aprender a Ser
- Aprender a vivir juntos

Marcan una nueva visión educativa, imperativa en las ciencias experimentales y que permite avanzar hacia el futuro con una visión renovada.

Recordemos las palabras de A. Einstein (Torres Mantilla, 2006)

A mí lo que más grave me parece es que la educación se maneje a través del miedo, la fuerza y la autoridad artificial. Este tratamiento acaba con los sentimientos sanos, con la sinceridad y con la confianza en sí mismo del alumno. Produce seres sumisos

Tradicionalmente, las Universidades como centros de enseñanza superior, tienen la labor de fomentar el pensamiento crítico, formar en vez de informar. En ese sentido buscar metodologías activas que permitan el aprendizaje integral de las Ciencias es fundamental para el éxito de largo plazo de los estudiantes

Los estudiantes necesitan complementar el conocimiento que adquieren con habilidades, competencias y destrezas para poder efectivamente transformar la realidad circundante.(Díaz Barriga & Hernández Rojas, 1999)

Según algunos autores y en particular John Dewey (González et al., 2001), la educación debe ser más que una preparación, un mecanismo de aumentar las capacidades del individuo. Por tanto, la adquisición de competencias, habilidades y destrezas fomenta en el largo plazo la capacidad crítica de resolver situaciones que se presentan por primera vez.

Metodología

Desde el año 2006 se ha realizado una investigación educativa para establecer los elementos que influyen en la apatía por el aprendizaje de las Ciencias, en particular la Física, dentro del programa de Licenciatura en la Enseñanza de la Física y Matemática de la Escuela de Formación de Profesores de Enseñanza Media EFPEM USAC.

En un estudio realizado en esa fecha, se estableció un árbol de problemas para identificar causas y soluciones hacia la problemática encontrada. Realizando un seguimiento de graduados, se determinó que el 30% de los participantes, aún 2 años de su graduación continuaban utilizando las herramientas aprendidas. Esto significaba que el aprendizaje había incidido positivamente en su práctica profesional.(Aldana Segura, 2006).

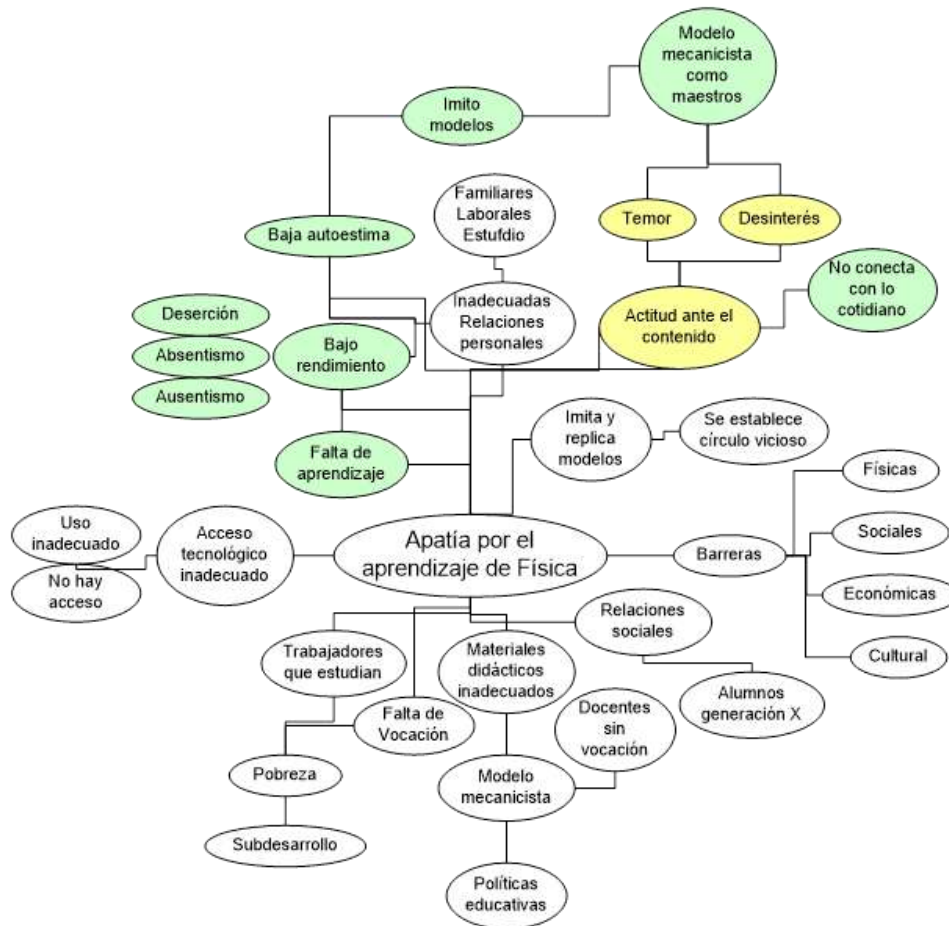


Fig. 1 Árbol de problemas (elaboración propia)

La falta de aprendizaje provoca el bajo rendimiento, el cual a su vez provoca deserción, ausentismo, absentismo, pero también conduce a la baja autoestima de los profesores egresados de la escuela. Lo que los lleva a la imitación de modelos y la imitación del modelo mecanicista tradicional.

El centro de la problemática es la apatía por el aprendizaje de la Física. Esta apatía está ligada a la actitud ante los contenidos, que provoca temor y desinterés, lo cual conduce nuevamente al modelo mecanicista. Este modelo es el que provoca esta problemática ya que este árbol puede verse desde la otra perspectiva cuando el problema raíz es precisamente el modelo de enseñanza.

Derivado de esto, se establece un programa integral para atender a los estudiantes en formación tanto en ciencias, como en la Enseñanza de las Ciencias, por lo que en alianza estratégica con la Universidad de Guanajuato a través del Laboratorio Internacional de Partículas Elementales a cargo del Dr. Julián Félix se establecen cursos internacionales y un programa STEAM que permita realizar acciones positivas sobre esta problemática.

El Curso Internacional de Electricidad y Magnetismo se plantea paralelo al curso de Electromagnetismo que se imparte en la División de ciencias e Ingenierías, Campus León, Universidad de Guanajuato. La intencionalidad es elevar el nivel académico del curso en la Escuela de Formación de Profesores y poder utilizar la misma metodología en los cursos. Esta metodología se basa en principios fundamentales, promoviendo la investigación científica, basada en evidencia desde el primer día.



Fig. 2 elementos de la implementación binacional bajo el programa STEAM (elaboración propia).

Al mismo tiempo, el Dr. Julián Félix inicia una nueva metodología de trabajo con los estudiantes de programas en Ciencias, desde Licenciatura hasta Doctorado, que permite una mejor apropiación de contenidos a través de modelos holistas de aprendizaje. En todos los cursos, se les enseña a tomar datos, llevar un registro de bitácora apropiadamente, escribir sus observaciones y registrar sus datos y resultados de manera que puedan ser registrados, utilizados y replicados posteriormente.

Los estudiantes participan activamente en el Diseño, Construcción, Caracterización y operación de prototipos de investigación, elaborados totalmente en las instalaciones del Laboratorio Internacional.

Semestralmente los estudiantes participan de colocar estos prototipos en las instalaciones del Test Beam de Fermi National Accelerator Laboratory (FERMILAB) para ser evaluados y caracterizados. Esto ha permitido una aproximación distinta al proceso, de manera que han adquirido competencias, habilidades y destrezas que de otra manera no habrían adquirido rápidamente. Esto los posiciona en el mercado laboral y académico como egresados de programas de Excelencia Académica a nivel mundial.

El grupo de estudiantes que participa desde la DCI CL UGTO en las colaboraciones internacionales de FERMILAB constituye el grupo más numeroso a nivel de América Latina.



Fig. 3 Estudiantes instalando y evaluando prototipos listos para probar en las instalaciones del Test Beam de FERMILAB, Estados Unidos. (foto J. Félix)

Estos prototipos han ganado premios a nivel internacional (Félix, 2017) y permiten establecer un incipiente programa de investigación en detección de radiación. Los estudiantes de la DCI CL UGTO han presentado exitosamente estos prototipos y participan del certamen nacional de Prototipos en México y Bruselas. Esto les permite visualizar mejores oportunidades y generar una cultura de investigación. Durante las presentaciones de los estudiantes en diversos congresos a nivel mundial, se les han abierto oportunidades académicas para continuar sus estudios, siendo un escaparate idóneo para los estudiantes, al cual, de otra manera no podrían acceder fácilmente.

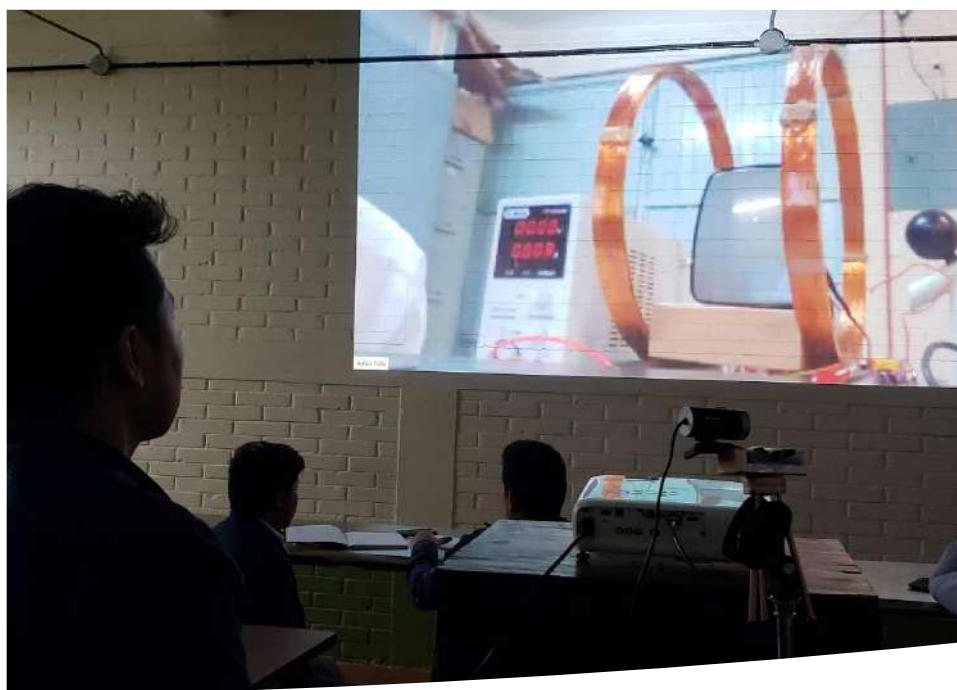


Fig. 4 imágenes de las videoconferencias del curso de Electricidad y Magnetismo dictado por el D. Julián Félix desde la DCI CL UGTO a USAC (Aldana, 2019).

Resultados

Se ha incrementado la participación de estudiantes en esta metodología en el Laboratorio de Partículas Elementales, con un incremento de estudiantes de servicio social, llegando a un número récord de participantes de 50 estudiantes por primera vez.

La deserción en el curso internacional de Electricidad y Magnetismo que se imparte en modalidad híbrida desde 2017 se ha visto reducida a pesar de la pandemia por el virus SARS CoV 2.

Tabla I. indicadores educativos del curso Internacional de Electricidad y Magnetismo (elaboración propia basado en listados oficiales)

Curso	% de deserción	%de apropiación de contenidos	Número de participantes que concluyeron el curso
2018	50	50	22
2019	30	70	25
2020	20	70	22
2021 (a feb)	10	En curso	En curso

En el seguimiento de egresados de la DCI CL UGTO, los estudiantes formados académicamente bajo esta metodología encuentran mejores oportunidades laborales replicando este modelo, lo que incide positivamente en su nivel de ingreso. Alrededor del 10% de los estudiantes se han posicionado ya en el nivel superior.

Se han elaborado alrededor de 20 prototipos experimentales, originales en el laboratorio, desde la fase de planeación, diseño, caracterización y operación. Estos prototipos forman parte de un programa incipiente de investigación en detección de radiación, dentro del cual se han publicado más de 50 artículos en diversas publicaciones internacionales.



Fig. 5 Tarjeta diseñada en el laboratorio, totalmente original, presentada internacionalmente como una innovación propia del programa (foto J. Félix).

Durante el período 2020-2021 se han elaborado 28 prototipos actualmente en construcción. Estos prototipos se han elaborado utilizando metodologías activas de colaboración y herramientas informáticas para el efecto. Estos prototipos originales han sido elaborados utilizando prototipado externo y en algunos momentos elementos de diseño colaborativo remoto, simulación y externalización para continuar el trabajo. Esta nueva modalidad de trabajo, ha permitido crear más prototipos y atender la demanda creciente de un mayor número de estudiantes involucrados e interesados en el programa de la DCI CL UGTO.

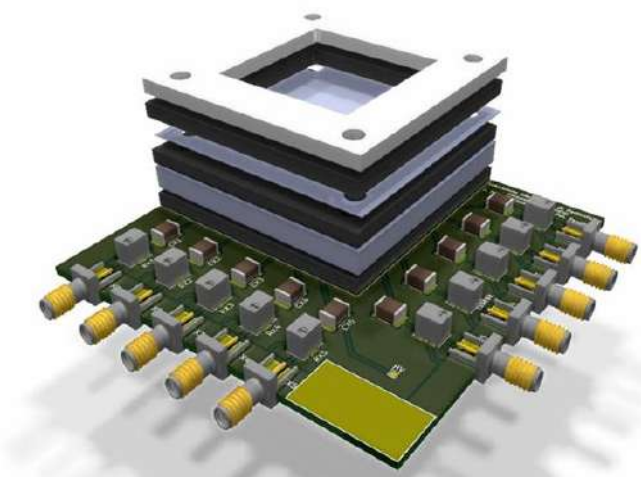


Fig. 6 Diseño de cámara multilámbrica original, tercerizando su construcción (elaboración propia).

Conclusiones

Se ha establecido una metodología de trabajo que permite incidir positivamente en los indicadores educativos de los estudiantes. En un seguimiento de egresados, de la DCI CL UGTO, los estudiantes que participan de esta metodología han encontrado inmediatamente oportunidades académicas para continuar sus experimentos y se han insertado en las grandes colaboraciones científicas exitosamente a nivel internacional. El grupo de estudiantes que participa en las colaboraciones DUNE y MINERVA en Fermilab, Estados Unidos, constituye el grupo de estudiantes más numeroso a nivel Latinoamericano. Esto posiciona positivamente al Laboratorio, la División y finalmente a la Universidad en un nivel internacional.

Todos los estudiantes que participan de esta metodología en la Escuela de Formación de Profesores han encontrado mejores oportunidades labores, posicionándose en instituciones educativas en los diversos niveles del sistema, en algunas ocasiones en el nivel superior efectivamente.

La metodología implementada en los cursos internacionales incide positivamente en los indicadores educativos, crea competencias de largo plazo, con aprendizajes significativos en los estudiantes. En estos cursos los estudiantes aprenden competencias básicas desde planificar, reportar y llevar una bitácora de trabajo hasta diseñar, elaborar y caracterizar prototipos originales.

Referencias

Aldana Segura, M. W. (2006). *Implementación de un abordaje holista de la Física en la Cátedra de Física de EFPEM. Curso de Física I FM.*

Aldana, W. C. M. (2019). Usando tecnología de videoconferencia para promover la educación en STEM/STEAM en Latinoamérica – Experiencias concretas. *CIEDUC* , Vol 1., 1.

Delors, J. (1997). La educación encierra un tesoro: informe a la UNESCO de la Comisión Internacional sobre la educación para el siglo XXI, presidida por Jacques Delors. *Educación y Cultura Para El Nuevo Milenio*, 302 p.

Díaz Barriga, F., & Hernández Rojas, G. (1999). Capítulo 5 Estrategias de enseñanza para la promoción de aprendizajes significativos. *Estrategias Docentes Para Un Aprendizaje Significativo. Una Interpretación Constructivista*, 1–27.

Félix, J. (2017). *Laboratorio Internacional de Partículas Elementales. Reconocimientos.*

<https://laboratoriointernacionaldeparticulaselementales.net/reconocimientos>

González, J., Trilla, J., Cano, E., Carretero, M., Escofet, A., Fairstein, G., Fernández Fernández, J. A., Gros, B., Imbernón, F., Lorenzo, N., Monés, J., Muset, M., Pla, M., Puig, J. M., Rodríguez Illera, J. L., Solà, P., Tort, A., & Vila, I. (2001). John Dewey y la pedagogía progresista. In *El legado pedagógico del siglo XX para la escuela del siglo XXI.*

Torres Mantilla, J. (2006). *Enseñar y Aprender.*

Weil, C. G., Larraín, M. T. M., Galaz, C. M., Solís, K. C., & Concha, L. M. (2009). La educación científica como apoyo a la movilidad social: Desafíos en torno al rol del profesor secundario en la implementación de la indagación científica como enfoque pedagógico. *Estudios Pedagógicos*. <https://doi.org/10.4067/S0718-07052009000100004>

Identificación e implementación de los estilos de aprendizaje para un grupo de estudiantes de matemáticas

Jorge Cotzomi Paleta¹, Areli Montes Pérez², Rubén Conde Sánchez³
jcotzomi@fcfm.buap.mx

Resumen

Siempre existe una forma más cómoda y adecuada en la que se identifican los estudiantes para aprender algo por lo que es importante identificar los estilos de aprendizaje de nuestros estudiantes para mejorar la relación: maestro – estilo de aprendizaje – estudiante. En este trabajo presentamos los estilos de aprendizaje que identificamos para estudiar física de un grupo de estudiantes de la licenciatura de matemáticas de la Facultad de Ciencias Físico Matemáticas de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (FCFM BUAP). Se realizaron actividades e instrumentos de evaluación, a fin de implementar y valorar los estilos de aprendizaje identificados e impactar de alguna manera en el mejoramiento del aprendizaje.

Palabras clave

Mejoramiento de la educación, enseñanza-aprendizaje, estilos de aprendizaje.

Introducción

Los estilos de aprendizaje es la forma en la que hacemos un conocimiento nuestro, la forma en la que se nos facilita aprender algo. Es evidente que todos pensamos, aprendemos, sentimos, hacemos y solucionamos nuestras actividades de diferente forma. De esta manera, la teoría de los estilos de aprendizaje se basa en el hecho de las diferencias individuales y como usar estas diferencias para aprender de una mejor forma algo, tomando en cuenta la afinidad de las personas, más por unas cosas que por otras (Alonso, Gallego y Honey,1995). En general la teoría de los estilos de aprendizaje busca mejorar los procesos de enseñanza-aprendizaje en todas las áreas del conocimiento y en todos los niveles educativos.

Existen también críticas a la teoría, con relación a etiquetar o categorizar a los estudiantes de acuerdo con su estilo de aprendizaje y canalizar actividades

¹ FCFM, BUAP

² FCFM, BUAP

³ FCFM, BUAP

individualizadas para su aprendizaje, interpretándose que esto correspondería a un conocimiento parcial y sesgado además de no permitir el desarrollo de todos los sentidos en los alumnos. Así mismo, se critica la poca evidencia en los resultados individuales al implementar los estilos de aprendizaje (Klein, 2003). Por otra parte, en contradicción a los críticos, Pashler, McDaniel, Rohrer, y Bjork, (2008) muestran evidencias de la validez de la teoría en la aplicación de los estilos de aprendizaje en la educación. En la década de 1970, investigadores como Canfield y Lafferty (1976), Dunn y Dunn (1978), comenzaron analizando los éxitos y fracasos en los estudiantes y dieron formas alternativas de mejorar el proceso de aprendizaje. Actualmente esta área de estudio es muy activa y en desarrollo. Los estilos de aprendizaje se aplican desde la educación infantil (Dunn y Dunn, 1992 y 1993) hasta el nivel universitario (Alonso, 1991).

El objetivo de este trabajo fue implementar los estilos de aprendizaje para el curso de física I en las áreas de mecánica, electromagnetismo, física cuántica y termodinámica. Con la implementación de los estilos de aprendizaje se buscó atacar el bajo nivel de preparación del grupo dentro del área de la física, la desigualdad académica dentro del grupo, motivar la aplicación de las matemáticas a la física como una vía de especialización en sus carreras, mejorar los procesos de enseñanza-aprendizaje para el programa académico de la materia Física I con estudiantes de matemáticas y mejorar la relación, maestro – estilo de aprendizaje – estudiante. En el presente trabajo se da el marco teórico de los estilos de aprendizaje, se describe la metodología que se usó para identificar los estilos de aprendizaje en el grupo y finalmente se valora cuanto impactaron los estilos de aprendizaje en el aprovechamiento del curso.

Marco Teórico

La investigación por numerosos autores sobre los estilos de aprendizaje se remonta desde la década de 1960. La concepción propia sobre estilos de aprendizaje destaca Dunn y Dunn (1978) y Alonso, Gallego, y Honey, (1995). Dunn y Dunn (1978) definen a los estilos de aprendizaje como “un conjunto de características personales, biológicas o del desarrollo, que hacen que un método, o estrategia de enseñar sea efectivo en unos estudiantes e inefectivo en otros”. Alonso, Gallego, y Honey, (1995), afirman que, los estilos de aprendizaje son “los rasgos cognitivos, afectivos y fisiológicos que sirven como indicadores relativamente estables, de cómo los discentes perciben, interrelacionan y responden a sus ambientes de aprendizaje”. Lo que estas y otras definiciones caracterizan es que los estilos de aprendizaje buscan facilitar el proceso de enseñanza-aprendizaje, buscando una mejor forma en las que los alumnos aprendan de la manera más simple.

En una forma general, se sabe que cada persona tiene una afinidad o modo de aprender algo, por lo que nos indicaría que no hay una única manera de enseñar. Este enfoque abandona el estilo de enseñanza tradicional donde el profesor es el único en poseer el conocimiento universal y donde el alumno juega un papel pasivo, así mismo, en el modo tradicional de enseñanza-aprendizaje básicamente se toma en cuenta los conocimientos lingüísticos, lógicos y matemáticos, dejando a un lado otras capacidades que los alumnos puedan tener. Trabajos como el de Gardner (1998) de inteligencias múltiples, evidencian la diversidad de factores para el aprendizaje. Esta diversidad se basa en el hecho de que cada persona capta, procesa, aprende y recupera la información de manera diferente. Así, el hecho de que cada persona tenga un estilo de aprendizaje hace que existan diferentes formas para aprender algo. Dentro de la teoría de los estilos de aprendizaje se considera explotar los estímulos particulares de cada estudiante para así facilitar el aprendizaje.

Gardner (1998), clasifica estos factores en ocho tipos de inteligencias, la inteligencia lingüística-verbal (el dominio de la comunicación en todos sus sentidos), la inteligencia lógico-matemática (el razonamiento lógico-matemático), la inteligencia corporal kinestésica-práctica (la habilidad manual o motriz), la inteligencia musical (considerada como el arte de componer o ejecutar instrumentos musicales), la inteligencia visual-espacial (capacidad de observar desde diferentes perspectivas), la inteligencia naturalista (la evolución natural), la inteligencia interpersonal-social (capacidad para empatizar con los demás y advertir cosas futuras), y la inteligencia intrapersonal-solitario (capacidad de autocontrol y como consecuencia un mejor rendimiento).

Las investigaciones para facilitar el proceso enseñanza-aprendizaje apuntan a un proceso cíclico. El proceso de aprender muestra cuatro estilos de aprendizaje, que demuestran un cambio en la concepción de cada autor, pero están integrados y correlacionados de manera cíclica. En Alonso, Gallego, y Honey, (1995), se puede ver la integración de estos cuatro estilos en orden cronológico para diversos autores. En particular para Honey y Mumford, (1982), consideran la aplicación de los estilos de aprendizaje con base a la forma de cómo se enseña y se aprende, que las virtudes de cada individuo estuvieran equilibradas para que, en esa misma proporción, los individuos fueran capaces de experimentar, reflexionar, elaborar y aplicar el conocimiento en forma equilibrada. Honey y Mumford, (1982), proponen cuatro estilos con cuatro fases en el proceso de aprendizaje: Activo, Reflexivo, Teórico y Pragmático. Dejan de lado al concepto propio de inteligencia. Las traducciones originales de estas formas de aprendizaje pueden consultarse en La universidad de Leicester (University of Leicester, s. f.). En general las personas con características del estilo,

- Activo son: descubridoras, creativas, arriesgadas, espontáneas, inventivas, participativas, líderes.
- Reflexivo son: receptivas, analíticas, exhaustivas, concienzudas, observadoras, cuidadosas, investigativas.
- Teórico son: metódicas, lógicas, objetivas, críticas, sistemáticas, razonadoras, raciocinios.
- Pragmáticos son: prácticas, experimentadoras, realistas, técnicas, planificadoras, organizadas.

Con base a lo señalado anteriormente, nosotros consideraremos para este trabajo los diferentes tipos de aprendizaje, desde las ocho inteligencias de Garden (1998) hasta los cuatro estilos de aprendizaje de Honey y Mumford (1982), basándonos en los estilos, activos, reflexivos, teóricos, pragmáticos, lógico(matemático), social (interpersonal), solitario (intrapersonal), aprendizaje visual, aural (auditivo), verbal (lectura y escritura), kinestésico (prácticos) y multimodal. Esta última forma de aprendizaje multimodal considera varios estilos de aprendizaje individuales.

Metodología

El desarrollo del presente trabajo fue entorno a la materia de Física I, (FCFM BUAP, s. f.), considerada dentro del mapa curricular de las carreras de matemáticas y matemáticas aplicadas de la FCFM BUAP, la cual es valorada como una materia interdisciplinaria del nivel formativo de las carreras mencionadas y cuyo propósito es introducir al estudiante al estudio de las leyes naturales de la física, la aplicación y modelación de los fenómenos físicos, para ser aplicada a las matemáticas. El contenido de la materia toca amplios campos de la física, como son, la mecánica, el electromagnetismo, mecánica cuántica y la termodinámica; cubriendo la enseñanza del material en alrededor de noventa horas/cuatro meses. Si bien el perfil académico de los estudiantes no es la física, esto nos llevó a diseñar, organizar y planificar el contenido académico de la materia de una manera lo más didáctica posible.

Nuestro grupo de investigación son, alumnos provienen de las carreras de matemáticas (cincuenta y cinco por ciento del total) y matemáticas aplicadas (cuarenta y cinco por ciento del total). El total del grupo de investigación fue de treinta y cinco alumnos. Los alumnos cursan desde el tercero hasta el onceavo semestre. de las carreras de matemáticas y matemáticas aplicadas. La mayoría de los alumnos solo habían tenido un contacto con la física desde el nivel medio superior. Considerando además que, el enfoque de estas carreras es diferente al de una carrera en el área de física y donde el enfoque académico de los

matemáticos se dirige principalmente a casos de estudio abstracto, sin una aplicación en particular. El curso se desarrolló en línea en la plataforma Blackboard (BUAP, s.f.). Los porcentajes en la que los estudiantes asistieron a las sesiones fueron de 90-100%-16 alumnos, de 76-89% - 12 alumnos, de 25-75% 7 alumnos.

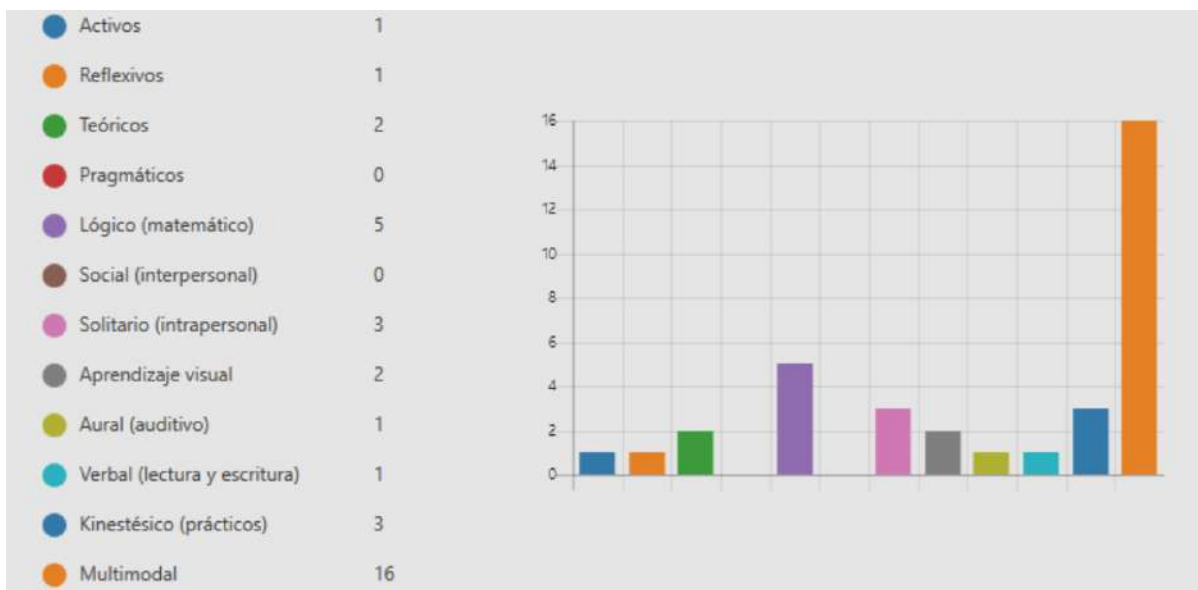


Fig. 1. Estilos particulares de aprendizaje del grupo para la materia Física I.

Para implementar los estilos de aprendizaje al curso de física I se diseñó e implemento un cuestionario vía Forms a los estudiantes a fin de conocer los estilos particulares de aprendizaje. En el cuestionario se consideraron las características propias de cada uno de los estilos de aprendizaje señalados anteriormente como son: activos, reflexivos, teóricos, pragmáticos, lógico-matemático, social-interpersonal, solitario-intrapersonal, visual, aural-auditivo, verbal (lectura y escritura), kinestésico y multimodal. En la Figura 1 se muestran los estilos de aprendizaje del grupo. Se observa que en la mayoría del grupo el estilo multimodal (combinación de diferentes estilos) es predominante. No tomando en cuenta el estilo multimodal que considera diferentes combinaciones de estilo de aprendizaje, se observa que el lógico-matemático es el estilo con el que más se identifican los alumnos de nuestro grupo.

Considerando el desglose del estilo multimodal y los estilos particulares de aprendizaje, en la Figura 2 se muestran los estilos particulares en que se identifican los alumnos de la materia de Física I.



Fig.2. Estilos particulares de aprendizaje del grupo de la materia de Física I

Se puede ver que el estilo lógico matemático es el estilo de aprendizaje con el que más se identifican los alumnos, seguido del kinestésico-práctico, el teórico en tercer lugar y el solitario-intrapersonal en cuarto sitio.

Con base a lo anterior, se diseñó una propuesta de aprendizaje-enseñanza para adaptar a los diferentes estilos de aprendizaje en las áreas de mecánica, electromagnetismo, física cuántica y termodinámica con actividades, casos, ejercicios o pruebas según los distintos estilos de aprendizaje. Se pretendió ajustar de una mejor manera los estilos de enseñar con los estilos de aprender. Se diseñó material, actividades y formas de impartir las clases, que se ajustaba en la medida de lo posible (no a todos) a los estilos de aprendizaje manifestados por los alumnos. De acuerdo con los estilos de aprendizaje de los alumnos, con puntajes mayores por número de alumnos en cada categoría (lógico-matemático, kinestésicos, teóricos, intrapersonal), se trató de ajustar el material propuesto y la forma de enseñar con los estilos de aprendizaje de los alumnos. Así mismo, se diseñó el contenido de la materia en la plataforma Blackboard (BUAP, (s. f.)), no solo con material teórico si no también con simulaciones, prácticas experimentales, material multimedia (auditivo y visual), actividades y aplicaciones, con base a:

Propuesta de aprendizaje al grupo: *Conceptos teóricos* de mecánica clásica, electromagnetismo, mecánica cuántica y termodinámica, mediante pizarra en línea; *discusión de material multimedia; diapositivas, audio y video* de los temas; *experimentos y simulaciones* en línea; *solución de problemas* teóricos; *revisión – solución de casos prácticos – aplicaciones*; desarrollo de *prácticas experimentales* de los temas.

Instrumentos de evaluación propuestos: *Construcción de la Wiki:* revisión y aplicación de los conceptos teóricos. *Participaciones en clase:* aplicación de la teoría a la solución de un problema teórico, revisión de un experimento o práctica experimental o simulación de un fenómeno físico. *Tareas:* poner en práctica la teoría, revisión conceptual en prácticas o simulaciones computacionales. *Problemario:* poner en práctica la teoría mediante la solución de un fenómeno físico, una aplicación tecnológica, problema cotidiano o ley natural. *Prácticas experimentales y simulaciones computacionales:* poner en práctica conceptos y teoría en un experimento o simulación. *Evaluación:* examen teórico.

Resultados

Para valorar el nivel de conocimiento adquirido con base a los instrumentos de evaluación propuestos y con base a los estilos de aprendizaje de mayor puntaje identificados en el grupo de Física I, se realizó una evaluación continua a lo largo de toda la materia y dividida por unidades de aprendizaje, Mecánica Clásica, Electromagnetismo, Mecánica Cuántica y Termodinámica, en el orden citado.

Mostramos los resultados obtenidos en los instrumentos de evaluación al implementar la propuesta de aprendizaje al grupo de acuerdo con el programa académico de la materia Física I. En la Figura 3 se muestra el rendimiento académico por instrumento de evaluación y de cada unidad de aprendizaje. El promedio con un mejor rendimiento es el problemario, seguido de prácticas y/o simulaciones computacionales.

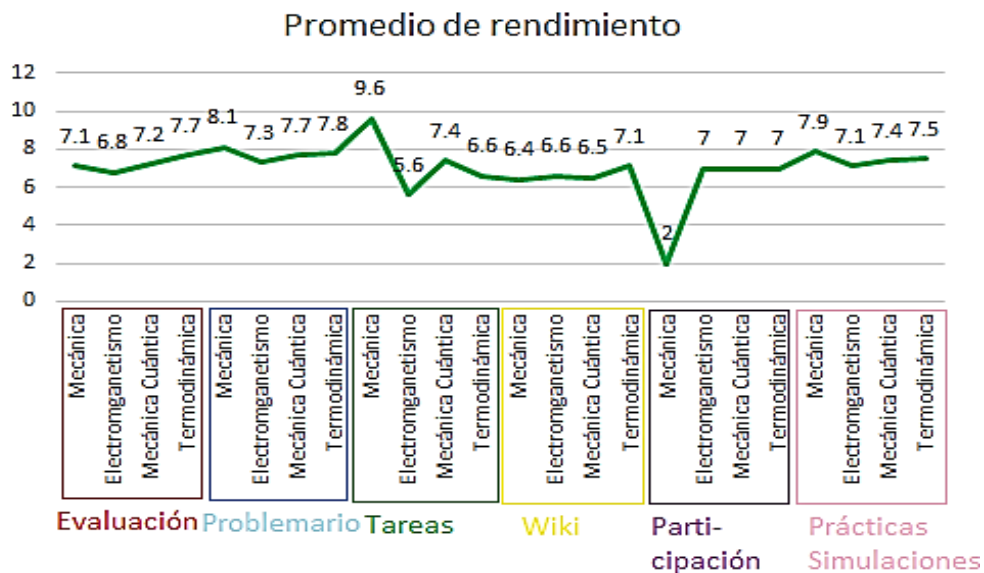


Fig. 3: Rendimiento académico por instrumento de evaluación por tema.

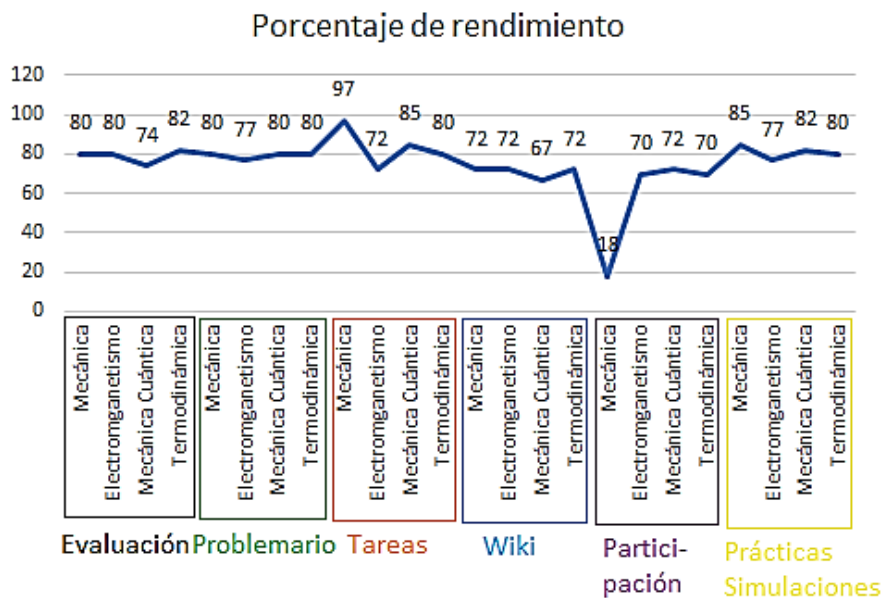


Fig. 4. Porcentaje de cumplimiento por instrumento de evaluación de cada unidad de aprendizaje.

En la Figura 4 se muestra el porcentaje de cumplimiento por instrumento de evaluación y de cada unidad de aprendizaje. Los instrumentos de evaluación con menos aceptación y que presentaron un menor porcentaje de cumplimiento en la entrega fue la participación seguido de la construcción de la wiki.

El promedio de aprovechamiento y el porcentaje de cumplimiento por instrumento de evaluación de todo el curso se puede observar en la Figura 5. Ahí mismo se ve que las tareas que consistieron en cálculos, investigaciones, solución de problemas, etc., fue la actividad más aceptada en el grupo por el porcentaje de cumplimiento, seguido de la actividad de experimentación o simulación computacional. El instrumento menos aceptado fue las participaciones en las sesiones de clase, con aproximadamente el 50% de participación en esta actividad. En cuanto al mejor promedio de aprovechamiento es el instrumento Problemario, seguido de los experimentos/simulaciones.

Para nosotros también fue interesante medir cual fue el promedio de aprovechamiento debido al porcentaje de cumplimiento en la entrega de los instrumentos de evaluación por cada unidad de aprendizaje. En la Figura 5 se puede observar el aprovechamiento académico y el cumplimiento en la entrega de los instrumentos medido en cada unidad del curso. Si bien en promedio el cumplimiento en la entrega de los instrumentos de evaluación fue de 7.5 por cada 10 alumnos durante todo el curso, en la Figura 6 se observa una mejor evaluación en entrega en los temas de termodinámica y mecánica cuántica, y con un menor puntaje en mecánica clásica y electromagnetismo. En cuanto al rendimiento académico, se

observa el mismo comportamiento, se posicionan termodinámica y mecánica cuántica con un mayor nivel de aprovechamiento.

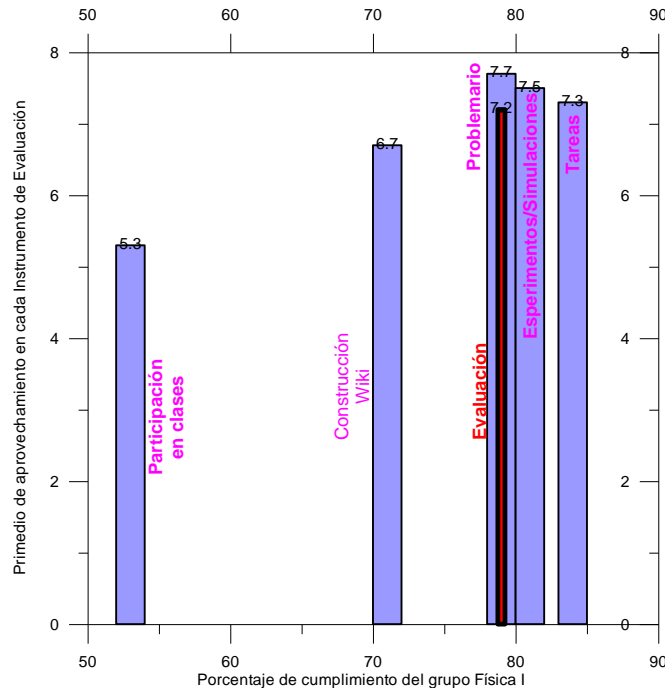


Fig. 5. Promedio de aprovechamiento contra porcentaje de cumplimiento por instrumento de evaluación del curso.

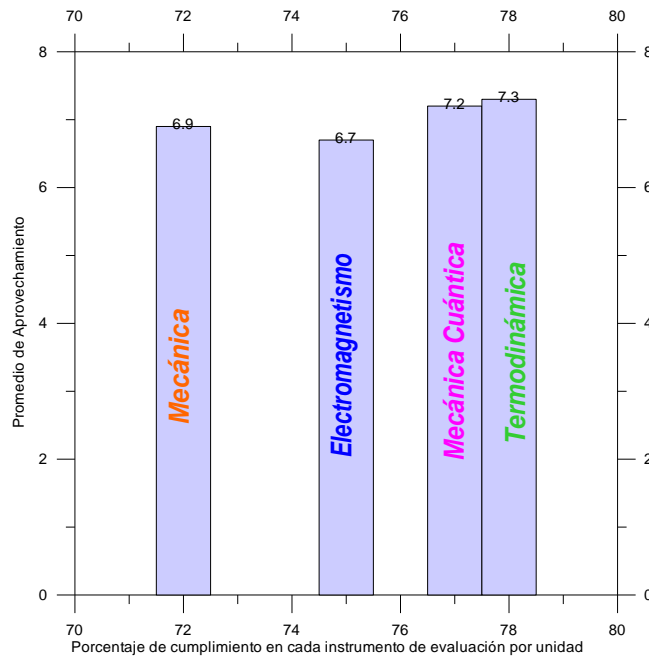


Fig. 6. Promedio de aprovechamiento contra porcentaje de cumplimiento en la entrega de los instrumentos de evaluación de cada unidad de aprendizaje.

Conclusiones

- Se identificaron los estilos de aprendizaje del grupo de la materia Física I.
- Los estilos de aprendizaje de mayor aceptación en el grupo fueron, la forma Lógico-Matemático, segundo Kinestésico-Práctico, tercero Teórico, y cuarto la forma Solitario-Intrapersonal. Otras tuvieron un menor número de aceptación.
- Se diseñó una propuesta de enseñanza para adaptar a los estilos de aprendizaje del grupo en las áreas de mecánica, electromagnetismo, física cuántica y termodinámica
- Con base a los estilos de aprendizaje con mayor puntaje identificados en el grupo, se diseñaron actividades de aprendizaje, a saber, tareas, participaciones en clase, solucionario de problemas, construcción conceptual de la wiki, prácticas/simulaciones y evaluación teórica.
- Se identificó que el trabajo individual (solitario-interpersonal) es una característica de aprendizaje de este grupo, aceptación de un 90% de un total de 35 alumnos de la licenciatura de matemáticas.
- Se identificó que el trabajo en equipo (social-intrapersonal) no es una forma característica de aprendizaje de este grupo, solo fue aceptada un 10%.
- El problemario que asocia soluciones a problemas teórico-aplicativos, seguido de los experimentos/simulaciones fueron los instrumentos de evaluación en donde los alumnos alcanzaron una mejor calificación de aprovechamiento, esto está en relación con los estilos de aprendizaje con mayor puntaje, estilo lógico seguido del kinestésico.
- Las tareas (solución de problemas, investigación, etc.) fue la actividad más aceptada en el grupo, en base al porcentaje de cumplimiento en la entrega, seguido de la actividad de experimentación o simulación computacional, esto acorde con los estilos de aprendizaje de mayor aceptación.
- Los instrumentos de evaluación con menos aceptación y que presentaron un menor porcentaje de cumplimiento en la entrega fue la participación seguido de la construcción de la wiki. Pensamos que se deba a actividades parciales asociadas a los estilos social-interpersonal (participación en clases) y verbal (escritura conceptual de los términos físicos en la wiki) moderadamente aceptados.

- Las unidades con un mejor rendimiento académico/porcentaje de entrega, fueron en los temas de termodinámica y mecánica cuántica. Con menor puntaje mecánica clásica y electromagnetismo.

Referencias

Alonso, C.M. (1991) Estilos de Aprendizaje: Análisis y Diagnóstico en Estudiantes Universitarios. Madrid: Universidad Complutense.

Alonso, C. M., Gallego, D. J. y Honey, P. (1995). Los estilos de aprendizaje: Procedimientos de diagnóstico y mejora. (Recursos e instrumentos psicopedagógicos). Ediciones Mensajero.

BUAP (s. f.)

https://buap.blackboard.com/webapps/blackboard/content/listContentEditable.jsp?content_id=_2467617_1&course_id=_60440_1

Canfield, A. A., Lafferty, J. C. (1976). Learning style inventory. Detroit, MI: Humanics Media.

Dunn, R., & Dunn, K. (1978). Teaching students through their individual learning styles: A practical approach. Reston, VA: Reston Publishing Company- Prentice-Hall Division.

Dunn, R., & Dunn, K. (1992). Teaching elementary students through their individual learning styles: Practical approaches for grades 3-6. Boston: Allyn & Bacon.

Dunn, R., & Dunn, K. (1993). Teaching secondary students through their individual learning styles: Practical approaches for grades 7-12. Boston: Allyn & Bacon.

Facultad de Ciencias Físico Matemáticas BUAP (s. f.)

<https://www.fcfm.buap.mx/assets/docs/docencia/licMatematicas/2016/asignaturas/Fisica-I.pdf>

Gardner, Howard (1998). "A Reply to Perry D. Klein's 'Multiplying the problems of intelligence by eight'". Canadian Journal of Education 23 (1): 96–102. doi:10.2307/1585968. JSTOR 1585790.

Honey, P. & Mumford, A. (1982) Manual of Learning Styles London: P Honey.

Klein, P. (2003). Repensando la multiplicidad de recursos cognitivos y representaciones: alternativa curricular para aprender los estilos y las inteligencias múltiples. Revista de estudios del currículo 35 (1).

Pashler, H.; McDaniel, M.; Rohrer, D.; Bjork, R. (2008). Estilos de aprendizaje: conceptos y evidencia. *Psychological Science in the Public Interest* 9, 105 – 119. Doi:10.1111/j.1539-6053.2009.01038.x.

University of Leicester, (s. f.)

<https://www2.le.ac.uk/departments/doctoralcollege/training/eresources/teaching/theories/honey-mumford>

Obstáculos en el aprendizaje de la geometría transformacional: homotecia

José Luis Pérez¹, Dennis Sanchez²

Colegio Adv. La Cisterna (CH)¹, U. N. E. Rafael María Baralt (Vzla)²
jlpl_86@hotmail.com¹, dennisyohanasanchez@gmail.com²

Resumen

La presente investigación tiene como propósito, analizar los obstáculos en el aprendizaje de la geometría transformacional en los estudiantes de I medio del Colegio Adv. La Cisterna de la Región Metropolitana de Chile, con la intención de sugerir nuevas estrategias didácticas que logren superar dichas dificultades. Se maneja el modelo de razonamiento geométrico de Van Hiele, el cual, explica los niveles de razonamiento geométrico, ordenados de la siguiente manera: Nivel 1: Reconocimiento o visualización Nivel 2: Análisis Nivel 3: Deducción informal u orden Nivel 4: Deducción Nivel 5: Rigor. El enfoque es de tipo Cualitativo, ya que produce información descriptiva, donde se registra lo mencionado por las personas de manera hablada o escrita, y las conductas observadas (Taylor y Bogdan, 1986 citado en Rodríguez, Gil y García, 2014). Finalmente se tiene cómo conclusiones que, la estrategia sugerida para mejorar el aprendizaje del conocimiento de homotecia, es contextualizar el conocimiento para que el estudiante le vea sentido al contenido, como ejemplo se tienen: Las perspectivas de figuras ya sean árboles, calles, alturas entre otras, explicando las proyecciones de cine, diapositivas, transparencias, la obtención de fotográfica, croquis, mapas, planos, las visualizaciones de mapas en relieve, las visualizaciones en microscopios o telescopios, las proyecciones de cine.

Palabras claves

Homotecia, obstáculos, aprendizaje, geometría.

Introducción

Es importante destacar que la matemática es una disciplina fundamental para el desarrollo cultural, científico, tecnológico y social de las sociedades del siglo XXI. Una formación de calidad en matemáticas constituye un aspecto relevante e imprescindible para lograr este propósito.

Un actor sobresaliente en este proceso de formación es el profesor de matemática, facilitador y mediador entre el conocimiento y el estudiante. Para atender esta tarea debe conocer el contenido matemático que va a desarrollar y sus didácticas específicas. Por esta razón, Vélaz de Medrano y Vaillant (2016) destacan que “los docentes importan para influir en el aprendizaje de los estudiantes y para mejorar la calidad de la educación. Importan, en definitiva, como un recurso necesario e imprescindible para la sociedad del conocimiento” (p. 11). Es decir, los docentes tienen como profesionales, una gran responsabilidad: propiciar un aprendizaje significativo-crítico que conduzca al conocimiento, el cual enriquece el bagaje cultural de un país y de la sociedad en general. En tal sentido y contextualizándolos en el sistema educativo de Chile, se puede observar que en matemática existe mejora en el desempeño en la última década. Sin embargo, más de la mitad de los estudiantes chilenos no logra los niveles esperados de desempeño establecidos por los distintos instrumentos de evaluación, tanto nacionales como internacionales.

Desde que existen mediciones comparables para las distintas asignaturas, y en especial en matemática, los estudiantes chilenos han mostrado un avance evidente en su desempeño tanto en las evaluaciones nacionales como internacionales. Estas últimas indican que Chile tiende a ubicarse por sobre el promedio de los países latinoamericanos en la mayoría de las asignaturas. Sin embargo, los aprendizajes son todavía insatisfactorios cuando se analiza el desempeño de los estudiantes en los Niveles de Aprendizaje que establecen las pruebas nacionales e internacionales. Por esta razón en matemática, el puntaje promedio, tanto de las pruebas nacionales como internacionales, se ha incrementado en la última década. Sin embargo, en términos de logros de los Estándares de Aprendizaje, tanto para Simce como para los estudios internacionales, más de la mitad de los estudiantes chilenos no logra el nivel esperado de desempeño.

Destacando que la evaluación simce, es **donde se evalúa el logro de los contenidos y habilidades** del currículo vigente a través de una medición que se aplica de igual manera a todos los estudiantes del país que cursan los niveles evaluados. El Simce también recoge información sobre docentes, estudiantes, padres y apoderados a través de cuestionarios.

Sin embargo, en el colegio Adv. La Cisterna Ubicado en la Región metropolitana de Chile, siendo el lugar donde se aplicó la investigación, los profesores de matemática ven con preocupación, la idea de movilizar y hacer mucho más dinámico el conocimiento matemático en las aulas de clases, destacando que en este año escolar 2020, las actividades escolares fueron desarrolladas al cien por ciento vía online, haciendo así que los estudiantes logren potencializar sus conocimientos en esta área que moviliza un saber.

Pero ha sido notorio en el plantel educativo, que la geometría transformacional no ha sido abordada con la importancia que ella conlleva, esto puede ser debido a la manera como es planteada en estos días (manejo de regla y compas). En el caso específico de la homotecia. Consientes y preocupados por esta situación se pretende con este trabajo proponer una nueva manera con la cual el profesor pueda enseñar las homotecias, haciendo de estas un conocimiento mucho más asequible a los estudiantes y de esta manera se pueda hacer que las homotecias sean más desarrolladas en un aula de clase de forma contextualizada. Por otro lado, el propósito de desarrollar el conocimiento de la homotecia, según el Curriculum Nación (2009) del Ministerio de Educación para el curso de I medio. Es que, las y los estudiantes sean capaces de determinar, desde lo concreto, el factor de una homotecia. Para ello, trabajan con representaciones concretas, como fotos, las que han sido ampliadas en un factor k . Se pretende que relacionen la homotecia con procesos naturales, como el funcionamiento del ojo, y con objetos creados por el ser humano, que amplifican o reducen imágenes u objetos a distancia.

Como objetivo final, deben lograr hacer dibujos ampliados por un factor determinado, y viceversa, y construir objetos que respondan al concepto de homotecia. Asimismo, tienen que ser capaces de desarrollar los teoremas de Tales, desde lo concreto hasta lo simbólico, utilizando la noción de homotecia, razón y proporción. Estos teoremas se emplean tanto para resolver problemas rutinarios como problemas contextualizados.

En esta etapa, se utilizan las propiedades de semejanza de figuras de manera práctica y precisa; se recomienda desarrollar la noción intuitiva de semejanza y ampliarla a la noción de "modelos a escala". Finalmente, se trabaja de manera pictórica y simbólica el producto de un vector por un escalar, lo que corresponde a la homotecia en forma vectorial. Se recomienda usar regla y compás, y algún software geométrico para las representaciones pictóricas. Cabe destacar que los estudiantes deben reflejar algunos conocimientos previos como son:

- Operatoria con números racionales.
- Razones y proporciones.
- Ecuaciones lineales.

Finalmente, no se logra que los estudiantes comprendan el concepto de homotecia: Relacionándola con la perspectiva, el funcionamiento de instrumentos ópticos y el ojo humano. Existen dificultades para que los estudiantes logren medir segmentos adecuados para determinar las propiedades de la homotecia. Y finalmente se le

dificulta aplicar las propiedades de la homotecia en la construcción de objetos que les permita resolver problemas de la vida cotidiana y de otras asignaturas.

Marco Teórico

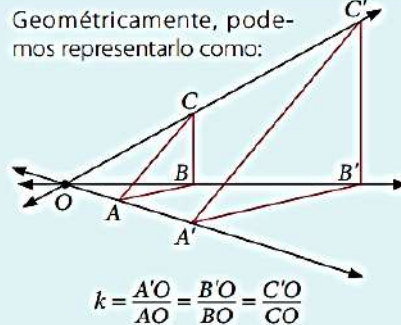
Homotecia

Conceptos

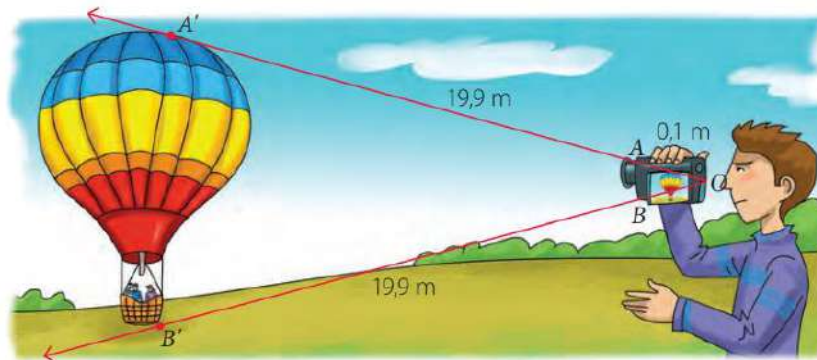
Una **homotecia** es una transformación geométrica que permite obtener una figura con igual forma a otra.

Dos figuras son **homotéticas** si al unir mediante rectas sus vértices correspondientes estas rectas concurren en un único punto, llamado **centro de homotecia** (O).

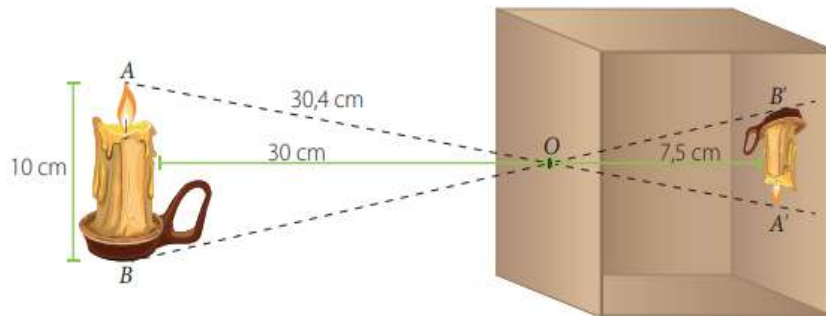
En una homotecia, la **razón** entre la distancia del centro de homotecia (O) al vértice de la figura imagen y la distancia del centro de homotecia (O) al vértice de la figura original se llama **razón de homotecia** (k).



Autor: Texto escolar MINEDUC (2020) Chile.



Autor: Texto escolar MINEDUC (2020) Chile.



Autor: Texto escolar MINEDUC (2020) Chile. Cámara oscura.

Conocimiento previo

Según, López J. (2009), los prerrequisitos para que un aprendizaje sea significativo para los estudiantes son:

1 - Que el material le permita establecer una relación sustantiva con los conocimientos e ideas ya existentes. A esta condición del material se la denomina significatividad lógica.

2.- Disposición, interés y posibilidad de darle sentido a lo que se aprende. Es decir, que el aprendizaje promueva una significatividad psicológica.

En primer lugar, “un material es potencialmente significativo cuando permite la conexión de manera no arbitraria con la estructura cognitiva del sujeto”. En segundo lugar, se hace referencia al hecho que, “el aprendizaje pueda significar algo para el estudiante y lo ayude a establecer una conexión no arbitraria con sus propios conocimientos”, López (2009).

De lo anterior se infiere que, el nuevo material (que puede ser un texto o la información verbal del docente) debe dar lugar a la construcción de significados. Ello depende, en gran medida, de la organización interna del material o eventualmente, de la organización con que se representa dicho contenido del estudiante.

Errores

La fiabilidad del conocimiento humano, esto es, la capacidad de considerar como verdaderos conceptos y procedimientos que están deficientemente desarrollados, que incluyen ideas contradictorias o interpretaciones o justificaciones falsas, esto ha sido una preocupación durante muchos años para filósofos y pensadores de la humanidad, por conocer, comprender y aprender de los procedimientos erróneos, De Zubiría (1998).

Por su parte, Brousseau (1983) asegura que, el error puede ser:

“...un efecto de la ignorancia, del azar, puede seguir como resultado de un conocimiento anterior, que tenía su interés, su éxito, pero que ahora se revela falso o simplemente inadaptado. Los errores de este tipo no son erráticos e imprevisibles, sino que son originados por los obstáculos”.

Seguramente, para este autor, un obstáculo es una interpretación o la concepción de algo que ha sido eficiente para resolver algún tipo de problema, pero que tiene sus fallas cuando se quiere relacionar en la solución de otro; debido al éxito que pudo tener previamente se resiste a ser modificado o a ser rechazado, y por consecuencia ocasiona una barrera para el aprendizaje posterior.

Por su parte, Radatz (2005, citado por Rico, 2015), clasifica los errores de la forma siguiente:

1.- Errores debidos a dificultades en el lenguaje: se presentan en la utilización de conceptos, símbolos y vocabulario matemático, y al efectuar el pasaje del lenguaje corriente al lenguaje matemático.

2.- Errores debidos a dificultades para obtener información espacial: aparecen en la representación espacial de una situación matemática o de un problema geométrico.

3.- Errores debidos a un aprendizaje deficiente de hechos, destrezas y conceptos previos: son los cometidos por deficiencias en el manejo de algoritmos, hechos básicos, procedimientos, símbolos y conceptos matemáticos.

4.- Errores debidos a asociaciones incorrectas o a rigidez del pensamiento: son causados por la falta de flexibilidad en el pensamiento para adaptarse a situaciones nuevas; comprenden los errores por perseverancia, los errores de asociación, los errores de interferencia, los errores de asimilación.

5.- Errores debidos a la aplicación de reglas o estrategias irrelevantes: son producidos por aplicación de reglas o estrategias similares en contenidos diferentes.

Indicadores de la unidad 3 según Curriculum nacional del Ministerio de educación de Chile. (2009)

- Representan modelos de la homotecia de manera concreta (fuente de luz puntual, vela, ampolleta, lápiz, bloque).
- Reconocen las propiedades de la homotecia, como paralelismo, conservación del ángulo y conservación de razones.
- Conjeturan sobre el factor de la homotecia.
- Realizan homotecias en el plano, identificando el rayo óptico con el rayo geométrico. Realizan homotecias mediante el centro y el factor dado. Realizan homotecias mediante el centro y un par de imagen y preimagen dado.
- Aplican la homotecia en modelos ópticos, como la "cámara oscura", el ojo humano y fenómenos de la Tierra y el universo.
- Resuelven problemas de la vida cotidiana y de otras asignaturas.

Niveles de Van Hiele para la enseñanza de la Geometría

El modelo de razonamiento geométrico de Van Hiele explica cómo se produce la evolución del razonamiento geométrico de los estudiantes dividiéndolo en cinco niveles consecutivos: la visualización, el análisis, la deducción informal, la deducción formal y el rigor, los cuales se repiten con cada aprendizaje nuevo. El estudiante se ubica en un nivel dado al inicio del aprendizaje y, conforme vaya cumpliendo con un proceso, avanza al nivel superior.

Estos niveles van de la mano con los procesos mentales del ser humano, los cuales son puestos en práctica al momento del aprendizaje, comprenden la observación, la identificación, la clasificación, la comparación, el análisis, la síntesis, la conclusión y la reflexión.

El modelo de Van Hiele también indica la manera de apoyar a los estudiantes a mejorar la calidad de su razonamiento, pues proporciona pautas para organizar el currículo educativo y así ayudar al estudiante a pasar de un nivel a otro. Modelo de razonamiento geométrico de Van Hiele De acuerdo con Jaime (1993), el modelo de Van Hiele abarca dos aspectos básicos:

- Descriptivo: mediante este se identifican diferentes formas de razonamiento geométrico de los individuos y se puede valorar su progreso.
- Instructivo: marca pautas a seguir por los profesores para favorecer el avance de los estudiantes en el nivel de razonamiento geométrico en el que se encuentran.

Los niveles de razonamiento geométrico de Van Hiele

Nivel 1: El individuo reconoce las figuras geométricas por su forma como un todo, no diferencia partes ni componentes de la figura. Puede, sin embargo, producir una copia de cada figura particular o reconocerla. No es capaz de reconocer o explicar las propiedades determinantes de las figuras, las descripciones son principalmente visuales y las compara con elementos familiares de su entorno.

Nivel 2: El individuo puede ya reconocer y analizar las partes y propiedades particulares de las figuras geométricas y las reconoce a través de ellas, pero no le es posible establecer relaciones o clasificaciones entre propiedades de distintas familias de figuras.

Nivel 3: El individuo determina las figuras por sus propiedades y reconoce cómo unas propiedades se derivan de otras, construye interrelaciones en las figuras y entre familias de ellas. Establece las condiciones necesarias y suficientes que

deben cumplir las figuras geométricas, por lo que las definiciones adquieren significado.

Nivel 4: En este nivel ya el individuo realiza deducciones y demostraciones lógicas y formales, al reconocer su necesidad para justificar las proposiciones planteadas. Comprende y maneja las relaciones entre propiedades y formaliza en sistemas axiomáticos, por lo que ya entiende la naturaleza axiomática de las Matemáticas.

Nivel 5: El individuo está capacitado para analizar el grado de rigor de varios sistemas deductivos y compararlos entre sí. Puede apreciar la consistencia, independencia y completitud de los axiomas de los fundamentos de la geometría. Capta la geometría en forma abstracta.

Metodología

El enfoque de esta investigación es de tipo Cualitativo, ya que produce información descriptiva, donde se registra lo mencionado por las personas de manera hablada o escrita, y las conductas observadas (Taylor y Bogdan, 1986 citado en Rodríguez, Gil y García, 2014).

Además, se busca detallar de manera exacta los errores presentados por los estudiantes para el aprendizaje de la geometría transformacional. El proceso utilizado para recolectar la evidencia se desarrolló directamente desde el lugar en donde se produce el fenómeno, por lo tanto, se puede afirmar que esta investigación tiene un enfoque naturalista o de campo, y sin influir directamente en las variables asociadas al razonamiento geométrico, por ende, es no experimental.

Finalmente, esta investigación busca describir la situación actual de un grupo de estudiantes en un Colegio adv. La Cisterna ubicado en la Región metropolitana de Chile, respecto a su grado de adquisición en determinados niveles de razonamiento según la teoría de Van Hiele, para determinar los obstáculos presentados por los estudiantes permitiendo un primer abordaje sobre el objeto de estudio.

Resultados

Dentro de los principales resultados obtenidos en la investigación, se tiene que las dificultades, en el proceso de interacción con los estudiantes, encontramos ciertas dificultades, las cuales se evidenciaron con el desconocimiento del tema a tratar (gráfica de puntos en el plano), estas dificultades eran generales, entre ellas, el poco manejo de las diferentes definiciones necesarias para abordar el tema de homotecia.

La Figura 1 muestra que solo el 20% de los estudiantes involucrados en la investigación de un total de (45), dominan el tema de homotecia y teorema de Tales.

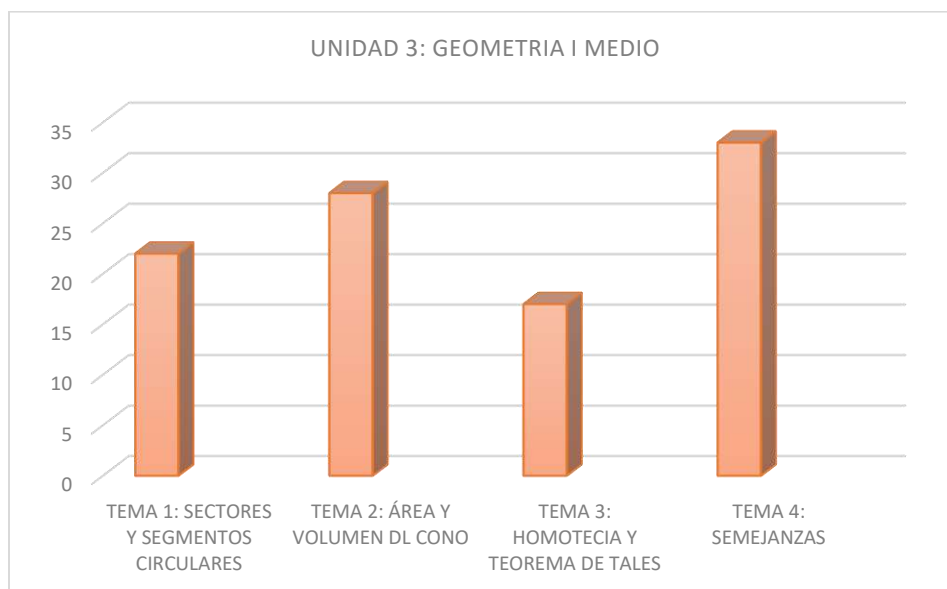


Fig. 1. Elaboración propia (2020).

Cabe destacar, que los errores cometidos por los estudiantes son:

- Desconocimiento o poco dominio de las propiedades de la proporción.
- Dificultad para analizar y aplicar un procedimiento para la resolución de un problema planteado de razón.
- Poca reflexión para concatenar los conocimientos previos con los adquiridos con el tema de homotecia.
- En casos puntuales se le problematiza la representación gráfica para observar la homotecia.
- Desconocimiento de las características de un vector y de un escalar, que les permita trabajar con el tema de homotecia en forma de vector.
- Problema para la utilización de la regla y el compás para la construcción de la homotecia.
- Confusión al momento de identificar o diferenciar la homotecia directa o la homotecia inversas y sus características.

Otro de los resultados se refleja como resumen en el siguiente cuadro, donde se describe a continuación los niveles esperados y los niveles alcanzados por los estudiantes al ser observados y evaluados en el desarrollo del contenido de homotecia durante el año escolar 2020.

Tabla I: Elaboración propia (2020)

INDICADOR DE EVALUACIÓN	HABILIDADES Y PROCESO	NIVEL ESPERADO	NIVEL DE ALCANCE
Reconoce las propiedades de la homotecia, como paralelismo, conservación del ángulo y conservación de razón.	Reconocimiento	2	1
Conjetura sobre el factor de la homotecia.	Argumentación Reconocimiento Formulación de definición	3	2
Realiza homotecia mediante el centro y el factor dado.	Representa Uso de la definición	3	2
Aplica la homotecia en modo óptico, con la cámara oscura el ojo humano y fenómenos de la tierra y el universo.	Resolución de problemas Representa Argumenta Modelación Reconocimiento.	3	2

Se puede analizar que los niveles alcanzados están por debajo de los niveles esperados de parte de los estudiantes y esto debido a los diferentes errores que ya fueron mencionados.

Conclusiones

En relación con el campo de estudio de la Geometría Transformacional, es importante precisar que el propósito fundamental que se pretende lograr con este trabajo es indicar nuevas estrategias que ayuden a fortalecer el conocimiento de la homotecia en los estudiantes partiendo desde las dificultades presentadas por ellos.

Por esta razón, la estrategia sugerida para mejorar el aprendizaje del discernimiento de la homotecia es contextualizar el conocimiento para que el estudiante le vea sentido al contenido, como ejemplo se tienen:

- Las perspectivas de figuras ya sean árboles, calles, alturas entre otras.
- Explicando las proyecciones de cine, diapositivas, transparencias.
- La obtención de fotográfica, croquis, mapas, planos entre otros.
- Las visualizaciones de mapas en relieve.
- Las visualizaciones en microscopios o telescopios.
- Las proyecciones de cine.

Referencias

Curriculum Nacional Chile (2009), Ministerio de Educación, MINEDUC pág. web <https://www.curriculumnacional.cl/portal/>

Galasso D. y Col (2020) Texto del estudiante, matemática 1 medio, Santillana Edición especial para el Ministerio de educación de Chile.

López R, J. A. (2009). La importancia de los conocimientos previos para el aprendizaje de nuevos contenidos. Disponible en: http://www.csi-csif.es/andalucia/modules/mod_ense/revista/pdf/Numero_16/JOSE%20ANTONIO_LOPEZ_1.pdf.

Rico, L. (2015): “Errores y dificultades en el aprendizaje de las Matemáticas”, cap. 3. pp. 69-108, en KILPATRIK, J.; GÓMEZ, P., y RICO, L.: Educación Matemática. Grupo Editorial Iberoamérica.

Rodríguez, G., Gil, J. y García, E. (2014). Metodología de la Investigación Cualitativa. Granada: Aljibe.

Vélaz de Medrano y Vaillant (2016) asesoramiento psicopedagógico y socioeducativo, la colaboración profesional para la resolución de problemas educativos desde el enfoque comunitario Madrid.

¿Qué hace un físico? Perspectiva de 80 estudiantes de Bachillerato

Paola Guadalupe Marín Ramírez¹,
Luz María de Gpe. González Álvarez²
Paoladalu97@gmail.com

Resumen

Este artículo habla de la percepción que tienen 80 estudiantes del Bachillerato sobre las labores que deben de tener las personas dedicadas a la física, haciendo distinción entre hombres y mujeres, y si se encuentran compartiendo actividades entre ellos. Estos resultados se obtienen mediante la aplicación de un cuestionario a dichos estudiantes. Además, se hace una comparación de estos resultados con los de investigaciones semejantes.

Palabras clave

Trabajo, hombres, mujeres, enseñanza.

Introducción

Actualmente la inserción de las mujeres a las ciencias experimentales ha aumentado en algunas de las carreras, pero en estos resultados, encontramos que de las que deciden hacer estudios en dicha área, no muchas la hacen en Física. En el caso de los hombres la situación es similar, pues, aunque los hombres predominan en la Física, si se vuelve a comparar con otras carreras de la misma rama, se observa que esta no es la favorita para su elección.

Es por ello que las autoras de este documento se dieron a la tarea de investigar las opiniones de 80 jóvenes estudiantes de bachillerato sobre la percepción que ellos tienen de la Física, a través de un cuestionario que incluía un total de 9 preguntas. En este documento solamente se darán a conocer los resultados de una de ellas, cuyo objetivo es conocer la percepción de los estudiantes acerca de las labores que realizan las personas dedicadas a la física, cuando estas concluyeron sus estudios. Por otra parte, se hace una comparación de las respuestas que dieron las mujeres

¹ Escuela Superior de Física y Matemáticas, Instituto Politécnico Nacional.

² Escuela Superior de Física y Matemáticas, Instituto Politécnico Nacional.

y hombres. Para el análisis de los datos obtenidos, se tomaron las respuestas textuales de cada estudiante, posteriormente se realizaron redes sistémicas, y los resultados del análisis de las mismas se contrastan con otras investigaciones relacionadas.

Marco Teórico

En la actualidad varios estudios revelan que los jóvenes no se encuentran atraídos a las ciencias. Uno de estos estudios es el ROSE (de las siglas del inglés *The Relevance of Science Education*, citado en Acevedo, 2005) sus resultados dibujan que los jóvenes de los países desarrollados piensan que las ciencias son importantes, pero, la gran mayoría, no quiere continuar estudiándolas más allá de la etapa obligatoria; mientras que en los países en vías de desarrollo aún hay un amplio sector que piensa seguir estudiándolas (Marba y Márquez, 2010). Este escaso interés por realizar estudios de ciencias y trabajar en el futuro como científico o ingeniero, así como un cierto desencanto con la ciencia y la tecnología e, incluso, cierta hostilidad hacia ambas, parecen ser mayores en muchas de las naciones más desarrolladas, como en países de Europa Occidental y Japón; que en otras menos desarrolladas (Acevedo, 2005).

Percepción en Latinoamérica:

Para los países Iberoamericanos, aunque ya se contaba con varias investigaciones, en el 2008, el Observatorio Iberoamericano de la Ciencia, la Tecnología y la Sociedad del Centro de Altos Estudios Universitarios de la Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura (OEI), donde México es uno de los países participantes, estableció como línea de investigación la percepción social de las ciencias, con lo cual orientó sus estudios hacia el ámbito científico-tecnológico y el sistema educativo de nivel medio, bajo el tema en común de la problemática de la promoción de las carreras científicas entre los estudiantes, la cual esperaba tener cambios significativos para el año 2021, pues durante los años 2008 al 2021, se planteaban crear estrategias que hicieran más favorable la forma en que se ve la ciencia.

En el 2009, Polino y Chiappe aplicaron una encuesta a 1048 estudiantes de diferentes escuelas de nivel medio superior en la ciudad de Buenos Aires (Argentina), donde encontraron que la mayoría de esta población no le gustaría trabajar como científico. Además, señalaron que este desinterés por la ciencia tiene que ver con la dificultad de las materias en ciencias y el aburrimiento que les produce estudiarlas. Por otra parte, la mayoría de los estudiantes comentaron que creen que los científicos son personas apasionadas por lo que hacen, que valoran las nuevas ideas y con una inteligencia superior, pero que son distintos a una

persona común (pero no los vieron como personas raras, solitarias o distraídas). Las características más sobresalientes que señalaron como parte del trabajo de un científico fueron: la observación, la experimentación, la formulación de ideas, percibir un buen salario y tener un trabajo creativo y desafiante.

En ese mismo año, Domínguez (2009) aplicó un cuestionario a 58 estudiantes que se encontraban en primer y último semestre de las licenciaturas de Psicología, Medicina, Enfermería, Odontología, Nutrición y Cultura Física y Deportes de la Universidad de Guadalajara (México), donde encontró que la mayoría ven a la ciencia como una finalidad, es decir, que la ciencia es el estudio de algo. Otro resultado fue cuando se les pregunto sobre los sentimientos que la ciencia les producía, siendo los positivos (como alegría, emoción, felicidad, placer, etc.) los más mencionados.

En el 2010, Daza hizo un análisis de los resultados obtenidos de las encuestas aplicadas a jóvenes estudiantes de las ciudades de Asunción, Bogotá (Colombia), Buenos Aires (Argentina), Lima (Perú), Madrid (España), Montevideo y Sao Paulo (Brasil) del proyecto: “Encuesta a Jóvenes Iberoamericanos” (sobre las ciencias) financiado por el OEI, donde encontró que existe una aparente contradicción, pues los niveles de interés hacia la ciencia en la escuela y la inserción a carreras del ramo era baja, pero la percepción sobre la ciencia (en general) y los beneficios que estas proveen era alta. Este estudio hace un análisis sobre las diferencias que existen entre hombres y mujeres, donde encontró que las mujeres tienen una tendencia a estar menos cómodas con el hecho de pensar que la ciencia hace que nuestra vida sea más fácil, aunque la brecha no es muy significativa.

Por otra parte, Leyton, Ugalde y Sánchez (2010), aplicaron una encuesta a 4800 estudiantes de nivel medio de 67 colegios de Chile, donde hicieron un análisis de diferencias en la perspectiva de género. Así, ellos encontraron que las mujeres prefieren la carrera de medicina y los hombres a ser ingenieros y científicos, pero en general la idea de ser científico es muy poco atractiva. Además, este estudio muestra que las condiciones sociales favorecen o no al gusto de querer o no a la ciencia. Por otra parte, la mayoría de los jóvenes percibe que hay grandes beneficios y problemas, pero ven a al científico como una persona apasionada por su trabajo y que tiene una mente abierta, pero que es muy exigente.

Rosen (2019), reportó únicamente los resultados de México y Brasil, que se obtuvieron del estudio “Estado de la ciencia en el Mundo” (State of Science Index) realizada en el 2018, la cual fue realizada por la empresa 3M y la consultora Ipsos, que consistió en aplicar una encuesta a 14025 adultos de 14 países (Brasil, México, Canadá, China, Alemania, India, Japón, Polonia, Singapur, Sudáfrica, Corea del sur, España, Reino Unido y Estados Unidos). Los resultados obtenidos para los adultos de México y Canadá muestran que un 74% consideraron a la ciencia muy importante

para la sociedad, con una imagen muy positiva. Por otra parte, comparando los resultados obtenidos para estos países de Latinoamérica, se encontró que en hay mayor interés sobre la ciencia en los países latinoamericanos que en los europeos. Por otra parte, un 50% de los adultos mexicanos y brasileños dijeron confiar en los científicos.

Finalmente, Tarango (2020) aplicó una encuesta a 4456 estudiantes de bachillerato del estado de Chihuahua (México), con la intención de conocer el gusto y la disposición hacia la innovación científico-tecnológica. En dicha encuesta, se encontró que la mayoría de los estudiantes no tuvieron interés en este tipo de iniciativas, pues un 55.6% de los estudiantes indicó que no le gusta interactuar con la ciencia.

Metodología

Como la inserción tanto de hombres como de mujeres (en especial de las mujeres) a la física es pequeña comparada con otras carreras de las ciencias experimentales, las autoras de este documento se plantearon la meta de investigar acerca de algunas de las razones de este fenómeno.

Es por esa razón que se elaboró un cuestionario que incluía un total de 9 preguntas abiertas, el cual debía de ser aplicado a estudiantes (tanto hombres y mujeres) que se encontraran estudiando el tercer semestre del bachillerato, pues se encuentran tomando la materia de física I, de acuerdo con el nuevo plan de estudios de la SEP.

Este cuestionario fue aplicado en la Escuela Preparatoria Oficial no. 331 en Zumpango, Edo. De México, tomando un grupo del turno matutino y otro en el turno vespertino, con lo cual se obtuvieron un total de 80 cuestionarios. Además, en el grupo del turno matutino el docente de física era mujer, y el docente del turno vespertino era hombre.

Para evitar algún tipo de influencia en los estudiantes, el aplicador del cuestionario no mencionó que era un estudiante de Física y permitió la libertad de usar cualquier material (lápiz, colores, plumas, etc.) para contestar el mismo. El tiempo que cada grupo ocupó fue diferente, pues en el turno vespertino se usaron 50 minutos para contestar, ya que esta fue la única actividad que hicieron durante este tiempo; mientras que en el turno matutino hicieron uso de 100 minutos pues se encontraban en una práctica de laboratorio.

Para el análisis de datos se hizo uso redes sistémicas coherentes usando las respuestas obtenidas de estos estudiantes.

Puesto que el objetivo de este artículo es conocer la opinión que tienen los jóvenes acerca de la labor de un físico, se presentará a continuación la pregunta del cuestionario que los jóvenes respondieron para saber dichas labores: una persona cercana a tu familia acaba de terminar su licenciatura en Física y encontró un trabajo en donde desempeña su profesión, ¿qué tipo de trabajo crees que hará?

Resultados

A continuación, se desglosan las respuestas que se obtuvieron de los ochenta estudiantes, divididas en dos grandes campos. La decisión para tomar dichos campos es debida al hecho de que los mismos jóvenes escriben lugares y trabajos.

Labor de un físico:

- i) Trabajar
 - A) Ocupación
 - a) Educación
 - 1) Profesor
 - 1.1.1.1.1 De física
 - 1.1.1.1.2 De secundaria
 - 1.1.1.1.3 De preparatoria
 - 2) Docente
 - 3) Maestro
 - IV) De física
 - V) De química
 - 4) Impartiendo clases
 - VI) De física
 - 5) Dando clases
 - VII) En una universidad
 - b) Ciencias naturales, exactas y de la computación
 - 6) Físico matemático
 - 7) Programador
 - 8) Verificación o comprobación de una ley
 - 9) Físico-químico
 - 10) Laboratorista
 - 11) Medición de lugares y objetos
 - c) Salud
 - 12) Medico
 - 13) Determinación y creación de medicamentos
 - d) Ingeniería, manufactura y construcción
 - 14) Ingeniero
 - VIII) Matemático
 - IX) Mecánica automotriz
 - X) Física

- 15) Mecánica automotriz (mecánica)
- 16) Fabricante en el diseño y funcionamiento de Autos
- 17) Ver las densidades de varios alimentos
- 18) Construcción de objetos voladores
- 19) Diseñador de planos
- 20) Arquitecto
- e) Servicios
 - 21) Electricista
 - 22) Expositor (museo o conferencias)
 - 23) Bicitaxi [C76] 1M
- f) Otros
 - 24) Investigador
 - 25) Científico
 - 26) Inventor
 - 27) Resolver problemas
 - 28) Hacer artículos de divulgación
 - 29) En experimentos
 - 30) Dando resultados de cálculos para realizar algo
 - 31) Escribiendo libros acerca de sus investigaciones
 - 32) Buscando nuevos avances
 - 33) Fabricante de cualquier producto
 - 34) Calcular algo para producción de un trabajo
 - 35) Haciendo nuevos descubrimientos
 - 36) Viajar por el mundo en diversas conferencias
- B) Lugar
 - g) Crean productos
 - 37) Fabricas
 - XI) Donde busquen elaborar una máquina que rompa la continuidad del espacio-tiempo
 - 38) Construcción
 - h) Industrias
 - i) Empresa
 - 39) Donde miden densidades de golosinas
 - 40) Laboratorio
 - 41) De experimentos en compañías de tecnología
 - j) Instituciones
 - 42) Para la elaboración de teorías físicas
 - k) Planta nuclear
 - l) Centro meteorológico
 - m) Museo
 - n) NASA
 - o) Cualquier lugar
- ii) Estudiar leyes (físicas)
- iii) Sin especificación

- p) Depende en que rama de la física está realizando
- q) En diversos campos laborales
- r) No
- s) No nadie
- t) No sé, la verdad
- u) No se
- v) No ninguna persona de mi familia

En la Figura 1 se muestra la red Sistémica de las respuestas proporcionadas. La primera categoría de la red es la referente al Trabajo, la cual se subdivide en dos subcategorías, Ocupación y Lugar. En la primera subcategoría (Trabajo), se obtuvo la división de seis ramas. La primera de estas es la referente a los trabajos en el área de la Educación, el cual muestra que 45 de los 80 estudiantes dijeron al menos una vez como respuesta que trabajaron con algo relacionado a la educación. La mayoría de las respuestas fue dada por mujeres (27 de los 45 son mujeres). La segunda rama, son los trabajos que se encuentran en las Ciencias Naturales, Exactas y de la Computación, donde solo seis estudiantes mencionan algún trabajo en esta rama. Análogamente a la primera rama, son nuevamente las mujeres las que dan la mayoría de las respuestas.

La tercera rama tiene que ver con los trabajos del sector Salud; son 3 estudiantes los que piensan que los físicos hacen algún trabajo ahí. Nuevamente son las mujeres las que muestran mayor presencia en la rama que los hombres. La cuarta rama tiene los trabajos que se encuentran relacionadas con la Ingeniería, manufactura y construcción; que un total de 16 estudiantes menciona al menos una actividad de la misma. En términos de género, son los hombres los que más mencionaron algún trabajo de la rama.

En la rama de Servicios, se encuentran los trabajos que prestan un servicio directo a la comunidad; esta rama está compuesta por las respuestas de tres estudiantes, quienes en su mayoría son hombres. Finalmente, la última rama tiene ocupaciones que describen una actividad muy general, es decir que en varios campos se pueden realizar. Un total de 17 estudiantes tienen al menos una respuesta en esta categoría, donde la mayoría son mujeres, pero tanto los hombres como las mujeres dieron alguna respuesta relacionada con esta rama.

La segunda subcategoría de la categoría Trabajo tiene que ver con las respuestas que solo mencionan el Lugar donde laboran los físicos, pero no la actividad a realizar; donde un total de 18 estudiantes mencionaron al menos un lugar de trabajo. De estos 18, 12 son mujeres y seis son hombres, es decir la mayoría de los estudiantes que dio respuestas en esta categoría son mujeres.

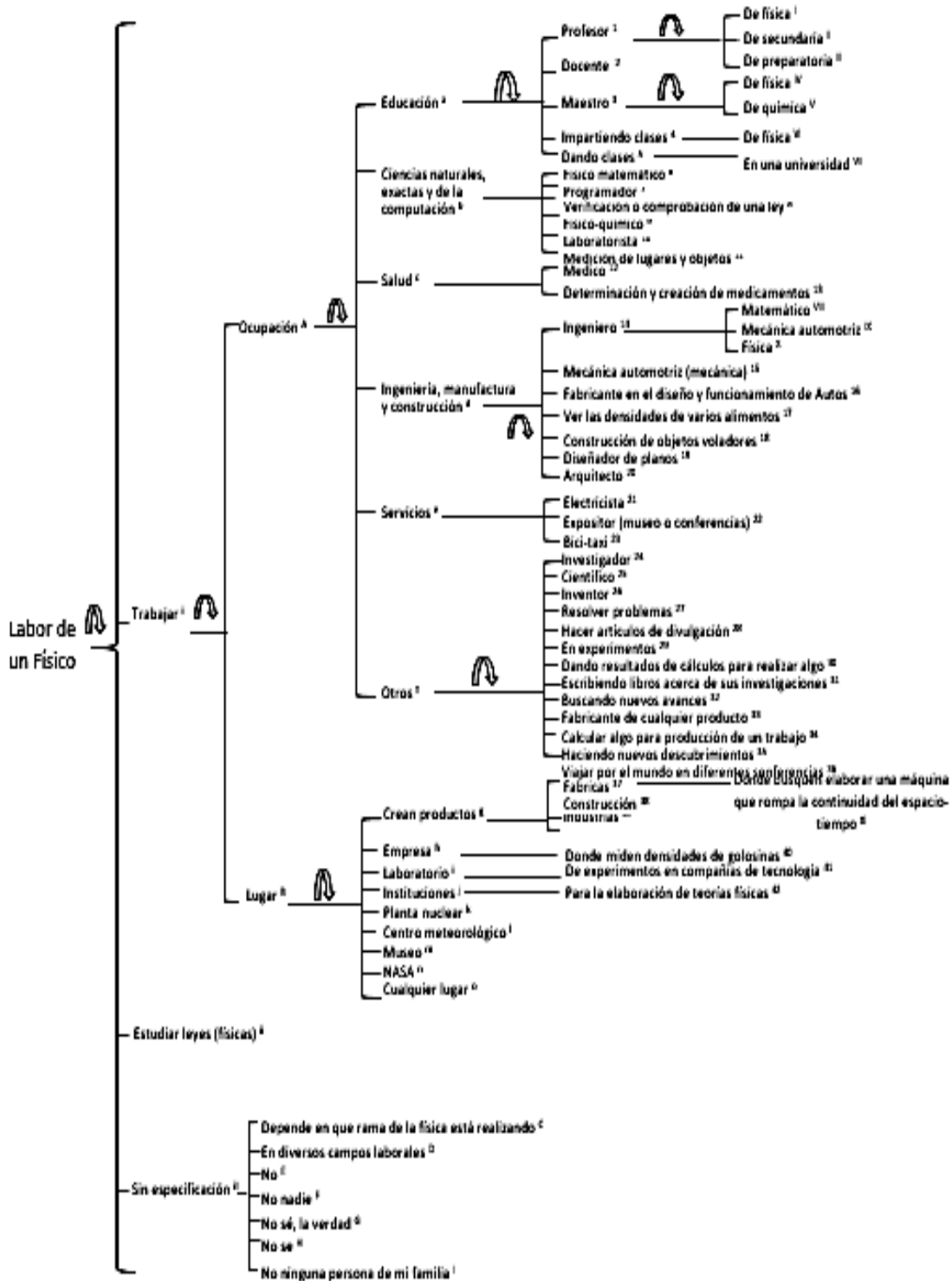


Figura 1: Red sistémica sobre las percepciones de las labores del experto en física

La segunda categoría describe el hecho de que el físico sigue estudiando y la última categoría que lleva el nombre “Sin especificación”, son las respuestas que no dan una respuesta específica a la pregunta, donde ocho de los 80 estudiantes a los que

se les aplicó, tienen una respuesta de dicha categoría. Aunque fueron cuatro mujeres y cuatro hombres los ocho estudiantes que se encuentran en esta categoría, al ser menor la cantidad de hombres que mujeres encuestados, se concluye que hubo una mayoría de hombres (con respecto a las mujeres).

Conclusiones

Como se observó, los estudiantes tienen una idea de lo que hace un físico, pues la mayoría de estos respondió a la pregunta, pero también se encontró que hay una gran confusión, pues en las respuestas de los jóvenes podemos ver que hay algunos que solo ponen el lugar donde puede laborar un físico, pero no mencionan con claridad el trabajo que se encontraría realizando. Además, también se encontró que la mayoría de la población ve la docencia (enseñar o ser maestro) como la primera actividad que realiza un físico, la cual, coincide con los datos de investigaciones similares.

Referencias

Acevedo Díaz, José Antonio Proyecto ROSE: relevancia de la educación científica Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, vol. 2, núm. 3, 2005, pp. 440-4447 Asociación de Profesores Amigos de la Ciencia: EUREKA Cádiz, España

Álvarez Linares, Mari. Pero... ¿puede haber sexismo en las ciencias experimentales? Rvta. Interuniversitaria de Formación del Profesorado, no. 14, Mayo/agosto 1992. Pp. 27-36

Leyton, Daniel; Sánchez, Carmen Luz; Ugalde, Pamela. Estudio Percepción de los Jóvenes sobre la ciencia y Profesiones científicas. 2010

Marba-Tallada, Anna y Márquez Bargallo, Conxita. ¿Qué opinan los estudiantes de las clases de ciencias? Un estudio transversal de sexto de primaria a cuarto de ESO. 2010. Enseñanza de las ciencias. Pág. 19-30

Nuño Angós Teresa. Género y ciencia. La educación científica. Revista de Psicodidáctica, no. 9-2000. Pág. 183-214

Razo, Martha Laura. La inserción de las mujeres en las carreras de ingeniería y tecnología (2008), Perfiles educativos, vol. XXX, núm. 121, pp. 63-96

Sanmartí, Neus. La didáctica de las ciencias en la educación secundaria obligatoria. 2002. Capítulo 2. Síntesis educación.

Diseño de problemas en las matemáticas de Bachillerato

Liliana Suárez Téllez¹

lsuarez@ipn.mx

Palabras clave

Matemáticas en el Contexto de las Ciencias, Cálculo integral, Formación integral, resolución de problemas, redes de actividades de aprendizaje

Introducción

El objetivo de este escrito es reflexionar sobre una propuesta curricular implementada en el bachillerato en el Instituto Politécnico Nacional en el año de 1996 a la luz de las aportaciones de la Teoría de las Matemáticas en el Contexto de las Ciencias de la Doctora Patricia Camarena Gallardo. Es indudable que “entre todos aprendemos todo” y aunque esta frase es válida cuando se tienen aportaciones individuales que se suman a otras para conformar un cuerpo de conocimientos, existe un conocimiento que se construye en comunidad y permite desde su generación entretener las relaciones. La red de investigación e innovación en educación estadística y matemática educativa, riieeme, creada a partir de la necesidad de continuar trabajando en proyectos académicos iniciados en la Academia Institucional de Matemáticas del Nivel Medio Superior del Instituto Politécnico Nacional adoptó la propuesta curricular del 1996 como una plataforma para desarrollar proyectos de formación docente, de investigación educativa, de diseño de materiales, entre otros. Por ser este primer desarrollo el punto de partida para el desarrollo de nuestra propia formación y de otros proyectos educativos, aprovecho la oportunidad de participar en este panel dentro de las Jornadas Académicas de Didáctica de las Ciencias para analizar el papel del contexto en la propuesta curricular mencionada, su relación con la Teoría de las Matemáticas en el Contexto de las Ciencias y los desarrollos actuales. Estas reflexiones fueron comentadas con Patricia Camarena en sus múltiples participaciones (véase el apéndice) dentro de la riieeme, de la que fue uno de los miembros más distinguidos. En particular, el papel de su teoría en el aprendizaje de las matemáticas en bachillerato se encuentra registrado en una conversación que tuvo con un conjunto de profesores de ese nivel (Camarena y Gómez, 2004) en la tercera sesión del seminario repensar las matemáticas.

¹ Instituto Politécnico Nacional – DFIE, CIECAS, riieeme

Currículum de matemáticas del bachillerato.

El bachillerato en México tiene un propósito formativo y uno propedéutico. Los estudiantes entran a este nivel educativo como menores de edad y salen en edad de ir a votar. Hay un grado de madurez que alcanzan en esta etapa de tres años de su vida y la escuela tiene una responsabilidad de ampliar sus perspectivas de vida en los ámbitos académico y profesional pero también en el personal, en el social y en el político. La formación en bachillerato debe contribuir en la ampliación de un conjunto de competencias de manera individual en cada una de las asignaturas y de manera integral en la instrumentación de cada uno de los planes de estudio del bachillerato.

La metodología de diseño de programas de estudio en carreras de ingeniería, la metodología DIPCING y la Teoría de la Matemática en el Contexto de las Ciencias, ambos desarrollados por Patricia Camarena Gallardo (2013) nos dan elementos para orientar el diseño curricular de matemáticas en bachillerato.

En el Instituto Politécnico Nacional, el nivel medio superior tiene una salida bivalente, por un lado, el carácter propedéutico permite continuar con los estudios universitarios y, por otro lado, tiene un carácter terminal ya ofrece la formación en una carrera técnica. Para ambas salidas del bachillerato la metodología DIPCING es valiosa. En su carácter terminal, dentro de esta metodología de diseño curricular, el estudio del papel de la “industria” lo jugarían los ámbitos de trabajo de las carreras técnicas de “Mercadotecnia digital” “Energía sustentable” o Mecatrónica” por mencionar algunas de las nuevas carreras aprobadas a finales del año pasado por el Consejo General Consultivo del Instituto Politécnico Nacional (IPN, 2020). En el trabajo de diseño curricular de estas carreras debe estar incluido un estudio diagnóstico, que por ser una nueva carrera debe ser el primer paso en la determinación de su pertinencia y necesidad en el mercado. En cuanto al carácter propedéutico, Patricia Camarena nos dijo que

“... en el nivel medio superior la matemática tiene que desarrollar habilidades del pensamiento y tiene que ser una matemática que sirva también para apoyar las otras áreas que está llevando el estudiante, ..., las demás asignaturas ... y la vinculación que tiene ... con el nivel superior.” (Repensar las Matemáticas, 2004b, minuto 1:52)

En concordancia con estas ideas, en los años del Modelo Educativo “Pertinencia y Competitividad” entre 1994 y el año 2005, el nivel medio superior fue fecundo en proyectos educativos para el área de matemáticas. En Suárez (2012) se documenta la necesidad de los profesores para formarse en especialidades educativas para emprender proyectos de investigación educativa, diseño curricular, diseño de materiales, propuestas de evaluación, formación de redes académicas, entre otros.

En 2004 en la sesión 03 del Seminario Repensar las Matemáticas, Adriana Gómez Reyes, profesora del CECyT 13 dialogó con Patricia Camarena Gallardo sobre el Rediseño curricular tomando como referencia su artículo Metodología curricular para las ciencias básicas en ingeniería, la metodología DIPCIG y la primera pregunta que le planteamos fue, dado que en ese momento en el Nivel Medio Superior del Instituto Politécnico Nacional se cruzaba por un proceso de reforma los profesores estábamos involucrados en conocer cómo se hacía un rediseño curricular, pero a una profesora de Matemáticas en la ESIME Zacatenco, ¿qué la había llevado a investigar en esta área? Para ella la investigación educativa da una respuesta a las preguntas que como profesores nos hacemos y las que nos hacen nuestros estudiantes

Cuando un profesor, cualquiera de nosotros, va por primera vez a dar clases en una institución educativa, lo que te dan un listado de temas, que es el programa de estudio, ... tú no sabes con qué profundidad dar cada uno de los temas, qué enfoque darle, qué tanto tiempo de dedicarle a cada uno ... Por otro lado, los estudiantes te preguntan, ¿por qué nos da esos temas, ¿para qué nos van a servir?, ¿dónde los vamos a aplicar?, ¿porque no nos enseñan otras matemáticas? ... Es la forma como comienzo al incursionar en el área de investigación educativa en general, para poder contestar estas preguntas ... (Repensar las Matemáticas, 2004a, minuto 4:05)

Participar en estos proyectos organizados por y para profesores es crucial para tomar la responsabilidad en el conocimiento que se requiere para organizar los aprendizajes de nuestros estudiantes. Y, en términos más generales, es necesario adoptar una perspectiva profesional, en el sentido de las comunidades profesionales como los colegios de ingenieros o de contadores, para lograr una identidad y una autodeterminación como profesores de matemáticas.

Los proyectos educativos que emprenden los profesores están entrelazados, el diseño curricular, como lo dice la investigación y la política educativa (Aguilar, 2009), considera el conjunto de materiales didácticos que concretan el currículo, que algunos investigadores denominan el currículo potencialmente aplicado (Suárez, 2014) y que consiste en una serie de materiales y dispositivos que apoyan al profesor en la implementación de los lineamientos curriculares. En palabras de Patricia Camarena, quien trabajó en el rediseño curricular en matemáticas en las áreas de ingeniería ella también proponía que los

“Los listados de temas ... deber ir a la par con guías para el profesor, en las cuales puedas identificar los enfoques de cada uno de los temas, las estrategias de aprendizaje más pertinente, las notaciones que se tienen que dar, ..., y la actualización y formación de profesores de matemáticas” (Repensar las Matemáticas, 2004b, minuto 3:05).

Los paquetes didácticos de matemáticas del Nivel Medio Superior (Suárez, et al, 2005) publicados de 2001 a 2005 fueron diseñados con el propósito de incorporar los aspectos de la investigación en Educación Matemática conocidos hasta la fecha, tal y como Patricia Camarena lo había hecho para las matemáticas en ingeniería

Hay tres ejes para rediseño curricular que tienen que ver con -Las competencias profesionales: ¿qué habilidades quiero que desarrollen los estudiantes? -La modelación matemática, tiene que estar presente todo el tiempo porque estoy hablando de las matemáticas que van a estar aplicando dentro de la ingeniería y -La resolución de problemas, incluir todas las componentes teóricas, de la resolución desarrollar habilidades, aplicar heurística, elementos metacognitivos, apoyar creencias positivas, bloquear creencias negativas, ..., estos son los ejes centrales para el rediseño curricular dada la metodología DIPACING. (Repensar las Matemáticas, 2004a, minuto 27:20).

Para aterrizar las ideas de proponer el desarrollo de competencia, la modelación matemática y la resolución de problemas en bachillerato presentamos un problema y el trabajo matemático de los estudiantes que puede esperarse.

Un problema para el bachillerato. El Negro que no se raja.

En un cierto momento, se comienza a introducir agua en un tinaco vacío, con un gasto de 40 litros/minuto. Este gasto se mantiene constante durante dos minutos, hasta que el tinaco contiene 80 litros. En el transcurso de los dos minutos siguientes el gasto se reduce gradualmente hasta los 5 litros/minuto. Este gasto permanece constante durante los dos últimos minutos. En el instante final, al cabo del sexto minuto, el tinaco contiene 135 litros.

a) ¿Cuántos litros de agua contiene el tinaco cuando $t = 2, 5, 3$ y 7 minutos?
¿Y en cualquier instante t ?

Supongamos ahora que se pone a funcionar una bomba en el instante $t = 2$ y que, durante los cuatro minutos siguientes, se extrae agua del tinaco a un gasto constante de 15 litros/minuto.

b) ¿Cuándo alcanza el nivel del agua su máximo valor?

Fig. 1. Enunciado del problema tomado de Suárez, 2000.
(<https://historiasdeactividades.blogspot.com/>)

A continuación, se presentan cuatro descripciones que dan indicios de cómo se da la articulación de conocimientos de precálculo para plantearse preguntas, y generar procedimientos, que se relacionan con las situaciones del Cálculo.

Manejo de una razón de cambio variable: la construcción de significados

El análisis de los episodios en los que el equipo da significado a la expresión "*el gasto se reduce gradualmente*" evidencia los términos que los estudiantes utilizan para explicarse, a partir de un gasto constante, un gasto que varía linealmente.

En el diseño del problema "El negreo que no se raja" se propició que al resolver el problema los estudiantes generaran algún sentido al término "gasto" y a la frase "el gasto se reduce gradualmente", se esperaba que lo hicieran con base en sus experiencias previas con problemas de movimiento y con ayuda de las definiciones del diccionario al tomar como referencia el contexto del problema. Los conocimientos previos de los estudiantes se refieren al manejo de razones de cambio constantes y sus distintas representaciones.

En la siguiente viñeta se encuentran términos que los estudiantes utilizan para dar significado al término gasto.

Los estudiantes hacen una gráfica de gasto contra tiempo, trazan segmentos horizontales para el gasto constante en los intervalos de tiempo de 0 a 2 y de 4 a 6; sobre el intervalo de tiempo de 2 a 4 comentan: "*no nos están diciendo en qué forma están disminuyendo los litros por minuto*", no discuten el significado de la palabra gasto, pero comentan: "*vamos a tomarlo como si fuera velocidad*".

Para nombrar el gasto, el equipo utiliza sus unidades correspondientes, litros por minuto, que se presentan en la redacción del problema (Véase Figura 2):

"... un gasto de 40 litros/minuto...",

"... el gasto se reduce gradualmente hasta los 5 litros/minuto.",

"... se extrae agua del tinaco a un gasto constante de 15 litros/minuto."

Este manejo, a partir de las unidades del gasto, proporciona un indicio para el posterior manejo que el equipo hace del gasto:

"Vamos a tomarlo como si fuera velocidad."

En efecto, las unidades del gasto son similares a las de velocidad, lo cual permite al equipo concluir que el gasto "*es como si fuera*" una velocidad.

Los estudiantes conocen la variación en un contexto de movimiento, el manejo de la variación en un contexto de llenado de un tinaco les ayuda a reconocer la

estructura de la variación en el contexto conocido. El manejo de las unidades del gasto es crucial para establecer la analogía entre el gasto y la velocidad.

El diagrama que sigue ilustra la idea anterior.

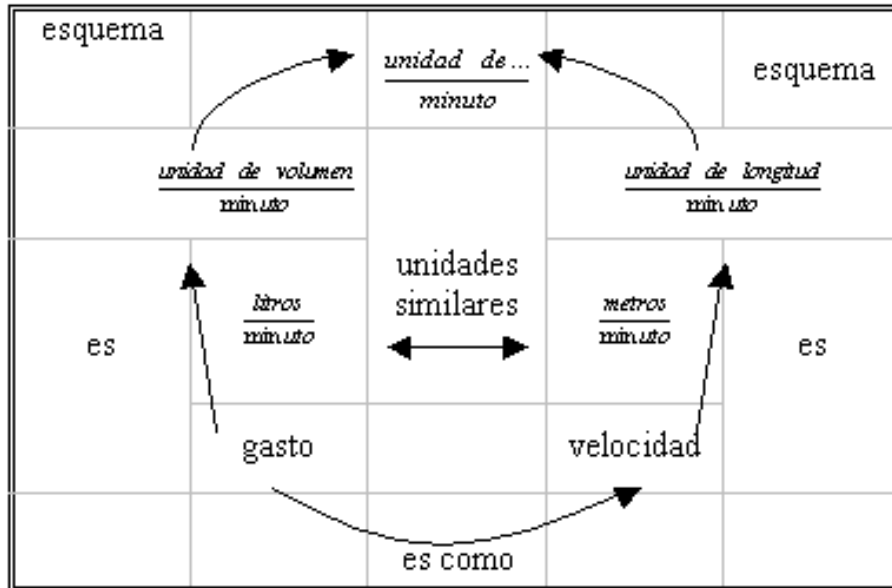


Fig. 2. Conexión entre el gasto y la velocidad.

En la viñeta y la figura siguientes se encuentran los términos que el equipo utiliza para dar significado a la frase "el gasto se reduce gradualmente".

El equipo se plantea decidir "en qué forma están disminuyendo los litros por minuto" y propone tres opciones para nombrar esta variación: ... "lo podemos tomar como *disminución constante*, ... podemos decir que *disminuye en una proporción igual*, ... lo podemos tomar como *proporcional, directamente proporcional*." El equipo da un ejemplo del sentido que dan a la expresión: el gasto "se reduce gradualmente, quiere decir que por cada minuto baja 5 litros por minuto, y eso es una *desaceleración constante*".

El equipo utiliza tres expresiones alternas para describir el gasto con la finalidad de responder la pregunta que se formulan respecto a cómo disminuye éste.

La estructura de las frases utilizadas por el equipo para deducir estas expresiones del texto del problema es:

como podemos (decir, tomar)

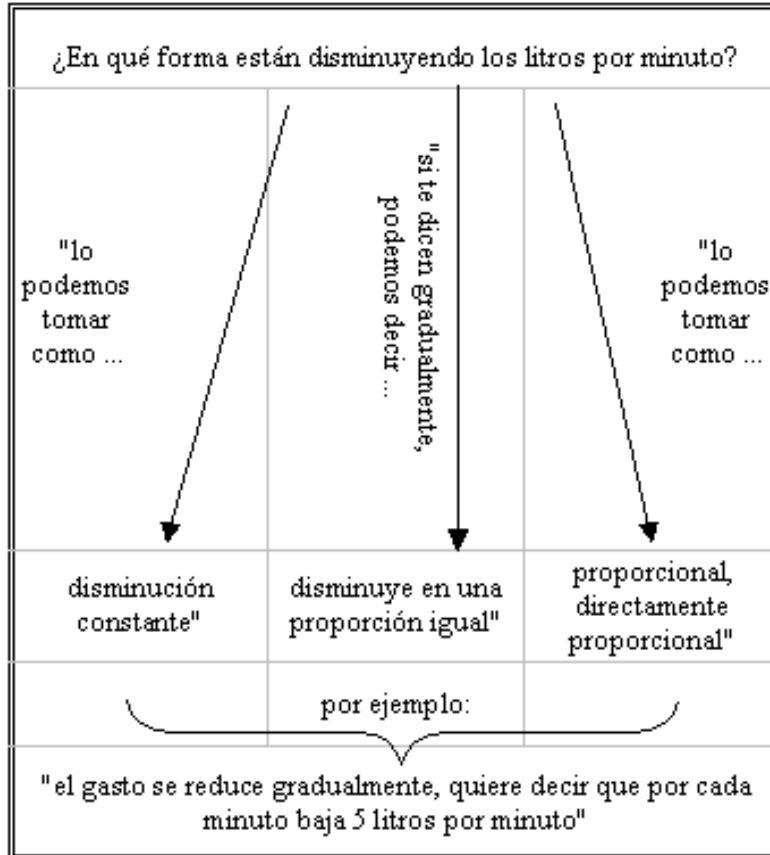


Fig. 3. Formulación de una pregunta sobre variación.

En la figura siguiente se muestra una conexión entre las expresiones que el equipo usó para dar sentido a la frase "el gasto se reduce gradualmente". Una representación algebraica hace explícita la equivalencia que existe entre las distintas expresiones usadas por los estudiantes. En este caso también es necesario el contexto de movimiento porque si bien la formulación de la variación del gasto no se da en términos de variación de distancia ni de variación de velocidades, el equipo utiliza el término "desaceleración".

En las viñetas y los diagramas se ilustra cómo los integrantes del equipo dan significado a palabras o expresiones nuevas a partir de sus conocimientos previos. Las interacciones verbales (representación textual) entre los estudiantes asocian otro tipo de representaciones, como se muestra en los diagramas. Estas representaciones existen en, y le dan sustento a, la representación textual. De manera que la articulación de conocimientos por parte de los estudiantes para enfrentarse a situaciones nuevas se presenta en términos del recuerdo y la generación de esquemas de los conceptos y procedimientos tanto previos como de los que se quieren preparar.

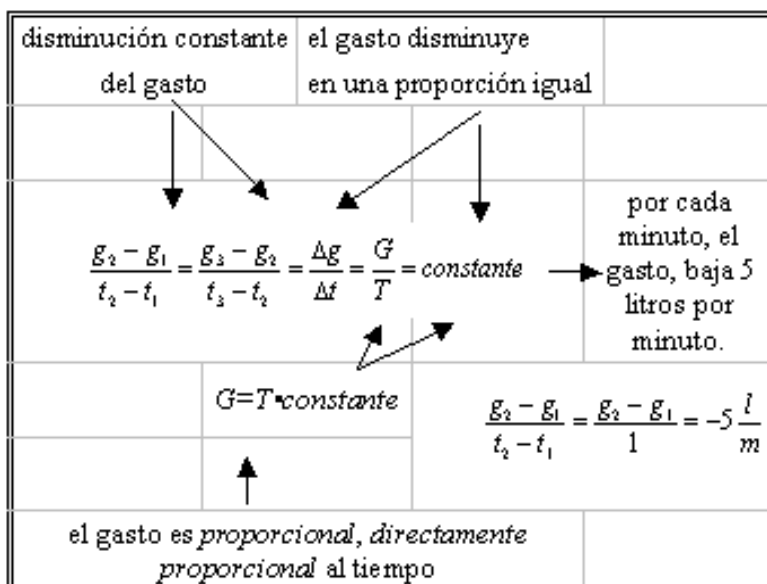


Fig. 4. Conexión entre las expresiones con que dan sentido a la expresión "el gasto se reduce gradualmente".

Manejo de una razón de cambio variable: uso de la analogía

En el objetivo del problema "El negro que no se raja" se espera que, a partir de experiencias previas con razones de cambio constantes, los estudiantes generaran alguna forma de manejar una razón de cambio variable del volumen con respecto al tiempo para obtener información acerca del volumen.

Ya se ha mencionado que se esperaba que los estudiantes relacionaran el contexto de un depósito de agua con el de movimiento. Sin embargo, no se esperaba que incorporaran el esquema de fórmulas para el *movimiento con aceleración constante*. La gráfica del gasto, con dos intervalos constantes y uno lineal, es el indicio que les permite recordar las fórmulas para la aceleración y el desplazamiento. El trabajo del equipo se dedica un tiempo a recordar las fórmulas, a superar la dificultad que constituye el uso de la fórmula fuera del origen y a articular la función por intervalos.

La analogía se da entre objetos que concuerdan en ciertas relaciones entre sus respectivos elementos. Como una estrategia para resolver problemas Polya (1979) nos presenta la de "descubrir un problema análogo más sencillo". Esta estrategia consiste en usar el método o el resultado, o ambos, de un problema análogo al que deseamos resolver. Si se toma el *método del problema análogo*, la estrategia consiste en resolverlo y "copiar la solución punto por punto". El *resultado del problema análogo* también puede emplearse para resolver el problema.

La analogía por sí sola no justifica el procedimiento, cuya validez se obtiene cuando se acepta la validez del procedimiento análogo que se usa. Esta validez puede desprenderse de una argumentación lógica en el contexto de deducción o de la eficiencia en el uso de este procedimiento para resolver problemas.

En la Tabla I se presentan los elementos y las relaciones que usaron los estudiantes al hacer la analogía del contexto del problema —*el llenado de un recipiente*— con el contexto del movimiento.

El uso de la analogía impide que los estudiantes se planteen preguntas respecto al manejo de una razón de cambio variable. En el reporte se encuentra una justificación del procedimiento del cálculo del área de la región bajo la gráfica del gasto para obtener el volumen, pero ésta sólo remite al procedimiento análogo, no a la justificación de éste.

Tabla I. Uso de la analogía.

	Contexto de movimiento	Contexto de llenado de un recipiente
Elementos		
Variable	posición	volumen
Unidades	metros, kilómetros	metros cúbicos, litros
Relaciones		
Razón de cambio de la variable con respecto al tiempo	velocidad	gasto
Unidades	metros/minuto, kilómetros/hora	litros/minuto, metros cúbicos/hora
Segunda razón de cambio	aceleración	segunda variación del volumen con respecto al tiempo
El área de la región bajo la gráfica de la razón de cambio	da la distancia en un intervalo	da el volumen acumulado en un intervalo
Procedimiento para obtener información de la variable a partir de su razón de cambio	fórmulas del movimiento uniformemente acelerado	fórmulas del movimiento uniformemente acelerado

Obtención de una función a partir de sus cambios: uso de esquemas

A partir de la gráfica del gasto, el equipo recurre a la analogía del movimiento. Explican que el área de la región bajo la gráfica del gasto da el desplazamiento y así proponen encontrar el volumen. La justificación de este vínculo geométrico radica en la correspondencia del contexto del problema con el de movimiento. Otra explicación a la que recurren, la cual convence al equipo, es el análisis de las dimensiones. A partir de entonces dan prioridad al desarrollo de las fórmulas para el *movimiento con aceleración constante*. El uso de esta analogía es potente porque permite el acceso a distintos esquemas, pero limita el proceso de obtención de una función a partir de la información de su razón de cambio, ya que los esquemas que utilizados en este procedimiento sólo funcionan para razones de cambio lineales. El trabajo del equipo 8 muestra el establecimiento del vínculo geométrico, y en la presentación del trabajo de este equipo el grupo formula una pregunta relacionada con la situación del Cálculo que se comentó en este apartado

Para regiones con contornos no rectilíneos, ¿el área bajo la curva de la razón de cambio de una función da el valor de la función?

Estudio de una función por intervalos: las creencias de los estudiantes

El análisis de esta sección muestra cómo los estudiantes articulan conocimientos previos con el propósito de formular la función por intervalos para el volumen en el contexto del problema. La información de tres comportamientos distintos del gasto para tres intervalos de tiempo permite la formulación de la función por intervalos para el volumen. No obstante que obtuvieron este resultado, el equipo buscó una sola expresión que describiera al volumen en todo el intervalo de tiempo:

Sí, está bien, pero nada más funcionan para un intervalo, ya en eso estamos de acuerdo; éste es lo que obtuvimos supuestamente con esto, 3 intervalos, pero no encontramos una expresión que te dé la de todas.

El hecho de confirmar las dificultades para concebir funciones con más de una fórmula no impide que los estudiantes puedan formularlas. El contexto del llenado de un tinaco con gastos diferente para intervalos diferentes de tiempo es propicio para la formulación de una función por intervalos.

Conclusiones

Los contenidos matemáticos pueden estar anclados al contexto en el que se presenta el problema. Al mismo tiempo que se trabaja matemáticas es necesario desarrollar competencias de trabajo en equipo y comunicación que a su vez nutren

el trabajo matemático. La resolución de problemas y la modelación matemática, entendida como la comprensión y uso de modelos, están íntimamente ligados. Es necesario generar ejemplos de actividades para que los docentes puedan aterrizar los enfoques pedagógicos actuales de la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas. Es fundamental ubicar cuál es el papel de la matemática en un nivel educativa y usar lo que se sabe de la investigación educativa para organizar de la mejor manera los aprendizajes de nuestros estudiantes. La metodología DIPCIN y la Teoría de la Matemática en el Contexto de las Ciencias son válidas y valiosas para repensar el papel de la matemática en los cursos de bachillerato.

Referencias

- Aguilar, M.E. (2009). Los procesos de gestión en el diseño de una asignatura para educación a distancia basada en competencia. Un estudio de Casos. Tesis de Maestría no publicada. Escuela Superior de Comercio y Administración. IPN
- Camarena, P. (2013). A treinta años de la teoría educativa “Matemática en el Contexto de las Ciencias”. *Innovación Educativa*, 13(62), 17-44.
- De Ibarrola Nicolín, M., Reyes, L. E. B., Guzmán, I. C., Alfaro, A. H., Pierdominici, C. G., Gómez, C. G., & Martínez, A. G. V. (2018). Los desafíos que enfrenta la formación de los jóvenes para el trabajo del siglo XXI. Las escuelas de nivel medio superior y otras alternativas. Recuperado de <https://bit.ly/2ZMoz9g>
- Instituto Politécnico Nacional (2020). Impartirá IPN cinco nuevas carreras técnicas de nivel medio superior. Comunicado 120, recuperado de: <https://www.ipn.mx/assets/files/ccs/docs/comunicados/2020/07/c-120.pdf>
- Repensar las Matemáticas (2004a, 23 de agosto). Sesión 03 del Seminario Repensar las matemáticas. El rediseño curricular. Parte I. YouTube. <https://youtu.be/1TlaAb1BNEM>
- Repensar las Matemáticas (2004b, 23 de agosto). Sesión 03 del Seminario Repensar las matemáticas. El rediseño curricular. Parte II. YouTube. <https://youtu.be/zEDJDYNKR7w>
- Ruiz, B. y Suárez, L. (2015). Una propuesta de diálogo entre investigación y docencia: Seminario repensar las matemáticas. *Opción*, 31, No. Especial 5 (2015): 833 – 855.
- Suárez, L. (2000). El trabajo en equipo y la elaboración de reportes. Tesis de Maestría no publicada. DME del CINVESTAV-IPN.

Suárez, L. (2012). La vida profesional del matemático educativo: su campo de acción actual y potencial. Memorias del Primer Coloquio de Doctorado del Departamento de Matemática Educativa. CINVESTAV-IPN, 29-33.

Suárez, L. (2014). Interdisciplinariedad en la investigación educativa. Transferencia de la matemática educativa a otras didácticas específicas. *Acta Latinoamericana de Matemática Educativa*, 27, 1439-1447.

Suárez, L. Torres, J.L. y Ortega, P. (2012). Las matemáticas del bachillerato del Instituto Politécnico Nacional. En C. Dolores y M. S. García (Comps.) ¿Hacia dónde reorientar el currículum de matemáticas del Bachillerato? Plaza y Valdés Editores: México. 61-83.

Suárez, L. y Ruiz, B. (2016). Historia de la actividad matemática: herramienta ampliada desde la resolución de problemas. *Opción*, 32, No. Especial 10 (2016): 840–860.

Suárez, L.; Cordero, F.; Daowz, P.; Ortega, P.; Ramírez, A.; Torres, J.L. (2005). De los Paquetes Didácticos hacia un Repositorio de Objetos de Aprendizaje: Un reto educativo en matemáticas. Uso de las gráficas, un ejemplo. ISSN 1138-2783 RIED-Revista Iberoamericana de Educación a Distancia, Volumen 8, 307, 333.

Apéndice

Sesión	Tema	Investigador	Dialogantes	Foro de discusión y Documento de referencia	Video
SRM 03	El rediseño curricular	Patricia Camarena Gallardo	Adriana Gómez Reyes	https://repensarlasmatematicas.wordpress.com/otros-ciclos/1ciclo/sesiones03/	https://youtu.be/zEDJDYNKR7w
SRM 07	Una década de investigación en Matemática Educativa	Patricia Camarena Gallardo	Adriana Gómez Reyes y María Eugenia Ramírez Solís	https://repensarlasmatematicas.wordpress.com/otros-ciclos/1ciclo/sesiones07/	https://youtu.be/l8vFvhMd3sw
SRM 16	Modelos matemáticos	Patricia Camarena Gallardo	Adriana Gómez Reyes y Ramón Licona	https://repensarlasmatematicas.files.wordpress.com/2012/09/s16-matemc3a1ticas-en-el-contexto-de-la-ciencia.pdf	https://youtu.be/8BeeQ19yzzQ

SRM 24	Los Estados del conocimiento de la Investigación en Matemática Educativa	Patricia Camarena Gallardo	Adriana Gómez Reyes y María Eugenia Ramírez Solís	https://repensarlasmatematicas.wordpress.com/otros-ciclos/3ciclo/sesion-24/	https://youtu.be/4PSbQqgd2PU
SRM 34	Conocimientos y habilidades matemáticas de los estudiantes de licenciatura	Patricia Camarena Gallardo y María José Arroyo Paniagua	Liliana Suárez Téllez	https://repensarlasmatematicas.wordpress.com/otros-ciclos/5ciclo/sesion-34/	
SRM 44	La resolución de problemas con empleo de herramientas computacionales	Luz Manuel Santos Trigo	Patricia Camarena Gallardo y José Luis Torres Guerrero	https://repensarlasmatematicas.wordpress.com/otros-ciclos/7ciclo/sesiones44/	https://youtu.be/QMC5IJiy_II
SRBQ 08	La Matemática en el Contexto de la Ciencias	Patricia Camarena Gallardo	José Luis Soto Peña y José Luis Torres Guerrero	https://seminariorepensarlabioquimica.wordpress.com/sesion8srbq/	

Motivación y riesgos de deserción en estudiantes de primer semestre de licenciatura en física y matemáticas

Jonathan Sandoval Nando, Luz María G. González Álvarez¹,
María Elizabeth de la Cruz Santiago²
Instituto Politécnico Nacional, Ciudad de México.

Resumen

El objetivo de esta investigación es conocer, mediante una encuesta cerrada los principales motivos y posibles riesgos de deserción escolar que perciben y declaran tener los estudiantes que cursan el primer semestre en una licenciatura en Física y Matemáticas, los sujetos de estudio fueron segregados al cabo de un semestre en dos grupos: inscritos; aquellos que continúan sus estudios, y desertores; aquellos que no se reinscribieron, mediante el método de Chi Cuadrada al 95% de confianza contrastamos las respuestas.

Palabras clave

Motivación del estudiante, Deserción escolar, Educación Superior.

Introducción

La presente investigación parte de las metas y de los riesgos de deserción escolar que perciben los estudiantes del primer semestre de una Licenciatura en Física y Matemáticas. Los datos e información fueron obtenidos mediante una encuesta cerrada aplicada a 133 de 180 estudiantes, la cual constó de 47 ítems cerrados, con la finalidad de analizar las causas que motivan y los posibles riesgos de deserción escolar en los estudiantes.

Para analizar las respuestas al cuestionario, se realizó la agrupación de los estudiantes encuestados en dos poblaciones al cabo de un semestre, la primera, los inscritos: aquellos encuestados de nuestra muestra que continúan inscritos: la segunda, los desertores: aquellos encuestados de nuestra muestra que no se reinscribieron al siguiente semestre; para así notar las diferencias existentes entre

¹ Escuela Superior de Física y Matemáticas, Instituto Politécnico Nacional.

² Escuela Superior de Física y Matemáticas, Instituto Politécnico Nacional.

los inscritos y los desertores respecto a motivación y posibles riesgos de deserción. La investigación se realiza dentro de la línea del estudio estadístico descriptivo para los datos cuantitativos.

Para fundamentar nuestro trabajo se identificaron los factores de mayor impacto estudiados por Nicholls (1996), Tinto (1985), Reeve (2000), Navarro (2006), Nuñez (1994) entre otros sobre riesgos de deserción escolar y motivación. En el caso de riesgo de deserción escolar se consideran: factores personales, socioeconómicos, económicos, familiares y sociales, institucionales, de orientación vocacional, y de bajo rendimiento. Para la motivación se consideraron, en el caso de la extrínseca, los factores de: rendimiento y social. En cuanto a la intrínseca: el aprendizaje y el logro humanístico. Además, se tomó como fuente de motivación el interés por aportar a la sociedad, lo que implican los bienes internos de la profesión correspondiente, en la cual se contemplaron factores de: divulgación, científico y tecnológico. En el caso de los bienes externos se consideraron factores de: dinero, poder y prestigio social.

Planteamiento del problema

El índice de estudiantes que desertan en su primer año universitario resulta alto, en lo particular, en México el número de los egresados se ve mermado respecto al número de los ingresantes, dichas cifras no han variado mucho al paso de los años, lo cual representa una problemática real y seria dentro de la comunidad educativa Silva (2011). Para dicho tema no se tienen investigaciones e información específica que nos brinden una óptima solución, en particular, para atacar el problema de deserción escolar en los estudiantes de una Licenciatura en Física y Matemáticas.

1.1 Justificación

Nos dimos a la tarea de indagar sobre artículos relacionados en el rubro de motivación estudiantil, análogamente, en artículos sobre deserción escolar en Física y Matemáticas a nivel superior. En el contexto iberoamericano, no encontramos artículos reportados en español que logren proporcionarnos las herramientas y conocimientos necesarios para poder realizar un plan de acción que ayude a aumentar la retención escolar en universidades con carreras en Física o Matemáticas, más aún, las investigaciones realizadas en otras disciplinas no relacionan la motivación con los posibles riesgos de deserción de los estudiantes que continúan inscritos y los que han desertado. Mencionaremos a continuación lo comentado por algunos autores y sus investigaciones.

En relación con la motivación, en 1999, Valle et al. Elaboraron una investigación donde se propuso un modelo causal sobre determinantes cognitivos – motivacionales del rendimiento académico. Partieron del autoconcepto, las metas y las atribuciones. En sus estudios encontraron: que “los estudiantes que asumen que los resultados académicos son producto de su esfuerzo y capacidad, con autoconcepto positivo y un deseo e interés por incrementar los conocimientos no generarán, necesariamente, buenos resultados académicos” y que los estudiantes con “grandes deseos por obtener buenos resultados académicos (meta de logro) sí estaba relacionado positiva y directamente con el rendimiento académico.”

En el 2003 Gámez y Marrero, basados en la investigación de Valle et al. se percataron que los autores citados le dieron poca atención e importancia a las metas externas (aquellas que no están relacionadas directamente con el proceso cognitivo para adquirir conocimiento), por ello, realizaron una investigación sobre motivación intrínseca y extrínseca, que incluyó factores sobre: poder, logro, prestigio y afiliación, donde sus sujetos de estudio fueron estudiantes de los primeros cursos de las carreras de biología, derecho y psicología. Obtuvieron que las metas que más interesaban a los estudiantes están relacionadas con temas afectivos, poder y logro.

En el 2013 Steinmann et al. publicaron en la Revista Mexicana de Investigación, sus estudios realizados con estudiantes argentinos que cursaban el primer año de la carrera en ciencias biológicas, sobre lo que perciben por aprender ciencia, y que tipo de expectativas tienen sobre el aprendizaje a nivel superior. Los resultados son que los estudiantes opinan que les motiva más el contenido y no la estrategia con que se les enseña, y que la desmotivación la relacionan principalmente con: los contenidos, el nivel socioeconómico, el sentido de pertenencia, la relación estudiante – docente, y la experiencia escolar.

Con respecto a la deserción escolar; Fullana, (1996) afirma que el fracaso escolar es uno de los temas que genera más dificultades a los profesionales de la educación, por lo que es necesario realizar investigaciones en esta área educativa que contribuyan a diseñar intervenciones, mediante la búsqueda de estrategias que permitan modificar las trayectorias de los estudiantes a fin de eludir la deserción escolar. Tinto (2000) informó, mediante sus investigaciones realizadas en EUA, que “más de la mitad (57%) de todas las deserciones en las instituciones con programas de cuatro años se producen antes del comienzo del segundo año” el autor atribuye este hecho a “que la deserción se da más en función de una falta de integración personal tanto al ambiente social como a la comunidad universitaria”.

La encuesta CIDE-CASEN aplicada en Chile en 2003, obtuvo como resultados “que la deserción en jóvenes de familias acomodadas es menos frecuente que en los

casos de alumnos que provienen de estratos sociales menos pudientes”. Silva (2011) realizó un estudio acerca de las dificultades que enfrentan, en su primer año universitario, jóvenes provenientes de sectores de pobreza que asisten a la Universidad Intercultural del Estado de México (UIEM) y a la Universidad Tecnológica de Nezahualcóyotl (UTN), bajo la advertencia anticipada de que el abandono, la retención y en particular, durante el primer año, son campos muy poco estudiados en nuestro país. Su investigación mostró que, en efecto, el primer año escolar es un lapso importante en la decisión de seguir o abandonar los estudios, puesto que los jóvenes llegan a tener adversidades externas en relación con la escuela e igualmente propias del mismo ambiente institucional, el cual puede modificarse para mejorar las trayectorias estudiantiles, que tratan de lograr una educación de calidad acompañada de una atención integral.

De lo anterior, proponemos realizar una investigación cuantitativa para conocer qué tipo de factores, actividades, temas de interés, o cualquier otro tema predominan en la motivación intrínseca o extrínseca, de los estudiantes inscritos en comparación los desertores; este conocimiento nos podría brindar una idea sobre lo que les ha ayudado a continuar sus estudios. La intención es prestar atención en aquellos factores, y mediante ello, diseñar un plan de acción con el objetivo de aumentar la retención escolar.

Análogamente, conocer los riesgos de abandono escolar que predominaron en la percepción de los desertores cuando aún continuaban estudiando, nos ayuda a conocer los motivos con mayor peso que originaron su abandono escolar, lo que nos permite saber en cuales circunstancias brindar mayor apoyo dentro de las posibilidades institucionales.

Al considerar las coincidencias que lleguen a tener los sujetos de estudio en las dos variables de interés, nos ayudaría a conocer cómo intervenir desde el principio de cada curso de manera general, es decir, con todos los estudiantes, sin necesidad de conocer inicialmente la situación de cada uno, entonces, si las superponemos, podemos obtener un mejor resultado.

1.2 Preguntas de investigación

¿Existen diferencias entre la motivación de los estudiantes inscritos y los desertores?, análogamente, ¿Existen diferencias entre los riesgos de deserción de los estudiantes inscritos y los desertores? En el caso de existir ¿cuáles son las principales, respectivamente?

Marco teórico

La fundamentación de nuestro proyecto inicia con la presentación teórica de las principales variables de estudio; la motivación y los riesgos de deserción escolar. Se continúa con la mención de sus respectivos factores que, de acuerdo con las investigaciones consultadas, tienen un impacto mayor en la permanencia de los estudiantes en la carrera elegida, durante su primer año de licenciatura. Dichos factores se usarán como indicadores para estudiar los motivos y los posibles riesgos de deserción escolar de los estudiantes que participaron en la investigación.

2.1 Motivación

Refiriéndonos a ella desde su definición más elemental como la “cosa” que anima a una persona a actuar o realizar algo. A pesar de la definición anterior, se tienen múltiples enfoques existentes, según Brophy et al. (1983) todos coinciden en definir a la motivación como “el conjunto de procesos implicados en la activación, dirección y persistencia de la conducta”. Beltrán (1993) menciona que “la motivación no es un proceso unitario, sino que abarca componentes muy diversos difíciles de relacionar e integrar de acuerdo con las múltiples teorías que han aparecido sobre el tema”,

González-Cobanach et al. (1996) relaciona mediante una revisión parsimoniosa el concepto de meta académica con la motivación escolar. A las metas las entenderemos desde la perspectiva en la cual se centra en su contenido, según Ford (1992), como una representación cognitiva de ¿qué es lo que un individuo está intentando conseguir en una situación dada?, lo que nos permite conocer lo que asume el estudiante a la hora de tomar una decisión (elegir una carrera, materia optativa o cambiarse de universidad).

Rinaudo et al. (2006) afirman que los estudiantes motivados obtienen mejor rendimiento escolar, lo que conlleva a que realicen desempeños de calidad, a la par de la construcción de sus conocimientos con excelencia. Pintrich (1994) menciona que la motivación no es una variable sencilla, sino está determinada por varios componentes relacionados con el origen social, creencias de los alumnos, sus sentimientos, su misma percepción y comportamientos observables. No depende solamente de aplicar técnicas o métodos, sino que implica una interrelación entre componentes cognitivos, afectivos, sociales y de carácter académico, es decir, depende de factores intrínsecos y extrínsecos. En el estudio de la motivación intrínseca y la extrínseca, se ha determinado una dialéctica muy importante entre las metas de aprendizaje (de carácter más intrínseco), y metas de rendimiento (de carácter extrínseco). Huertas (2003) sostiene que cuando los estudiantes llegan a

la universidad, se esfuerzan cuando consideran que la asignatura es relevante y útil para su profesión, o simplemente es cognitivamente desafiante.

2.1.1 Motivación intrínseca

Morris et al. (2005) consideran que la motivación intrínseca es “proporcionada por la actividad en sí misma”. De acuerdo con Nicholls et al. (1996), en la motivación intrínseca académica el estudiante se motiva por: la curiosidad, el conocimiento o el reto de aprender; se resaltan: los intereses, la autodeterminación, los deseos y expectativas de los individuos en cuanto a su desarrollo personal. En este caso el estudiante elegiría una carrera por el interés de aprender nuevos conocimientos, en la cual se guiará por las recompensas internas de su carrera. Es decir, esta se da cuando la fuente de la motivación reside en el individuo. Es, por tanto, algo interno cuya activación no depende de un estímulo externo. Berlyne (1960), Hunt (1960) y Bruner (1960) fueron los pioneros en este campo de estudio.

2.1.2 Factores de motivación intrínseca

Los dos factores más resaltados en investigaciones sobre motivación intrínseca, según Ford (1992), son:

El primero, el “aprendizaje”, equivalente a los objetivos centrados en las tareas o metas de dominio, es decir, las que se proponen los estudiantes cuando desean conocer un tema, dominar ciertas tareas, ser creativo, etc.

El segundo factor es el “logro humanístico”, en el cual el estudiante puede apreciar su esfuerzo personal, durante la carrera, emprender un camino hasta terminarlo, superar las adversidades, resaltar la autodeterminación, la autoeficacia, la confianza, la libertad, el reflejo de su propia capacidad.

2.1.3 Motivación extrínseca

Según Nicholls (1996), en la motivación extrínseca el interés fundamental del estudiante se concentra en la obtención de recompensas o estímulos, que pueden ser: comentarios positivos, bienes materiales, buenas notas, reconocimiento o la aprobación de sus padres. Algunos profesores tienden a otorgarles recompensas externas (puntos extras, reconocimientos, etc.) a los estudiantes al realizar las actividades de aprendizaje que les corresponden, pensando que esto puede funcionar como estímulo; sin embargo, esto promueve que el estudiante centre su atención en las calificaciones, en el yo más que en el aprendizaje, y en consecuencia que, tomen decisiones importantes, como la elección de una carrera, con la finalidad de poder obtener recompensas externas como: salario elevado, reconocimientos, prestigio, etc. Reeve (2000), afirma que “el estudio de la

motivación extrínseca pasa por los conceptos principales de recompensa, castigo e incentivo”. Una “recompensa es un objeto ambiental atractivo que se da después de una secuencia de conducta y que aumenta las probabilidades de que esa conducta se vuelva a dar”. Un castigo “es un objeto ambiental no atractivo que se da después de una secuencia de comportamiento y que reduce las probabilidades de que esa conducta se vuelva a dar”. Por otro lado, el incentivo “es un objeto ambiental que hace que un individuo realice o repela una secuencia de conducta. Los incentivos se dan antes de la conducta y producen expectativas de consecuencias atractivas o no atractivas”.

2.1.4 Factores de motivación extrínseca

Los dos factores más resaltados en investigaciones sobre motivación extrínseca son:

1. El primero es el “rendimiento”, según Núñez (1994), equivalente a las metas centradas en el yo, en el cual los estudiantes buscan evaluaciones positivas de su competencia y evitan los juicios negativos sobre su actuación.
2. El segundo factor es el “social” (integración en el grupo), el que consiste en la búsqueda de amigos, sensación de pertenencia académica, responsabilidad social, justicia, equidad, etc.

2.1.5 Bienes internos de la profesión

De acuerdo con lo estudiado por Navarro (2006), los bienes internos de la profesión son una subrama de la motivación, particularmente orientada a la motivación profesional propia de cada especialidad. Son aquellos sentidos, fines o metas tradicionales heredadas, específicas en el seno de cada profesión, que tienen al ejercer su labor de manera excelente, lo que legítimamente demanda la comunidad a los profesionales mediante el aporte de una reflexión filosófica.

2.1.6 Factores de bienes internos de la profesión de la Licenciatura en Física y Matemáticas

Los factores más importantes de los bienes internos de la profesión en Física y Matemáticas, obtenidas de la misión y la visión de la Escuela Superior de Física y Matemáticas del Instituto Politécnico Nacional, son:

El primero, el “desarrollo científico y tecnológico”, referido a que el estudiante desea y quiere contribuir con los avances de investigación multidisciplinarios científicos y tecnológicos afines con la física y las matemáticas.

El segundo, es la “divulgación”, que consiste en comunicar contenidos de ciencia mediante exposiciones, congresos, publicaciones, programas de un modo didáctico al alcance de la población que no domina el tema.

2.1.7 Bienes externos de la profesión y sus factores

De acuerdo a Navarro (2006) son principalmente: el reconocimiento (prestigio social), el poder y el dinero (para comprar bienes materiales). Los cuales se llaman externos por dos razones principales:

1. Porque se consiguen con la realización de cualquier tipo de actividad, es decir, no son específicos de una profesión.
2. Porque su logro no es el núcleo de la entraña de las profesiones, sino es un medio únicamente, siempre necesario en cierta medida, para así poder aportar a la sociedad los bienes internos respectivos de la respectiva profesión.

2.2 Riesgos de deserción

Según Tinto (1975), la deserción es “el abandono voluntario o forzoso prematuro de un programa de estudios antes de alcanzar el título o grado, por la influencia positiva o negativa de circunstancias externas o internas del estudiante y se considera un tiempo suficientemente largo como para descartar la posibilidad de que el estudiante se reincorpore”. Se tiene: La voluntaria; referida a la renuncia a la carrera por parte del estudiante, comúnmente es un abandono no informado a la institución y se asocia al deficiente desempeño académico o por razones disciplinarias. La no voluntaria; se produciría como consecuencia de una decisión institucional, fundada en reglamentos universitarios que obligan al alumno a retirarse de su carrera.

Tinto (1975) plantea que “el proceso de deserción puede ser de carácter transitorio o permanente, dependiendo del tiempo y de los obstáculos de reinserción. La deserción es transitoria; cuando el alumno decide revertir la situación de abandono, en la medida de que este no tenga impedimento para retomar sus estudios, se torna permanente cuando; existen causas concretas que impiden al alumno volver a cursar o retomar sus estudios superiores”

2.2.1 Concepto de riesgo

El concepto de riesgo se encuentra fuertemente asociado al concepto de prevención, inicialmente tiene su origen desde la epidemiología, trascendiendo en la disciplina médica, con el tiempo Según Scott et al. (1989) se fue introduciendo en el ámbito educativo, en específico en los temas de educación especial. Consideran al riesgo no como un resultado, sino como una probabilidad de que un suceso no deseado se produzca. El existir de los riesgos proviene de la misma existencia del ser humano en un grupo social o comunidad, la cual se determina por diferentes factores, los cuales no son de carácter individual, sino de características sociales que son consecuencias de la interacción del individuo con un entorno social, entonces, al referirse y estudiar al riesgo, se recomienda centrar la atención en la comunidad en la cual está inmerso el individuo.

No se puede hablar del riesgo como tal sin especificar a qué resultado problemático se refiere. El término de *estudiante en riesgo* se empezó a utilizar para referirse a la población escolar con diversos problemas para lograr los objetivos educativos, un ejemplo de ello es lo mencionado por Frymier (1989), quien afirma que un estudiante se encuentra en riesgo si fracasa en un curso y por ende, repite el curso, entonces tiende a abandonar la escuela; igualmente, si un adolescente usa drogas, ha sido físicamente o sexualmente agredido, ha contemplado suicidarse, entonces, ese alumno está en riesgo. Sin embargo, este concepto de riesgo resulta poco apropiado, puesto que solamente tiene sentido hablar de riesgo cuando se menciona y específica bajo qué contexto puede ocurrir, es decir, al aclarar en qué tipo de riesgo se encuentra el estudiante. En nuestra investigación queremos dejar en claro que el resultado no deseado al que nos referimos es al abandono o deserción escolar.

2.2.2 Factores de riesgo

Un estudiante se encuentra en una situación de riesgo cuando presenta una serie de características individuales o relacionadas con su entorno, las cuales aumentan la probabilidad de que el estudiante deserte, estas mismas reciben el nombre de factores de riesgo; dicho término señala aquellas características que pueden modificarse mediante la intervención educativa preventiva. Dichos factores pueden ser, según Carran et al. (1987) los referidos a la persona, a su historia, contexto familiar, entorno social y escolar; pueden ser medibles, y al mismo tiempo predecirse y controlarse. Un factor de riesgo no es el causante directo de un resultado, sino solo puede estar asociado al suceso. Sin embargo, la vulnerabilidad

no depende solamente de cuantos factores de riesgo acumule un estudiante, sino de qué tanto le afecta.

Según Fullana (1996) no se debe de caer en el error de etiquetar a un estudiante mediante el empleo de los términos de “estudiante en riesgo” puesto que, en lugar de protegerlo, puede aumentar la probabilidad de que el suceso no deseado se produzca, ya que se focaliza únicamente en el estudiante, y no en todas las variables del contexto social y familiar que definen la situación. El uso de esta expresión debe usarse con la finalidad de reducir la probabilidad de fracaso escolar y si es posible su detención total. Entonces, el término *estudiante en riesgo* necesita utilizarse para mejorar su situación. Según el departamento de estado de Maryland (EEUU, 1990) menciona que “la identificación que no conduzca a mejoras en las experiencias escolares de los alumnos probablemente traerá consigo más desventajas que ventajas”. El etiquetaje incorrecto y prematuro crea un estereotipo que llega a causar más complejos negativos en el estudiante.

2.2.3 Factores de riesgo de deserción

Son los factores que pueden llegar a aumentar el riesgo de deserción escolar de los estudiantes. Consideramos los ocho factores más resaltados en investigaciones sobre deserción académica:

El primer factor es el “personal”, de carácter intrínseco; puede ser por: embarazo, adicciones, problemas psicológicos, de adaptación, de salud, falta de tiempo, falta de resiliencia, problemas personales, etc.

El segundo factor es el “familiar”, según Bank et al. (1990), “destacan la influencia de los padres en las expectativas que los alumnos tienen sobre la educación superior puesto que cuando tienen actitudes positivas hacia la educación, existe menos probabilidades de que los alumnos deserten”. En algunos casos, asociados con el nivel de educación, la valoración de los padres y la relación entre ellos y los estudiantes. Ciertos alumnos son presionados por sus padres a la hora de elegir una carrera, a pesar de que el ingresante no desee estudiarla. Existen responsabilidades importantes de los estudiantes en situaciones monoparentales, en las cuales deben de ocupar un papel principal en la familia, lo cual ocasiona que terminen prestando mayor atención a una actividad que a otra.

El tercer factor es el “social” Tinto (1975), relacionado con el entorno social del estudiante (personas, y anexamos en la actualidad los medios digitales de comunicación), lo cual influye desde la elección de la carrera, las expectativas que tienen de la misma por comentarios o sugerencias de conocidos o medios de comunicación, lograr identificarse con la institución, entre otras. La buena

interacción y la aceptación con sus compañeros de curso pueden ocasionar que el estudiante se sienta bien durante su estancia en la escuela. Algunos estudiantes deciden ingresar a instituciones educativas en las cuales piensan que encontrarán compañeros similares a ellos, ya que en caso contrario se sentirían excluidos.

El cuarto factor es el “económico”, según Bank et al. (1990) se refiere a la falta de apoyo financiero que obliga al estudiante a trabajar, y en su caso, dedicarse en mayor tiempo a la obtención de ingresos. La encuesta CIDE-CASEN (2003) “establece que la deserción en jóvenes de familias acomodadas es menos frecuente que en los casos de alumnos que provienen de estratos sociales menos pudientes”.

El quinto factor es el “institucional”, involucra dos partes: la primera, según González et al. (2005), se refiere a la escasa adaptación de las universidades ante las nuevas generaciones de estudiantes; la insuficiente o pésima información que reciben los estudiantes al elegir una carrera, horarios de clase, temas abstractos, la discontinuidad entre el nivel medio superior y superior, los trámites, etc. Así mismo, la falta de actividades complementarias como: sistemas sociales, deportivos, culturales, con más amplios valores y estructuras que trasciendan en la vida académica. La segunda parte, según Spady (1970) y Tinto (1975), se refiere a los problemas relacionados con la adaptación de los estudiantes ante una identidad institucional, lo cual ocasiona que no se sientan parte de la institución, puesto que los estudiantes no comparten la misma identidad del instituto, lo que puede generar un bajo rendimiento académico (a medida que los estudiantes son capaces de afirmar sus identidades culturales en las instituciones educativas, sus posibilidades de graduarse también aumentan). De manera general, los estudiantes abandonan la escuela cuando no se sienten integrados al sistema académico y social de esta.

El sexto factor es de “orientación vocacional”, según Reay et al. (2001), los cuales hacen referencia a que la falta de claridad vocacional es la causa principal de la deserción, puesto que, si los estudiantes no están bien informados respecto de su opción de nivel superior, una vez que han ingresado, pueden darse cuenta de que la carrera no cumple con sus expectativas. Hay personas que solo están de paso para experimentar y ver si es una carrera de su agrado, esto sucede comúnmente los primeros dos años de la educación superior.

El séptimo factor es el de “bajo rendimiento académico”, según Reed (1968), el cual se asocia a bajas calificaciones, que pueden ocasionar falta de motivación académica.

El octavo factor es el “socioeconómico”, según Etzioni (1988), que contempla los recursos, los ingresos mensuales, los materiales que posibilitan el sostenimiento

vital, y los grados de estudio. Para el caso de los estudiantes. Según Bean et al. (1985) se refiere “a la situación financiera del estudiante y su familia, el cual es más significativo para alumnos que provienen de grupos sociales que se han incorporado recientemente a la educación superior. Las variables académicas, por el contrario, parecen ser más relevantes en los casos de alumnos que provienen de familias con estudios superiores”. Por ejemplo, la distancia Escuela-Casa depende de la zona que pueden sustentar para cubrir la renta o la vivienda del estudiante.

2.2.4 Factores protectores

Según Pianta (1990) son aquellos factores que mediante la intervención escolar derivan mejoras en los estudiantes con situaciones de alto riesgo. Estos mismos pueden emanar del mismo individuo, provenientes de las relaciones con su entorno social, como la “resiliencia”, la cual según Rutter (1990) es “la capacidad que tienen los individuos para resistir acontecimientos adversos en la experiencia vital sin consecuencias negativas o perturbadoras a largo plazo para su desarrollo o su socialización”. Mientras que para Manciaux (1994), “una persona resiliente es el que en condiciones difíciles y desestabilizadoras se rehace, continúa su camino, se comporta de manera eficaz y llega a ser con ello un adulto competente”.

Peralta (2008), concluye en sus investigaciones que “un estudiante permanecerá en la universidad si consigue un equilibrio al combinar los factores académicos, motivacionales e interrelacionales con la institución, si uno de los factores se debilita, impide que el estudiante se encuentre en equilibrio y sólo permanecerá en la institución si otro de los factores reacciona supliendo el aspecto necesario para mantener el equilibrio inicial”.

La intervención escolar preventiva es de suma importancia, en la cual los docentes o el demás personal de la institución educativa intervienen antes de que suceda la deserción escolar, mediante la identificación de las situaciones de mayor riesgo que conlleven al estudiante a la deserción escolar.

Marco metodológico

Realizar investigación cuantitativa nos permite mesurar las causas que motivan o implican un riesgo de deserción escolar para los encuestados, la cualitativa nos permite ampliar y profundizar en las causas importantes de motivación o posibles riesgos de deserción escolar desde la perspectiva de los encuestados; lo que conlleva utilizar conocimientos y herramientas eficientes para la obtención de información que ayude a explicar, analizar, entender y proponer una solución a la

problemática de interés. Para poder explicar el proceso utilizado en la investigación para la obtención de los datos de interés, es necesario explicar ciertos aspectos de su elaboración.

3.1 La encuesta

Es un instrumento escrito en el cual se traduce el problema de interés de la investigación a preguntas, se debe procurar que se pueda reflejar lo mejor posible la situación de los sujetos para así obtener información poco distorsionada, veraz, de calidad y confiable, puesto que es un medio para conocer lo que el encuestado piensa y es una manera de poderlo escuchar y entender. Su objetivo es proporcionar información y datos que ayuden a ejecutar un proceso de investigación para comprender o establecer relaciones entre características, rasgos, hechos y pensamientos de interés.

En el caso de los instrumentos que se realizan para poder conocer emociones o actitudes, es necesario que la persona que lo diseña evite favorecer una determinada forma de responder, para obtener respuestas validas y confiables. García (2002) menciona que “no existe un método preciso para poder mesurar las actividades; conocer las opiniones ayuda, pero finalmente no existe un vínculo directo entre opiniones y actitudes”, algunos psicólogos realizan los cuestionarios mediante los siguientes pasos:

1. Preparan grupos de afirmaciones para que el encuestado elija
2. Piden sus afirmaciones o desacuerdos de una serie de afirmaciones
3. Usan métodos para proyectar mediante narraciones o dibujos.

Para poder validar el cuestionario es necesario: la *validez*; que le da al cuestionario la cualidad de obtener información exacta y significativa, con ello se obtiene una mejor representación del problema de interés. *Confiabilidad*; es la cualidad del cuestionario de obtener resultados similares al aplicarlo sin alteraciones bajo las mismas circunstancias. *Comparabilidad*; la cualidad del cuestionario para incorporar la información en categorías que permiten comparar la información obtenida con la de otros estudios. *Adaptabilidad*; la cualidad del cuestionario de adaptarse a las circunstancias que se tiene para elaborar la investigación.

3.2 Chi Cuadrada de Independencia (χ^2)

La prueba de chi cuadrada o ji-cuadrada de independencia/contingencia determina si dos o más variables cualitativas o categóricas son estadísticamente independientes o no (no confundir con la prueba de chi cuadrado de ajuste, es diferente), la cual nos ayuda a tomar decisiones más certeras con un valor de incertidumbre bajo. Para utilizar el método los datos deben de estar agrupados en

frecuencias, la muestra debe de ser significativa, y para las frecuencias mínimas se recomiendan ser mayores a 5, en dado caso, se deberían de combinar para obtener una frecuencia mayor. Para obtener el valor de los grados de libertad k se necesita conocer el número de filas f y el número de columnas c .

$$k = (f - 1)(c - 1)$$

Además, se deben de formular las siguientes hipótesis:

H_0 : se supone que las variables son independientes

H_1 : se supone que las variables son dependientes

Para calcular la estadística chi cuadrada se elabora mediante la siguiente expresión

$$\chi^2 = \sum \frac{(f_o - f_e)^2}{f_e}$$

Donde

f_o : es la frecuencia observada (de los datos obtenidos)

f_e : es la frecuencia teorica o esperada (esta se calcula mediante $f_e = \frac{F(C)}{N}$)

El chi cuadrado critica χ_c^2 puede obtenerse fácilmente mediante la tabla de percentiles de la distribución de chi cuadrada, la cual depende de los grados de libertad y el nivel de significancia que se necesite (comúnmente son de 0.01 a 0.1).
 Sí $\chi^2 < \chi_c^2$: Se acepta H_0 , de lo contrario se acepta H_1 .

3.3 Indicadores Sociales

Bauer (1966) mencionó que “los indicadores sociales son estadísticas, series estadísticas o cualquier forma de indicación que nos facilita estudiar dónde estamos y hacia dónde nos dirigimos con respecto a determinados objetivos y metas, así como evaluar programas específicos y determinar su impacto”. En nuestro caso utilizamos diferentes indicadores, los cuales asociamos en factores (son mencionados en el marco teórico), con el propósito de identificar las diferencias entre los estudiantes inscritos y los desertores sobre sus fuentes de motivación y sus posibles riesgos de deserción.

Metodología para la elaboración de la encuesta

Para estudiar la motivación y los riesgos de deserción escolar de los estudiantes de primer semestre de una Licenciatura en Física y Matemáticas elaboramos una

encuesta con 47 afirmaciones. Las preguntas cerradas las estudiamos con estadística descriptiva.

4.1 Elaboración del instrumento y su validación

Utilizamos como base el cuestionario realizado por Elena Gámez e Hipólito Marrero en 2003, validado por medio del Análisis Factorial Exploratorio con rotación Varimax donde exploraron las metas y los motivos de los estudiantes que iniciaban sus estudios en las carreras de psicología, derecho y biología en la Universidad de La Laguna en Tenerife, España. En su cuestionario incluyeron metas interpersonales, de aprendizaje, logro, afiliación, prestigio social, poder, superación de problemas y motivación extrínseca. Para nuestro caso realizamos adaptaciones para la carrera de Licenciatura en Física y Matemáticas, para ello se anexaron preguntas para incluir los factores de riesgo de deserción escolar, así como los bienes internos y externos de la carrera, con lo cual realizamos una encuesta de 47 ítems con alternativas de respuesta en una escala tipo Likert de 4 puntos que va desde 1 hasta 4, que nos permitió profundizar y triangular con los datos obtenidos para las variables motivación y deserción de los encuestados, mediante las preguntas mencionadas, y validar las interpretaciones realizadas.

4.2 Elaboración de los ítems respecto a la jerarquía de las categorías y factores

Para la elaboración de las afirmaciones o ítems de la encuesta consideramos jerarquías, la primera correspondiente a categorías y la segunda correspondiente a los factores. La motivación consta de 4 categorías: motivación extrínseca, motivación intrínseca, bienes externos de la profesión y bienes internos de la profesión. La misma cuenta con 9 factores: rendimiento, social, aprendizaje, logro humanístico, dinero, poder, prestigio social, científico y tecnológico y divulgación. Riesgos de deserción consta solamente de una única categoría, ella misma. La cual cuenta con 7 factores: bajo rendimiento, económico, familiar y social, institucional, orientación, personal y socioeconómico. Los factores considerados son los mencionados en el marco teórico con mayor impacto de las principales variables a estudiar.

A partir de este momento, cuando hablemos sobre “riesgo de deserción escolar” lo mencionaremos en ocasiones por “riesgo”, puesto que se sobreentiende durante la investigación que es referido a la aplicación escolar. Es importante recordar que ítem y afirmación son equivalentes, puesto que a cada ítem se le asocia una afirmación.

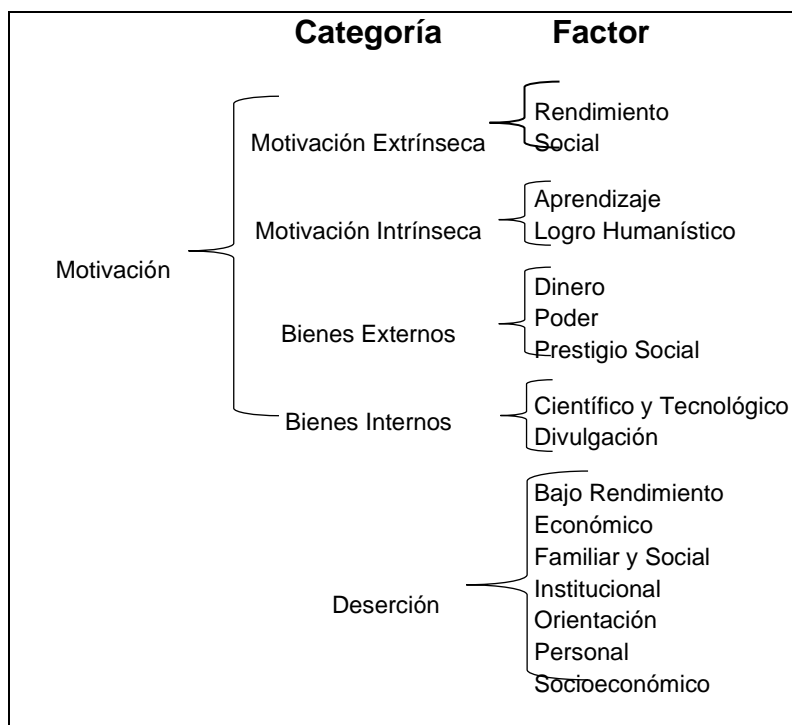


Fig. 1. Jerarquías de motivación y riesgo de deserción

4.3 Asociación de las 47 afirmaciones con sus respectivas categorías y factores

Asociamos en la Tabla 1 cada una de las 47 afirmaciones a sus respectivas categorías y factores, mediante la jerarquía mencionada en la Figura 1. La asignación resultante de los ítems es:

Tabla 1: Asignación de categorías y factores a los ítems

ÍTEM	CATEGORÍA	FACTOR	AFIRMACIÓN
1	Bienes Externos	Prestigio Social	Me interesa tener prestigio social.
2	Motivación Intrínseca	Logro Humanístico	Quiero emprender un camino en la vida y llegar al final.
3	Bienes Externos	Poder	Quiero sentirme una persona superior a las demás.
4	Deserción	Familiar y Social	Mis padres y amigos me aconsejaron estudiar la Licenciatura en Física y Matemáticas.
5	Deserción	Personal	Estudiar de tiempo completo, por su complejidad me ayudará a dejar de pensar en mis problemas.
6	Deserción	Económico	Mi situación económica pone en riesgo el poder continuar la carrera.
7	Motivación Intrínseca	Aprendizaje	Me gusta resolver problemas abstractos en los cuales debo descubrir y experimentar.
8	Deserción	Institucional	Los temas de física y matemáticas del primer semestre de esta carrera son muy abstractos.
9	Motivación Extrínseca	Social	Me he sentido a gusto en mi primer semestre en la Licenciatura en Física y Matemáticas.

10	Deserción	Personal	Puesto que esta carrera consume bastante de mi tiempo pone en riesgo el poder continuar con ella.
11	Motivación Intrínseca	Aprendizaje	Me mueve la curiosidad, el conocimiento y veo como un reto estudiar Física y Matemáticas
12	Bienes Internos	Científico y Tecnológico	Me gustaría ayudar en el desarrollo científico y tecnológico del país y de la humanidad.
13	Motivación Intrínseca	Aprendizaje	Me gustaría conocer el funcionamiento físico del universo, entender las Matemáticas desde el punto abstracto y riguroso.
14	Motivación Intrínseca	Logro Humanístico	Creo que el esfuerzo que realizaré en la Licenciatura en Física y Matemáticas será productivo.
15	Bienes Externos	Prestigio Social	Quiero tener un puesto de trabajo con cierto prestigio social.
16	Motivación Intrínseca	Logro Humanístico	He imaginado lo satisfactoria que sería mi vida siendo Físico/a Matemático/a.
17	Deserción	Familiar y Social	Mis relaciones sentimentales, familiares y sociales ponen en riesgo el poder continuar la carrera.
18	Motivación Extrínseca	Social	Me inspiraron películas, series de televisión, libros que tratan de ciencia Físico Matemática para elegir la Licenciatura en Física y Matemáticas.
19	Motivación Intrínseca	Aprendizaje	Me consideraba bueno para la física y las matemáticas en el bachillerato.
20	Deserción	Personal	Me he sentido deprimido en mi primer semestre en la Licenciatura en Física y Matemáticas.
21	Bienes Internos	Científico y Tecnológico	Quiero ayudar mediante la física y Matemáticas a contribuir en los avances de otras áreas como Ingenierías, Medicina, Estadística.
22	Bienes Externos	Prestigio Social	Estudiar la Licenciatura en Física y Matemáticas puede ser una manera de acceder a una posición dominante cuando me lo proponga.
23	Motivación Intrínseca	Aprendizaje	Me gusta la ciencia.
24	Motivación Extrínseca	Rendimiento	Mi interés fundamental es la obtención de recompensas, alabanzas, buenas notas o la aprobación de mis padres y profesores.
25	Deserción	Bajo Rendimiento	Mi falta de conocimientos básicos en física y matemáticas pone en riesgo el poder continuar la carrera.
26	Deserción	Institucional	Los horarios de clase son tan diversos complican que continúe con la Licenciatura en Física y Matemáticas.
27	Bienes Externos	Dinero	Me gustaría comprar bienes materiales (Auto, Casa, Ropa de Marca, Celular de moda).
28	Motivación Intrínseca	Aprendizaje	La física y matemáticas que estoy viendo en primer semestre siguen una secuencia con las que vi en Bachillerato, lo que me permite comprenderlas.
29	Motivación Intrínseca	Aprendizaje	Me gustaría saber más sobre un tema particular como viajes espaciales, dilatación del tiempo y el espacio, gravitones, integrar números complejos, etc.
30	Motivación Intrínseca	Logro Humanístico	Hacer la Licenciatura en Física y Matemáticas me permitirá apreciar el resultado de mi esfuerzo.
31	Motivación Intrínseca	Aprendizaje	Me gustaría saber más sobre un tema general como termodinámica, electromagnetismo, física nuclear, álgebra hipercompleja, topología.
32	Motivación Intrínseca	Aprendizaje	Actualmente me considero bueno para la Física y las Matemáticas.
33	Motivación Intrínseca	Logro Humanístico	Tengo las capacidades y motivaciones necesarias para ser Físico/a Matemático/a.
34	Deserción	Orientación	Hubiera sido bueno conocer mejor la carrera antes de elegirla.
35	Bienes Internos	Divulgación	Quiero transmitir conocimiento en física y matemáticas a las actuales y futuras generaciones.
36	Motivación Intrínseca	Logro Humanístico	Me siento feliz y satisfecho conmigo mismo.
37	Motivación Intrínseca	Logro Humanístico	Hacer la Licenciatura en Física y Matemáticas evitará sentirme fracasado/a en la vida.
38	Bienes Externos	Prestigio Social	Quiero tener un nivel social y económico adecuado.
39	Motivación Intrínseca	Logro Humanístico	Estudiar la Licenciatura en Física y Matemáticas es una forma de superar un reto importante en mi vida.

40	Motivación Intrínseca	Logro Humanístico	La carrera es lo que esperaba.
41	Motivación Extrínseca	Social	He conocido a algunas personas que han estudiado la Licenciatura en Física y Matemáticas que me inspiraron a estudiarla.
42	Deserción	Socioeconómico	El tiempo de trayecto de la escuela a mi hogar pone en riesgo el poder continuar la carrera.
43	Motivación Intrínseca	Aprendizaje	El bachillerato que estudie me motivó a elegir la Licenciatura en Física y Matemáticas.
44	Bienes Externos	Prestigio Social	Deseo tener una posición social mejor que la que tengo ahora.
45	Bienes Externos	Poder	Creo que teniendo conocimientos de Física y Matemáticas puedo tener cierta influencia sobre las personas.
46	Motivación Extrínseca	Social	Me siento parte de mi institución.
47	Bienes Externos	Poder	Me gustaría ser un/a líder.

Metodología inicial por estadística descriptiva y obtención de las bases de datos

5.1 Definición de variables importantes

Definamos la variable que representa a cada uno de los 47 ítems: Sea $\hat{I} = \{i \in \mathbb{N} \mid 1 \leq i \leq 47\}$, entonces, de manera particular consideremos los conjuntos $\hat{I}_m \subseteq \hat{I}$ y $\hat{I}_d \subseteq \hat{I}$, donde:

$$\hat{I}_m = \{i_m \in \hat{I} \mid i_m \text{ son los ítems correspondientes a motivación}\}.$$

$$\hat{I}_d = \{i_d \in \hat{I} \mid i_d \text{ son los ítems correspondientes a deserción}\}.$$

Definamos la variable que represente a cada uno de los 133 estudiantes encuestados (los cuales ya están representados por un número del 1 al 133, ver el Anexo 2). Sea $J = \{j \in \mathbb{N} \mid 1 \leq j \leq 133\}$.

$$J_i = \{j_i \in J \mid j_i \text{ son los estudiantes inscritos}\}.$$

$$J_d = \{j_d \in J \mid j_d \text{ son los desertores}\}.$$

5.2 Representación de las bases de datos

En la elaboración de cálculos posteriores, es necesario representar de manera explícita a cada ítem de motivación y riesgo de deserción en función de su categoría y factor, por lo cual, dedicamos este apartado a mostrar las estructuras de las bases de datos, por lo cual, a_{i-j} es la respuesta al ítem i -ésimo del estudiante j -ésimo.

Tabla 2: Representación de la base de datos.

		NÚMERO DE ALUMNO										
		1	2	.	.	.	J	.	.	.	132	133
NÚMERO DE ÍTEM	1	a_{1-1}	a_{1-2}	.	.	.	a_{1-j}	.	.	.	a_{1-132}	a_{1-133}
	2	a_{2-1}	a_{2-2}	.	.	.	a_{2-j}	.	.	.	a_{2-132}	a_{2-133}

	i	a_{i-1}	a_{i-2}	.	.	.	a_{i-j}	.	.	.	a_{i-132}	a_{i-133}

	46	a_{46-1}	a_{46-2}	.	.	.	a_{46-j}	.	.	.	a_{46-132}	a_{46-133}
47	a_{47-1}	a_{47-2}	.	.	.	a_{47-j}	.	.	.	a_{47-132}	a_{47-133}	

Chi cuadrada de independencia

Mostramos en este capítulo, los cálculos para obtener cuales categorías, factores e ítems sí dependen del sujeto: inscrito o desertor. Para ello mostramos una estructura generalizada de la respuesta de cada categoría, factor e ítem

Tabla 3: Estructura de chi cuadrada

		Frecuencia (1)	Frecuencia (2)	Frecuencia (3)	Frecuencia (4)
Categoría, Factor o Ítem	Desertores	f_{1d}	f_{2d}	f_{3d}	f_{4d}
	Inscritos	f_{1i}	f_{2i}	f_{3i}	f_{4i}

6.1. Cálculo de chi cuadrada

Para este caso tenemos que $k=3$, por lo cual se asemeja más a una distribución normal a diferencia de $k=1,2$. Por ello consideraremos frecuencias por debajo de 5, debido a la naturalidad del problema. ¿Por qué? Porque tenemos 2 filas y 4 columnas, por ello:

$$k = (f - 1)(c - 1) = 1(3) = 3$$

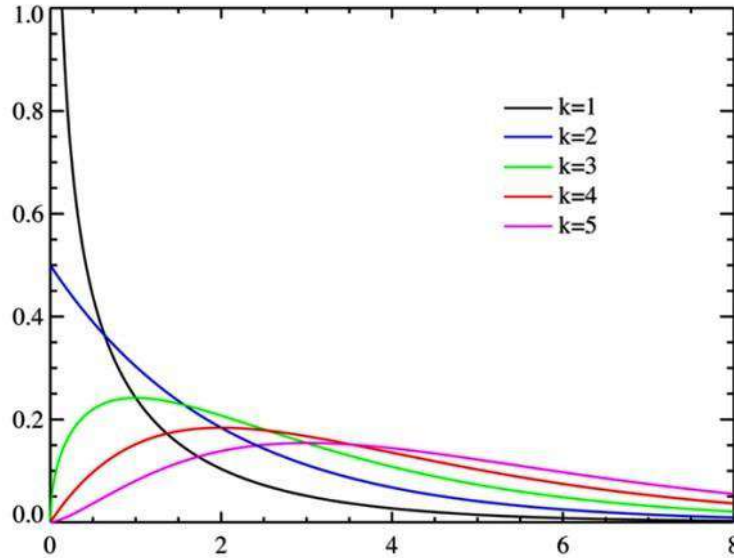


Fig. 2: Distribución de k

Retomemos que todos los siguientes resultados tendrán la misma estructura al computar la chi cuadrada. Para este análisis elegimos una significancia al 95%, es decir que: $\alpha = 1 - 0.95 = 0.05$, por ello el resultado para $\chi_c^2 = 7.8147$ para todos los análisis posteriores. Entonces, encontraremos que sí depende si influye la situación académica (si son inscritos o desertaron) de los estudiantes en las respuestas de las categorías, factores o ítems al 95% de confianza cuando:

$$\chi_c^2 < \chi^2 \text{ es decir } 7.8147 < \chi^2$$

DISTRIBUCION DE χ^2

Grados de libertad	Probabilidad										
	0,95	0,90	0,80	0,70	0,50	0,30	0,20	0,10	0,05	0,01	0,001
1	0,004	0,02	0,06	0,15	0,46	1,07	1,64	2,71	3,84	6,64	10,83
2	0,10	0,21	0,45	0,71	1,39	2,41	3,22	4,60	5,99	9,21	13,82
3	0,35	0,58	1,01	1,42	2,37	3,66	4,64	6,25	7,82	11,34	16,27
4	0,71	1,06	1,65	2,20	3,36	4,88	5,99	7,78	9,49	13,28	18,47
5	1,14	1,61	2,34	3,00	4,35	6,06	7,29	9,24	11,07	15,09	20,52
6	1,63	2,20	3,07	3,83	5,35	7,23	8,56	10,64	12,59	16,81	22,46
7	2,17	2,83	3,82	4,67	6,35	8,38	9,80	12,02	14,07	18,48	24,32
8	2,73	3,49	4,59	5,53	7,34	9,52	11,03	13,36	15,51	20,09	26,12
9	3,32	4,17	5,38	6,39	8,34	10,66	12,24	14,68	16,92	21,67	27,88
10	3,94	4,86	6,18	7,27	9,34	11,78	13,44	15,99	18,31	23,21	29,59
	No significativo								Significativo		

Fig. 3: Intersección de los grados de libertad en k=3 y $\alpha=0.05$

6.2. Cálculo de chi cuadrada para la motivación.

Colocaremos en este apartado únicamente las categorías, factores e ítems que dependan de la situación académica de los estudiantes al 95% de confianza acompañada de una tabla de estadísticas para complementar el análisis.

6.2.1 Cálculo de chi cuadrada para la motivación por categorías.

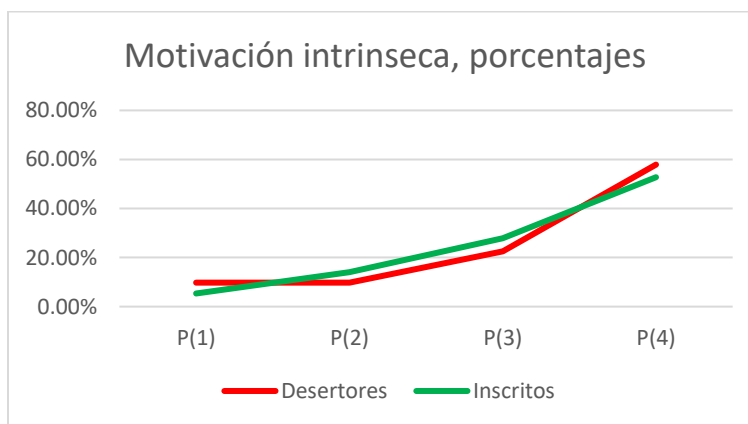
Para este caso, únicamente aparece la motivación intrínseca, la cual, sí depende de la situación de académica de los encuestados, es decir, si los estudiantes son inscritos o desertores, vemos que coinciden los porcentajes, como se visualiza en su gráfico de porcentajes.

Tabla 3: Cálculo de chi cuadrada de la motivación intrínseca

ítem	Frecuencias						Chi Cuadrada	Chi Crítica
	χ^2	χ_c^2	2	3	4	Total	χ^2	χ_c^2
Motivación Intrínseca	Desertores	13	13	30	77	133	7.9731	7.8147
	Inscritos	128	335	667	1262	2392		
	Total	141	348	697	1339	2525		

Tabla 4: Cálculo de los porcentajes de la motivación intrínseca

ítem	Estadísticas					
	Estado	P(1)	P(2)	P(3)	P(4)	Total
Motivación Intrínseca	Desertores	9.77%	9.77%	22.56%	57.89%	100%
	Inscritos	5.35%	14.01%	27.88%	52.76%	100%
	General	5.58%	13.78%	27.60%	53.03%	100%



Gráfica 1: Porcentajes de la motivación intrínseca

6.2.2 Cálculo de chi cuadrada para la motivación por factores.

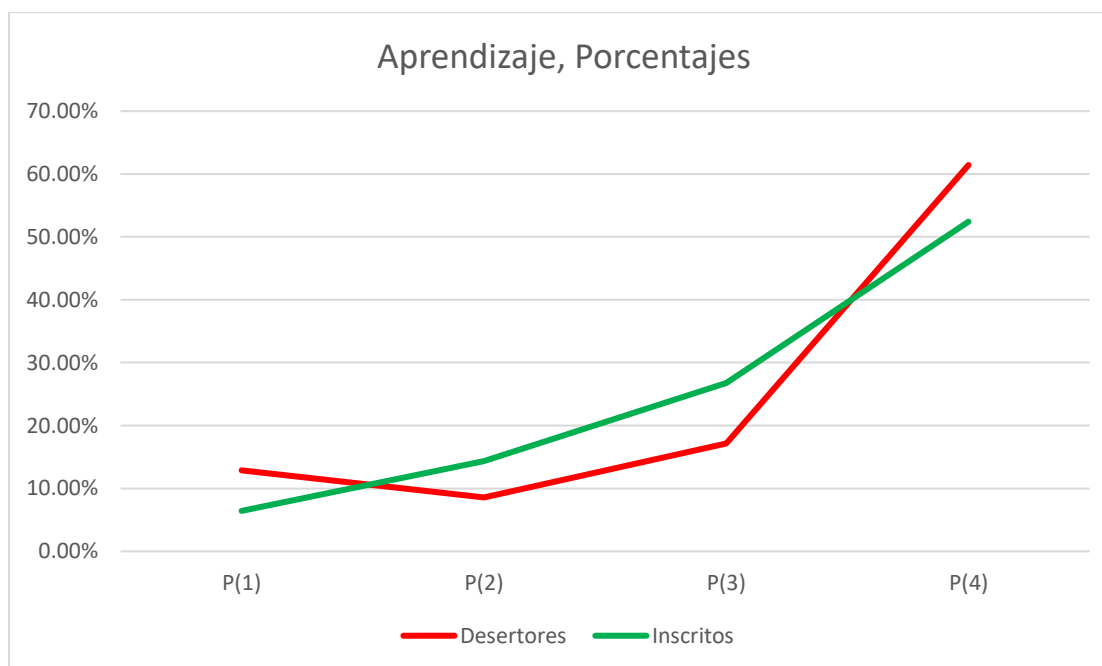
Para este caso, únicamente aparece el aprendizaje, vemos que coinciden los porcentajes, como se visualiza en su gráfico de porcentajes.

Tabla 5: Cálculo de chi cuadrada para el Aprendizaje

Frecuencias							Chi Cuadrada	Chi Crítica
ítem	χ^2	χ_c^2	2	3	4	Total	χ^2	χ_c^2
Aprendizaje	Desertores	9	6	12	43	70	8.9844	7.8147
	Inscritos	81	181	337	660	1259		
	Total	90	187	349	703	1329		

Tabla 6: Porcentajes del Aprendizaje

Estadísticas						
ítem	Estado	P(1)	P(2)	P(3)	P(4)	Total
Aprendizaje	Desertores	12.86%	8.57%	17.14%	61.43%	100%
	Inscritos	6.43%	14.38%	26.77%	52.42%	100%
	General	6.77%	14.07%	26.26%	52.90%	100%



Gráfica 2: porcentaje de Aprendizaje

6.2.3 Cálculo de chi cuadrada para la motivación por ítems.

Para motivación por ítems tenemos tres resultados, la estadísticamente más importante es “me gustaría saber más sobre un tema general” con un $\chi^2 = 19.3174$ que como vemos en su gráfica de porcentajes tiene un comportamiento similar para ambos sujetos.

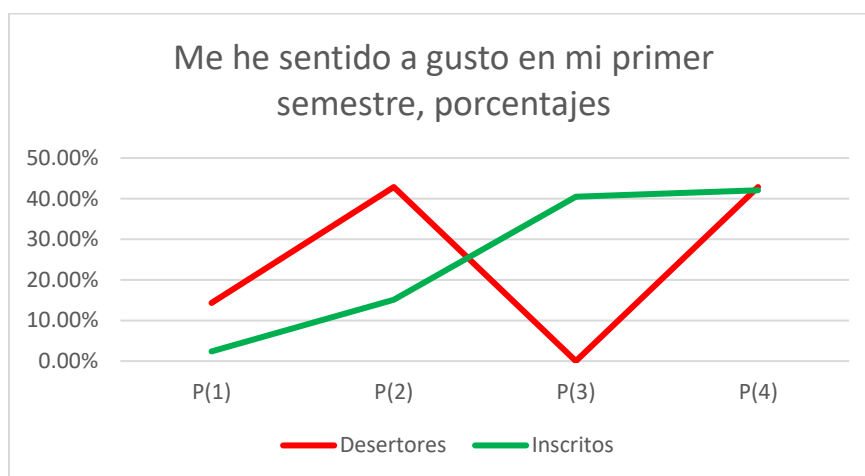
Le sigue “actualmente me considero bueno para la física y matemáticas” con un $\chi^2 = 9.8936$ en su gráfica de porcentajes notamos que los inscritos actualmente se sienten mejores en física y matemáticas en comparación de los desertores que se perciben un poco menos buenos en física y matemáticas, le sigue por último el “me he sentido a gusto en mi primer semestre” con un $\chi^2 = 9.0528$ y su gráfica de porcentajes nos menciona que los inscritos se sienten más a gusto que los desertores, podemos atribuir este suceso a que los estudiantes inscritos se han percatado que sus conocimientos tienen mejores fundamentos y han podido acoplarse mejor a su primer semestre, es por ello que han continuado sus estudios, de lo anterior, si concentramos la atención en que la población estudiantil con riesgos de desertar y amenizamos su estancia estudiantil y se corrigen sus conocimientos erróneos o faltantes se podría lograr aumentar la retención estudiantil.

Tabla 7: Chi cuadrada de ítems de motivación

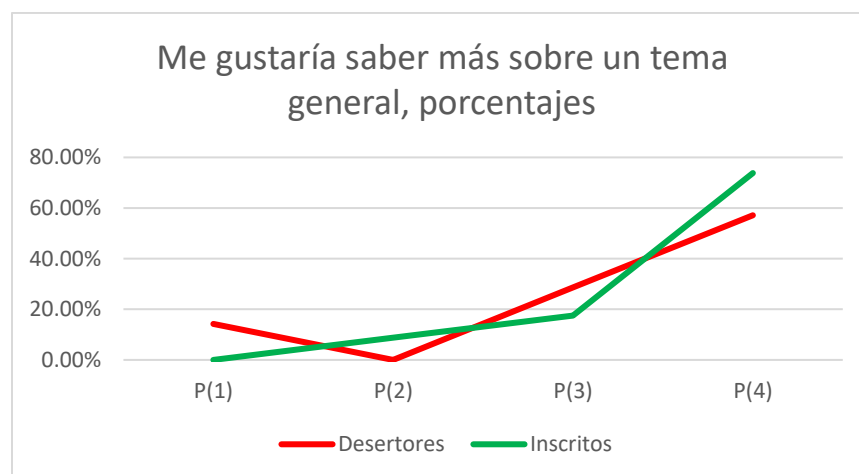
ítem	Frecuencias						Chi Cuadrada	Chi Crítica
	Estado	1	2	3	4	Total	χ^2	χ_c^2
Me he sentido a gusto en mi primer semestre en la Licenciatura en Física y Matemáticas.	Desertores	1	3	0	3	7	9.0528	7.8147
	Inscritos	3	19	51	53	126		
	Total	4	22	51	56	133		
Me gustaría saber más sobre un tema general como termodinámica, electromagnetismo, física nuclear, álgebra hipercompleja, topología.	Desertores	1	0	2	4	7	19.3174	7.8147
	Inscritos	0	11	22	93	126		
	Total	1	11	24	97	133		
Actualmente me considero bueno para la Física y las Matemáticas.	Desertores	3	1	2	1	7	9.8936	7.8147
	Inscritos	11	58	50	7	126		
	Total	14	59	52	8	133		

Tabla 8: Porcentajes de ítems de motivación

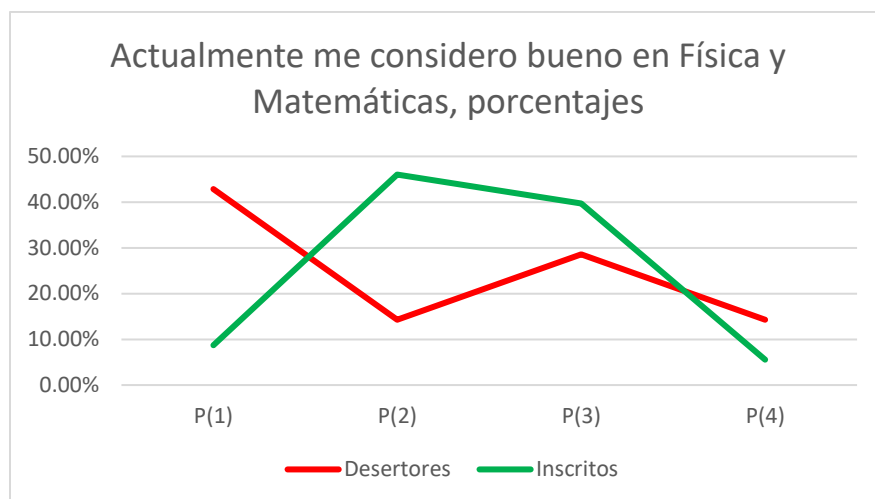
ítem	Estado	Estadísticas				
		P(1)	P(2)	P(3)	P(4)	Total
Me he sentido a gusto en mi primer semestre en la Licenciatura en Física y Matemáticas.	Desertores	14.29%	42.86%	0.00%	42.86%	100%
	Inscritos	2.38%	15.08%	40.48%	42.06%	100%
	Total	3.01%	16.54%	38.35%	42.11%	100%
Me gustaría saber más sobre un tema general como termodinámica, electromagnetismo, física nuclear, álgebra hipercompleja, topología.	Desertores	14.29%	0.00%	28.57%	57.14%	100%
	Inscritos	0.00%	8.73%	17.46%	73.81%	100%
	Total	0.75%	8.27%	18.05%	72.93%	100%
Actualmente me considero bueno para la Física y las Matemáticas.	Desertores	42.86%	14.29%	28.57%	14.29%	100%
	Inscritos	8.73%	46.03%	39.68%	5.56%	100%
	Total	10.53%	44.36%	39.10%	6.02%	100%



Gráfica 3: porcentaje de me he sentido a gusto en mi primer semestre



Gráfica 4: porcentaje de me gustaría saber más sobre un tema general.



Gráfica 5: porcentaje de me he sentido a gusto en mi primer semestre

6.3. Cálculo de chi cuadrada para los riesgos de deserción.

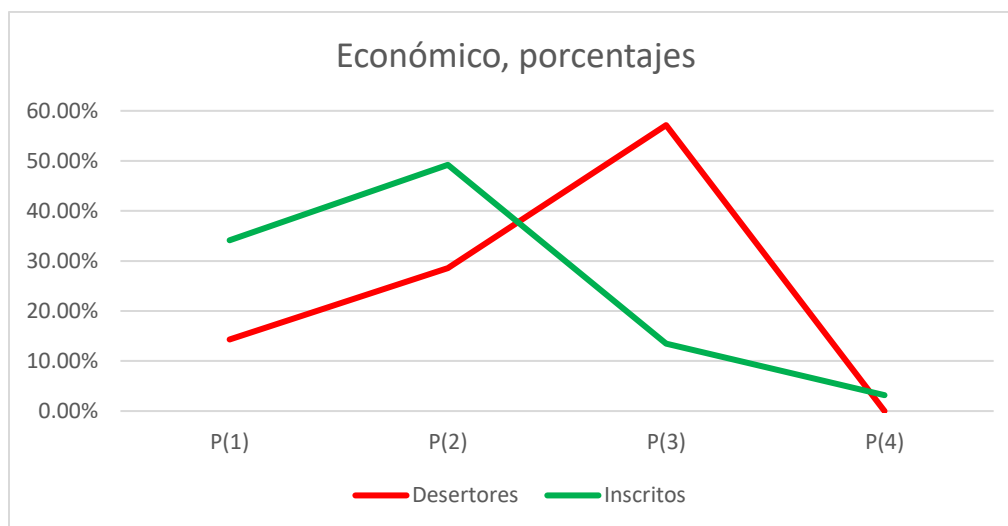
Colocaremos en este apartado únicamente las categorías, factores e ítems que dependan de la situación académica de los estudiantes al 95% de confianza. Para riesgos de deserción por factores tenemos un único resultado, el económico, de su gráfica de porcentajes observamos que los que han desertado fue debido a dicha problemática.

Tabla 9: Chi cuadrada de Económico

Frecuencias						Chi Cuadrada	Chi Crítica	
ítem	Estado	1	2	3	4	Total	χ^2	χ_c^2
Económico	Desertores	1	2	4	0	7	9.6008	7.8147
	Inscritos	43	62	17	4	126		
	Total	44	64	21	4	133		

Tabla 10: Porcentajes de Económico

Frecuencias		Estadísticas				
ítem	Estado	P(1)	P(2)	P(3)	P(4)	Total
Económico	Desertores	14.29%	28.57%	57.14%	0.00%	100%
	Inscritos	34.13%	49.21%	13.49%	3.17%	100%
	General	33.08%	48.12%	15.79%	3.01%	100%



Gráfica 6: Porcentajes de Económico

6.2.2 Cálculo de chi cuadrada para los riesgos de deserción por ítems

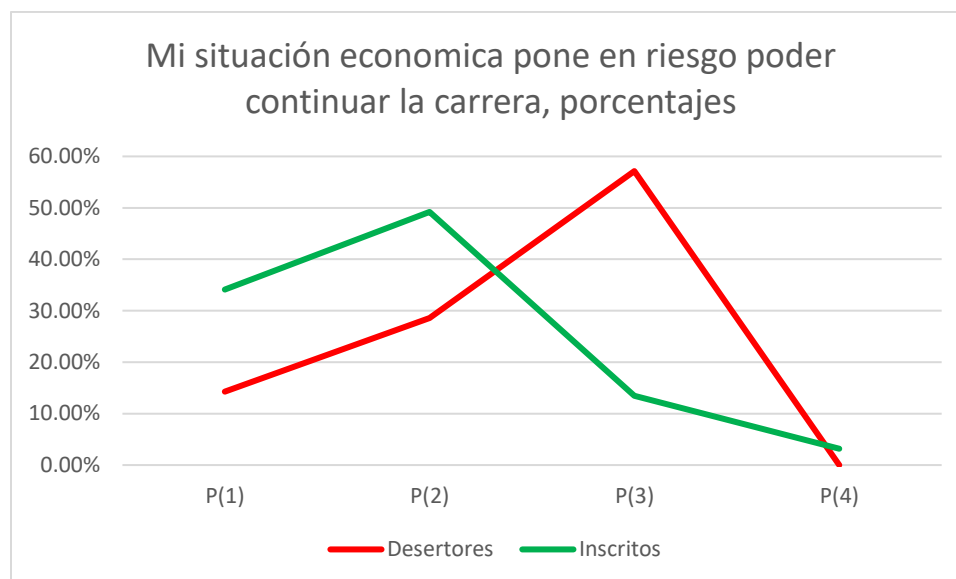
Para riesgos de deserción por ítems tenemos un único resultado, el que mi situación económica pone en riesgo poder continuar la carrera, de su gráfica de porcentajes observamos que los que han desertado fue debido a dicha problemática, puesto que su mayor concentración es en P(3), no obstante, los inscritos también consideran importante esta causa como un riesgo que pueda originar que deserten concentrándose en P(2), con solamente una diferencia de 1 en escala de Likert .

Tabla 11: Chi cuadrada de mi situación económica pone en riesgo el poder continuar la carrera.

Frecuencias						Chi Cuadrada	Chi Crítica	
ítem	Estado	1	2	3	4	Total	χ^2	χ_c^2
Mi situación económica pone en riesgo el poder continuar la carrera.	Desertores	1	2	4	0	7	9.6008	7.8147
	Inscritos	43	62	17	4	126		
	Total	44	64	21	4	133		

Tabla 12: Porcentajes de mi situación económica pone en riesgo el poder continuar la carrera

Frecuencias		Estadísticas				
ítem	Estado	P(1)	P(2)	P(3)	P(4)	Total
Mi situación económica pone en riesgo el poder continuar la carrera.	Desertores	14.29%	28.57%	57.14%	0.00%	100%
	Inscritos	34.13%	49.21%	13.49%	3.17%	100%
	General	33.08%	48.12%	15.79%	3.01%	100%



Gráfica 7: Porcentajes de mi situación económica pone en riesgo el poder continuar la carrera

Conclusiones

Por parte de la motivación, un ingresante a la licenciatura en física y matemáticas tiene un perfil inherente, el cual, se ve más inclinado por la motivación intrínseca y el aprendizaje, lo cual nos indica que se debe de motivar e inculcar estos puntos durante toda su estancia estudiantil de diversos modos, ya sea por: ferias de ciencia, ponencias, congresos, experimentos, libros, películas y clases lúdicas que ayuden aumentar su aprendizaje cognitivo lo mejor posible, esta información es útil y debe de contemplarse en los exámenes de orientación vocacional para aquellos jóvenes que tengan estas cualidades conozcan que dicha carrera puede ser considerada como una opción principal para ellos. la dialéctica sobre ¿cómo aumentar la retención escolar? Se origina por dos causas, la principal es que los que desertaron consideraban que sus conocimientos no eran suficientes para continuar y que no se habían sentido a gusto en su primer semestre, lo cual se debe de enfatizar en la salud emocional, los vínculos sociales que se crean en la institución mediante actividades entre los estudiantes fomentando el compañerismo e institucionalismo.

Por parte de los riesgos de deserción la única significativa es el económico, la cual tuvo un impacto en los desertores como la causa principal de que desertaran, no obstante, los inscritos también tienen dicha problemática, solo por un punto de diferencia en su espectro central de la escala de Likert, lo que implica que la institución de donde son provenientes deben de enseñar a los estudiantes a diversificar sus ingresos, coadyuvarles con cursos de finanzas personales,

proporcionar información sobre becas dando seguimiento con las áreas correspondientes para aumentar el número de becas que puedan otorgarse siempre y cuando cumplan con los requisitos de las convocatorias oficiales vigentes.

Referencias

Amitai, E. (1998). La Dimensión Moral de la Economía. Alemania.

Bank, B., Slaving, R. & Biddke, B. (1990). Effects of Peer, Faculty and Parental Influences on Students Persistence. *Sociology Of Education*, 63, 208-225.

Bauer, A. (1966). Antibiotic susceptibility testing by a standardized single disk method. U.S.A: Universidad de Washington, departamento de medicina.

Bean, J. & Metzner, B. (1985). A Conceptual Model of Nontraditional Undergraduate Student Attrition. *Review Of Educational Research*, 55, 485-540.

Beltrán, J. (1993). Procesos, estrategias y técnicas de aprendizaje. Madrid, España.

Cabanach, R., Valle, A., Núñez, C., González, A. (1996). Una aproximación teórica al concepto de metas académicas y su relación con la motivación escolar: *Psicothema* Vol 8, n°1. España, Universidad de La Coruña.

Canales, A. y de los Ríos, D. (2007). Factores explicativos de la deserción universitaria. Chile: Calidad en la educación.

Cano, M. (1995). Motivación y Elección de Carrera. San Luis Potosí, México: REMO.

Cassiano, A., Cipagauta, P. y Reyes. N. (2009). Identidad Profesional como factor explicativo de la permanencia estudiantil. Colombia: Ministerio de educación nacional.

CIDE. (2003). IV Encuesta a Actores del Sistema Educativo. Santiago de Chile: Centro de Investigación y Desarrollo de la Educación.

Ford, M. (1992). *Motivating humans: Goals, emotions and personal agency beliefs*. Newbury Park, CA: Sage.

Ford, M. (1992). *Motivating humans: Goals, emotions and personal agency beliefs*. Newbury Park, CA: Sage.

Frymier, J., Gansneder, B. (1989). The phi delta kappa study of students at risk. Phi delta Kappan, 71 (2), 142-146.

Fullana, J. (1996). La prevención del fracaso escolar: un modelo para analizar las variables que influyen en el fracaso escolar. Madrid España: Sociedad española de pedagogía. Revista Bordon 48, 2.

Gámez, E. y Marrero, H. (2000). Metas y motivos en la elección de la carrera de psicología. R.E.M.E. (Online), 3, 5-6.

Gámez, E. y Marrero, H. (2003). Metas y motivos en la elección de la carrera universitaria: Un estudio comparativo entre psicología, derecho y biología. Murcia, España: Universidad de Murcia.

García, F. (2002). El cuestionario, recomendaciones metodológicas para el diseño de cuestionario, Sonora, México: Limusa.

Gil, J. (2001). Introducción a las Teorías Lingüísticas del Siglo XX. Editorial Melusina y Ril editores. UNLP Facultad de psicología. Lingüística general.

González, L. & Uribe, D. (2003). Estimaciones sobre la repitencia y deserción en la educación superior. Revista Calidad en la Educación, 19, 90-108.

González, M., Tourón, J. y Gaviria, J. (1994). La orientación motivacional intrínseco-extrínseca en el aula: Validación de un instrumento. Bordón, 46, 35-51.

González, R., Valle, A., Núñez, J. y Pineda, J. (1996). Una aproximación teórica al concepto de metas académicas y su relación con la motivación escolar. Psicothema, 8, 45-61.

Good, T. y Brophy, J. (1983). Motivación. Psicología educativa. México: Interamericana.

Hernández, P. (2003). Variables personales y contextuales del esfuerzo escolar. Moldes mentales de inteligencia emocional. Aula de Innovación Educativa 120: 22-28.

Himmel, E. (2002). Modelos de Análisis de la Deserción Estudiantil en la Educación Superior. Revista Calidad en La Educación, 17, 75-90.

Huertas, J. y Agudo, R. (2003). Concepciones de los estudiantes universitarios sobre educativa. Enseñar y aprender para la autonomía. Barcelona, España.

Manciaux, M. (1994). De la vulnerabilidad a la resiliencia. Revista de Información nº56.

Martínez, E. (2006). Ética de la profesión: proyecto persona y compromiso de ciudadanía. Murcia, España: Universidad de Murcia.

Maryland state department of education (1990): Young children living in risky circumstance. Addressing the needs of at risk students during the early learning years. Technical team report. Submitted to the commission for students at risk of school failure.

Morris, C., Maisto, A. (2005). Psicología. México: Pearson Educación

Nicholls, J. (1984). Achievement motivation: conceptions of ability, subjective experience, task choice and performance. *Psychological Review*, 91, 328-346.

Núñez, J. y González, J. (1994). Determinantes del rendimiento académico. Variables cognitivo-motivacionales, atribucionales, uso de estrategias y autoconcepto. Oviedo: Servicio de Publicaciones de la Universidad de Oviedo.

Nuño, T. y Rupérez, T. (1996). Análisis de las concepciones del profesorado sobre la ciencia desde una perspectiva de género. Departamento de didáctica de la matemática y de las ciencias experimentales.

Peralta, C. (2008). Modelo Conceptual para la deserción universitaria chilena en estudios.

Pianta, R. (1990). Widening the Debate on educational reform: Prevention as a viable alternative. *E* 56(5), 306-313.

Pintrich, P. (1994). Student motivation in the college classroom, en Pritchard, K. W. y McLaren Sawyer, R. (eds) *Handbook of college teaching: Theory and application*, Westport. CN: Greenwood Press.

Polo, A. (2003). Ética profesional. Lima: Revista de investigación de la Facultad de Ciencias Administrativas, UNMSM.

Reay, D., Davies, J., David, M. & Ball, S. (2001). Choices of Degree or Degrees of Choice? Class, Race and the Higher Education Choice Process. *Sociology*, 35, 855-874.

Reeve, J. (2000). Motivación y emoción. Madrid: McGraw-Hill
Review of educational research, Vol. 45 No.1. 89-125.

Rinaudo, M., De la Barrera, M., y Donolo, D. (2006). Motivación para el aprendizaje en estudiantes universitarios. Revista Electrónica de Motivación y Emoción, vol. IX, núm. 22.

Scott, K., Carran, D. (1989). Identification and referral of handicapped infants. Vol 3. Oxford: Pergamon Press.

Silva, M. (2011). El primer año universitario. Un tramo crítico para el éxito académico. México: Revista del Centro de Investigación de la Universidad La Salle.

Spady, W. (1970). Dropouts from Higher Education: An Interdisciplinary Review and Synthesis. Interchange, 1, 64-85.

Steinmann, A., Bosch, B., Aiassa, D. (2013). Motivación y expectativas de los estudiantes por aprender ciencias en la Universidad. México, D.F: Revista mexicana de investigación educativa. Vol. 18 Núm. 57.

Stephens, J. (2009) Estadística. Nebraska, U.S.A: Mc Graw Hill. student retention, Vol. 8, No 1. 1-19.

Tinto V. (2001). Rethinking the first year college. Higher Education Monograph Series.

Tinto, V. (1975). Dropout from higher education, a theoretical synthesis of recent research.

Tinto, V. (1975). Dropout From Higher Education: A Theoretical Synthesis of Recent Research. Review of Educational Research, 45, 89-125.

Tinto, V. (2006). Research and practice of student retention: what is next? Journal of college.

Valle, A., González, R., Núñez, J., Rodríguez, S. y Piñeiro, I. (1999). Un modelo causal sobre los determinantes cognitivo-motivacionales del rendimiento académico. Revista de Psicología General y Aplicada, 52 (4), 499-519.

Velaz, C. (1997). Imagen de la ciencia, prácticas y hábitos científicos de los investigadores en ciencias de la educación. Revista de educación nº 312.

Sistematización del ABP en el área de matemática en pandemia

Dennis Sanchez¹, José Luis Pérez²

U. N. E. Rafael María Baralt¹ (Vzla), Colegio Adv. La Cisterna (CH)²
dennisyohanasanchez@gmail.com¹, jlpl_86@hotmail.com²

Resumen

La presente investigación tiene como objetivo, sistematizar la experiencia obtenida en el desarrollo del Aprendizaje Basado en Proyecto (ABP) en el área de matemática en las clases online en el Colegio Adv. La Cisterna de la Región Metropolitana de Chile. Sustentado bajo la teoría de Vergara J. (2017) quien nos explica las bondades de trabajar con esta metodología, destacando que el ABP, es algo más, es una forma de entender el aprendizaje y las estrategias que los docentes llevan a cabo para conseguir que se produzca un aprendizaje significativo ya que éste se da cuando un estudiante relaciona la nueva información con la que ya posee, Ausubel (1983), actuando el ABP como un enlace entre los conocimientos por aprender y los ya existentes.

Por otro lado, se utilizó la metodología de la sistematización de Jaras O. (2012), obteniendo como conclusión que los estudiantes identifiquen un tema de interés para ellos, y aplicarlos con los conocimientos en el área de matemática.

Trabajando de forma cooperativa y colaborativa con la comunidad educativa para el desarrollo y presentación del Proyecto, siempre con la guía y el apoyo de los docentes. Los estudiantes manifiestan una actitud más participativa en la clase de matemática a la hora de desarrollar los contenidos y contextualizarlos. Por otro lado, se logra la interacción del área del conocimiento, los estudiantes y a la comunidad en general. Y finalmente se logró observar, a pesar que las actividades eran vía online por la situación del país (Pandemia), se logró mantener a los estudiantes activos en cada una de las clases, manifestando las dudas presentes.

Palabras clave

Aprendizaje en Base a proyecto de aprendizaje (ABP), Sistematización, matemática, aprendizaje significativo.

Introducción

La innovación educativa solo tiene sentido si consigue cambiar la vida de los centros y hacer que nuestros alumnos y alumnas sean más competentes. Más activos y comprometidos como ciudadanos, profesionales y personas. En consecuencia, el ABP no es la mejor estrategia para todos los objetivos educativos que soñamos los docentes. Tampoco la única. Los escasos estudios científicos sobre los beneficios del ABP señalan que este enfoque metodológico puntúa bastante mejor a la hora de desarrollar -en los alumnos- los procesos de pensamiento de orden superior.

Esto quiere decir que el ABP es una buena herramienta para desarrollar el pensamiento crítico, creativo e incluso el ejecutivo. Sin embargo, solo puntúa algo mejor en el desarrollo de procesos memorísticos, reproductivos, entre otros. En tal sentido, el objetivo de la investigación es, sistematizar la experiencia obtenida en el desarrollo del aprendizaje basado en proyecto en el área de matemática en las clases online en el colegio Adv. La Cisterna de la Región Metropolitana de Chile, dejando en evidencia la efectividad de la misma o no.

Por otro lado, es evidente que mientras las escuelas y liceos se encuentran cerradas físicamente debido a la crisis sanitaria 2020, las experiencias educativas se llevan a cabo mayoritariamente a través de plataformas en línea (Zoom, Classroom entre otras). Bajo este panorama, muchos estudiantes de todos los niveles escolares no logran motivarse con el aprendizaje remoto, y muchos docentes se preguntan qué hacer para entusiasmarlos y generar una dinámica de enseñanza aprendizaje acorde con nuestro currículum vigente.

En consecuencia, la presente investigación surge de la necesidad de sistematizar la experiencia reflejada en los estudiantes de educación básica y media, con el abordaje de objetivos específicos del Currículum Nacional, por medio de proyectos de aprendizaje, siendo una metodología que permite el trabajo colaborativo y motivador para los estudiantes. Sustentado con la teoría de Vergara J. (2017,14), donde nos dice que, el Aprendizaje Basado en Problemas, proyectos y/o casos de la compleja vida real siempre implica aprendizaje distribuido; al indagar, experimentar en las condiciones reales de los contextos vitales, el sujeto aprende el qué, el cómo, pero también el cuándo, el dónde y el para qué, tan útiles para promover la transferencia de lo aprendido a situaciones desconocidas y novedosas.

Marco Teórico

¿Aprendizaje basado en Proyectos (ABP)?

El Aprendizaje Basado en Proyectos es algo más que una metodología. Es una forma de entender el aprendizaje y las estrategias que los docentes llevan a cabo para conseguir que se produzca. Usando la terminología de Vergara J. (2017) sería “un método” y no “una metodología”.

Esta forma de entender el ABP nos resulta especialmente interesante porque reúne dos elementos fundamentales que lo caracterizan:

- No es un método cerrado. Es decir, al ser una estrategia que elabora el docente para facilitar el aprendizaje de sus alumnos tiene mucha flexibilidad para adaptarse a las circunstancias en las que debe producirse.
- El método debe adaptarse a las personas y no al revés. Lo que permite que cada proyecto utilice herramientas, formas de hacer, comunicarse, trabajar, etc. distintas en función de las características de los alumnos y también del estilo docente de aquellos que lideran el proyecto.

El ABP y el aprendizaje significativo

El aprendizaje significativo según Ausubel (1983) se da cuando un estudiante relaciona la nueva información con la que ya posee, es decir los conocimientos verdaderos solo nacen cuando los nuevos contenidos son presentados de manera que tengan significados para los ya existentes en la estructura cognitiva. El ABP es una metodología, sobre la cual cabe destacar su utilidad como un enlace entre los contenidos por aprender y los ya existentes.

Sobre esto plantea el autor, para que se dé el aprendizaje significativo existen 2 condiciones, las cuales son: primero, que la estructura cognitiva del sujeto debe poseer conceptos. Y como segunda condición, la estrategia presentada por el docente debe ser subsumidores o inclusores que posibiliten el procesamiento de la nueva información lógicamente significativo, la cual pueda relacionar con los conocimientos previos. Sobre esta condición el ABP por su naturaleza de desarrollo de experiencias innovadora, activa, creativa y personal, le permite al docente indagar los conocimientos previos del estudiante, para así incidir en sus intereses, motivándolo a superar el reto que significa el desarrollo de una actividad. También el autor antes mencionado expone, para que se dé un aprendizaje significativo es necesario que el estudiante se interese por aprender, demandando más esfuerzos, llevándolo a realizar procesos mentales cada vez más complejos, ya que el estudiante posee una conciencia dinámica en la cual actúa constantemente el aprendizaje sistemático.

Ingredientes del ABP

El Aprendizaje Basado en Proyectos, es más que una metodología didáctica. Se trata de un marco distinto sobre el que organizar las clases y pensar la educación, sobre todo, en estos tiempos de innovación con las clases online por la pandemia, un marco en el que te obligas a pensar sobre los elementos del currículo y también sobre como discurre tu día a día como docente en el aula virtual.

Mejor que intentar reproducir las decenas de definiciones que se han escrito sobre ABP, es más útil para que como docentes, reconozcamos algunas de las características básicas que dibujan ese marco del ABP para luego invitarte a que reflexiones sobre la forma en que éste puede conectar con tu particular manera de entender la enseñanza.

Los cinco elementos o características del ABP:

- Conexión con la realidad:

Los proyectos interrogan a los alumnos sobre algo real y relacionado con ellos. Son los aprendices los que deciden la forma de investigar para dar respuesta a esas preguntas y constatan como existe una relación directa entre lo que trabajan en las aulas y la realidad.

- Conexión con los contenidos curriculares:

El ABP debe trabajar contenidos curriculares. Es necesario conectar directamente la actividad que se está produciendo en el proyecto con los contenidos de cada área o materia.

- Colaboración:

El proyecto es un trabajo colaborativo. Es necesario disponer de estructuras apropiadas de trabajo cooperativo.

- Redefinición de los roles docente-alumno:

El docente debe convertirse en un facilitador de los aprendizajes. Es el alumno el que toma el control de su proceso.

- Evaluación:

La evaluación debe integrarse en el proyecto como un elemento de aprendizaje y reflexión. Esto exige que la evaluación se realice de forma cooperativa e incluya al alumnado.

El trabajo en el aula Virtual

Utilizar el ABP tiene sentido en la medida que, como docente, buscamos definir la enseñanza desde un marco distinto al de la enseñanza tradicional. Un modelo que conecta el currículo con los intereses de los alumnos utilizando su forma de aprender, entrena habilidades de pensamiento de orden superior, no excluye el aprendizaje cooperativo, el intercambio de información ni la conectividad y tampoco la capacidad de comprometer a tus alumnos con el contexto en el que viven.

Este marco de enseñanza que supone el ABP invita a reflexionar sobre el papel del docente pasando de su función tradicional de ser el encargado de transmitir conocimientos en el que facilita procesos de investigación, entrenamiento, trabajo cooperativo, etc.



Fig. 1: Trabajo en la clase virtual vía ZOOM

Ejes sobre los que construir este marco de enseñanza

1. Entender que el aprendizaje es un acto intencional que parte de los intereses concretos de los alumnos.
2. El aprendizaje se produce mejor cuando comprometemos a los alumnos con la realidad.
3. La estrategia de enseñanza huye de la transmisión de contenidos. Pretende crear situaciones únicas de aprendizaje.

Pasos para el desarrollo del ABP



Fig.2. Elaboración propia

Metodología

En la presente investigación aplicamos el método de la investigación-acción participación (IAP) la cual, combina dos procesos, el de conocer y el de actuar, implicando en ambos a la población cuya realidad se aborda. En tal sentido, sus tres componentes se combinan en proporciones variables.

- La investigación consiste en un procedimiento reflexivo, sistemático, controlado y crítico que tiene por finalidad estudiar algún aspecto de la realidad con una expresa finalidad práctica.
- La acción no sólo es la finalidad última de la investigación, sino que ella misma representa una fuente de conocimiento, al tiempo que la propia realización del estudio es en sí una forma de intervención.
- La participación significa que en el proceso están involucrados no sólo los investigadores profesionales, sino la comunidad destinataria del proyecto, que no son considerados como simples objetos de investigación sino como sujetos activos que contribuyen a conocer y transformar su propia realidad.

Resultados

Dentro de las principales experiencias obtenidas por los docentes se reflejan los siguientes resultados:

- Mediante estos desafíos, los alumnos experimentan, escogen o inventan y aplican diferentes estrategias (ensayo y error, transferencia desde problemas similares ya resueltos.), comparan diferentes vías de solución y evalúan las respuestas obtenidas y su pertinencia.
- Desde los Objetivos de Aprendizaje Priorizados por el MINEDUC, (2020), se ofrecen oportunidades para desarrollar la flexibilidad y la creatividad por medio de la búsqueda de soluciones a problemas; entre ellas, explorar diversas estrategias, escuchar el razonamiento de los demás y usar el material concreto de diversas maneras.
- Trabajar en equipo en forma responsable y proactiva, ayudando a los otros, considerando y respetando los aportes de todos, y manifestando disposición a entender sus argumentos en las soluciones de los problemas.
- Se presentan algunas diapositivas de los proyectos desarrollados por los estudiantes abordando la Unidad de estadística y el COVID-19. Durante el 2do periodo académico 2020.

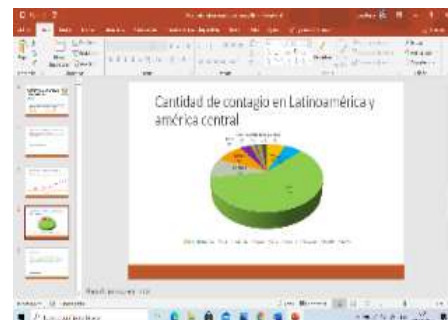
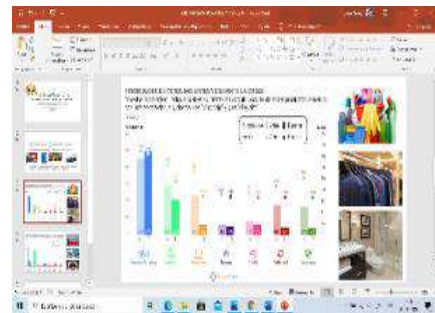


Fig. 3. Trabajos realizados por los estudiantes 2020

Conclusiones

Es importante reflexionar que, la educación es un importante agente de cambio social y promotora de desarrollo, cada sociedad está abocada a asumir una actitud de desarrollo con respecto a su sistema educativo, condicionando a través de ella el bienestar social y la preparación ideológica para asimilar los cambios y buscar nuevas alternativas que conduzcan a un nuevo modelo social en correspondencia con el desarrollo socioeconómico de la humanidad que contribuya a un desarrollo humano sostenible.

En tal sentido dentro de las principales conclusiones de esta investigación que tenía como objetivo, Sistematizar la experiencia obtenida en el desarrollo del aprendizaje basado en proyecto en el área de matemática en las clases online en el colegio Adv. La Cisterna de la Región Metropolitana de Chile, son las siguientes.

1. Los estudiantes manifiestan, a la hora de retroalimentar el cierre del proyecto la adquisición y contextualización de conocimiento de forma mas efectiva.
2. Los estudiantes manifiestan una actitud más participativa en la clase de matemática a la hora de desarrollar los contenidos y contextualizarlos.
3. Se logra la interacción del área del conocimiento, los estudiantes y a la comunidad en general.
4. Se observó que a pesar de que las actividades eran vía online por la situación país, se logró mantener a los estudiantes activos en cada una de las clases, manifestando las dudas presentes.
5. Los objetivos abordados para este trabajo fue el de la última unidad del currículo nacional que trata de estadística y probabilidad, dando como resultado el manejo adecuado de este conocimiento por parte del docente para transmitirlo y contextualizarlo para los estudiantes.
6. Los docentes manifiestan, que la asignatura salió de lo rutinario y abstracto para ser aplicado en la vida de los estudiantes.
7. Finalmente se logró describir los pasos seguidos por los docentes para contextualizar el conocimiento de estadística en los estudiantes de educación básica y media del colegio antes mencionado, para que sirva de experiencias para otras instituciones a nivel nacional e internacional.

Referencias

Vergara j. (2017) Aprendo porque quiero. El Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP), paso a paso. Madrid: Ediciones SM. pp.183-188.

Jara O. (2012) Sistematización de experiencias, investigación y evaluación: aproximaciones desde tres ángulos.

Curriculum Nacional Chile (2009), República de Chile, Ministerio de Educación MINEDUC pág. web <https://www.curriculumnacional.cl/portal/>

Ausubel D, Novak, J. (1983) Psicología Educativa: Un punto de Vista Cognitivo. Trillas. México.

Lo maravilloso de las preguntas. Estrategia didáctica para la enseñanza de la química en tiempos de Covid-19.

Agustina Santiago Sanjuan¹, Margarita Rasilla Cano²
agussanti_ing@hotmail.com

Resumen

Conducir al estudiante a construir conocimientos a través de preguntas detonantes de análisis, como parte de estrategias de enseñanza, permite promover el logro de algunas cuestiones del currículum, ¿Para qué se aprende?, ¿Cómo y con quienes se aprende? y ¿Qué se aprende? Estar conscientes que se requiere constantes ajustes y rediseños de las estrategias que sean aplicables al contexto, es lo que nos motiva a hacer el seguimiento del dinamismo de los aprendizajes. El docente de química en Educación Media Superior (bachillerato) a Distancia (EMSaD), del Colegio de Estudios Científicos y Tecnológicos del Estado de Oaxaca (CECyTEO), tiene el reto de facilitar el proceso y la evaluación del aprendizaje, en un sistema virtual, en zonas de alta marginación y sin el acompañamiento puntual de la administración educativa, en tiempos de aislamiento por la pandemia Covid-19, no solo para propiciar aprendizaje si no impactar en la toma de decisiones del estudiante sobre su permanencia en la escuela. Describiremos la puesta en marcha de cuestionamientos usados en las estrategias de mediación generadas, elaboradas, preparadas y/o seleccionadas de recursos digitales disponibles en la web, dando pautas de la construcción de conceptos; valoración desde la experiencia práctica y analítica del docente de química del EMSaD 23 “Cabecera Nueva” y el impacto en el abandono escolar.

Palabras clave

Estrategias didácticas, cuestionamientos críticos, abandono escolar, bachillerato, educación marginal.

Introducción

Desde marzo del 2020 a la fecha, estamos viviendo la pandemia del siglo, sin dejar de cumplir con nuestra función de acompañamiento a los estudiantes en un nuevo

¹ Colegio de Estudios Científicos y Tecnológicos del Estado de Oaxaca, Oaxaca, México

² Academia de Educación. Centro interdisciplinario de investigación para el Desarrollo Integral Regional unidad Oaxaca, del Instituto Politécnico Nacional. Oaxaca, México

contexto debemos ampliar nuestra visión ante el proceso enseñanza-aprendizaje en entornos virtuales; en el que ambos actores son receptores de las circunstancias y al no compartir el mismo espacio físico, antes persistente, se salva la necesidad del uso de herramientas tecnológicas, de interacción, distribución y apropiación de contenidos disciplinares.

En este trabajo, que se centra en el aprendizaje de los principios de la química, mostraremos la estrategia para conducir al estudiante a construir conocimientos a través de preguntas detonantes de análisis, y el logro de algunas competencias generales declaradas en el currículum de la educación media superior en el subsistema del Colegio de Estudios Científicos y Tecnológicos del estado de Oaxaca (CECyTEO) institución educativa que ofrece bachillerato tecnológico bivalente y bachillerato general en todas las regiones del estado de Oaxaca; este último permite a los jóvenes estudiantes la continuación de sus estudios en el nivel superior o integrarse a la vida profesional. (CECYTEO, 2021); pero al trabajar por las condiciones de la pandemia mediante entornos virtuales en un modelo educativo como el Centro de Educación Media Superior a Distancia (EMSaD) (Figura 1. Ubicación geográfica), situados en una comunidad aislada, con poca conectividad en servicios de internet y telefonía; ante la incertidumbre de la educación en estos tiempos de Covid-19, estamos aprendiendo a ser autónomos para el proceso de enseñanza aprendizaje en línea, para ello se implementa una estrategia de enseñanza, como un reto para obtener evidencias de ¿Qué hacer para saber que piensan o sienten los estudiantes? Cuando no hay contacto visual como en el aula.



Fig. 1. Ubicación geográfica CECyTEO-EMSaD 23 “Cabecera Nueva” (Adaptado de la presentación, Curso de inducción 2019.PDF).

La fundamentación de este estudio se basa en un análisis descriptivo, sustentado en la experiencia y conocimientos adquiridos en tres cursos principalmente; retroalimentación que enriquece los aprendizajes, enseñanza basada en problemas e indagar la práctica docente como parte del proceso de actualización, cuya finalidad de éste proceso de formación docente es reconocer el contexto, condiciones y características del estudiante en este caso de dos grupos que cursan la asignatura de Química I, para dirigir el aprendizaje y adquieran fundamentos y habilidades que les permita cierta responsabilidad en cada uno de los aspectos donde se desenvuelva. Reflexiona sobre sus características personales y profesionales, afines a la función docente en Educación Media Superior. (SEP 2019).

Un EMSaD se empezó dotando tanto a docentes como estudiantes material didáctico digital e impreso y materiales multimedia, disponibilidad de la Red Edusat, (Sistema de televisión con señal digital comprimida que se transmitía vía satélite); en el pasado, si la señal no era estable, se contaba con la guía para usar el material multimedia, esta experiencia del pasado, ha sido de gran ayuda para hacer frente a esta pandemia del Covid-19, deseamos que este trabajo apoye a docentes que iniciaron sus funciones en tiempos recientes en donde la educación ha sido totalmente presencial.

Al continuar la labor docente en línea, el estudiante continúa siendo el responsable de construir su propio conocimiento, pero el acompañamiento del docente es primordial y responsable para abordar, consolidar y compartir los contenidos del programa de estudios de Química I (Figura 2. Mapa curricular) en estos tiempos de educación a distancia; por ello se implementan múltiples estrategias de atención y seguimiento para tratar de atender algunos de los factores negativos que se presentan en estas zonas de alta marginación, como la falta de motivación familiar y de su entorno, creencias muy arraigadas negativas para el aprendizaje de las ciencias experimentales, falta de espacios en donde puedan desempeñarse los egresados y la pobreza extrema.

Ante la necesidad del docente para apoyar a los estudiantes se han incluido en las estrategias de aprendizaje preguntas detonadoras con base al tema (contenido) o actividad a realizar (producto), para obtener evidencia, ya que diferencia de una clase presencial, el contacto visual para el docente como observador ahora no existe y es un reto, porque no exponen, no porque no quieren, sino porque tienen limitaciones cognitivas respecto a los recursos tecnológicos para realizar una exposición, mientras que la mayoría no tiene forma o recursos para compartir un video.



Fig. 2. Mapa curricular para visualizar las asignaturas de ciencias experimentales por semestre

Marco Teórico

La tarea del maestro consiste en organizar el ambiente de aprendizaje o las condiciones educativas de tal manera que permitan a los estudiantes utilizar sus procesos mentales para descubrir el significado de algo desconocido. Este enfoque consiste fundamentalmente en un proceso activo, construido a partir de preguntas surgidas de los intereses, curiosidad y experiencias de los estudiantes, lo cual genera un proceso intrínsecamente agradable (Ávila et al, 2013). De manera que la estrategia de enseñanza-aprendizaje que se aborda orienta al aprendiz a reflexionar sobre la implicación del abordaje de los contenidos disciplinares ¿Para qué se aprende?, ¿Cómo y con quienes se aprende? y ¿Qué se aprende?; para ello fue necesario un conjunto de acciones destinadas a orientar y revisar la nueva forma de enseñanza en línea.

Como otras estrategias de discurso, se destaca otras formas de conversación utilizadas para construir una versión conjunta del conocimiento con los aprendices, (Gaspar, N. A. 2012). La activación e interacción de la estrategia de enseñanza ocurre cuando el estudiante participa activamente en la adquisición de sus propios conocimientos, desarrolla y reconoce sus principales actividades de aprendizaje, se dispone a examinar y conocer los contenidos temáticos del programa de estudios,

cuida diferentes aspectos de contenido y forma de sus trabajos, elaborar sus propias estrategias cognitivas y resuelve como reenviar sus productos de aprendizaje y desempeño.

La función del docente va más allá de las prácticas tradicionales de enseñanza en el salón de clases, para adoptar un enfoque centrado en el aprendizaje en diversos ambientes (CECYTEO 2011); y en esta estrategia de enseñanza se eligen preguntas detonantes que puedan ayudar al docente y éste dirija conscientemente su forma de abordar los contenidos, metodologías, actividades, recursos y sistemas de tal forma que exista mediación pedagógica y comunicativa por el docente a partir de las incidencias en sus respuestas y el punto de vista de los estudiantes. Se reconoce como personal docente al profesional que asume ante el Estado y la sociedad la corresponsabilidad del aprendizaje de los educandos en la escuela, considerando sus capacidades, circunstancias, necesidades, estilos y ritmos de aprendizaje y, en consecuencia, contribuye a los procesos de enseñanza y aprendizaje como promotor, coordinador, guía, facilitador, investigador y agente directo del proceso educativo (SEP, 2019). En forma recíproca existe disponibilidad para aclarar dudas y preguntas no únicamente en horas clase, pero si recordar al estudiante que es mejor hacer uso de ese tiempo ya que durante todo el día hay que estar disponible como docente para otros compañeros y grupos; el docente debe ser el inmediato para responder preguntas, porque es quien envía las estrategias y quien le indica al estudiante que puede confiar en él de tal manera que al exponer sus circunstancias le da elementos y sabrá como apoyar o tomarlo en cuenta al tomar la decisión para asignar una calificación. Gestiona el establecimiento de los propósitos formativos, los escenarios de aprendizaje y los métodos didácticos en la planeación de la enseñanza y el aprendizaje para que el estudiantado alcance su desarrollo integral. (SEP 2019).

Cada acción para mejorar, motivar, transformar e influir en el estudiante tiene la finalidad de argumentar porque es necesario ajustar o rediseñar las estrategias no solo para propiciar aprendizaje si no impactar en la toma de decisiones del estudiante sobre su permanencia en la escuela, porque si realiza cada actividad le dotara de información que le llevara a mejorar progresivamente.

Las estrategias de aprendizaje son variables y el estudiante tiene la opción de diseñarlas según las habilidades y aptitudes, independientemente de que tenga o no los conocimientos se le proporciona un cuadernillo de estrategias de aprendizaje y de material didáctico con contenido disciplinar digital, para que disponga de ellos en todo momento. También es importante que todo el personal de la institución docente y administrativos acompañen a los estudiantes y canalizar según se requiera.

Metodología

Para la recolección y el análisis de la información se toma como base un modelo de indicadores que se han adecuado y vinculado en relación a las competencias genéricas y disciplinares en el área de ciencias experimentales, establecidas para nivel bachillerato dentro del programa de estudios de la DGB; a partir de estos indicadores se implementan acciones que ambos actores docente y estudiantes desarrollamos y que nos permiten obtener elementos para argumentar el proceso y evaluación del aprendizaje basado en competencias.

Establece un marco de referencia para el diseño de planeaciones didácticas en el proceso de enseñanza y aprendizaje. Elabora de manera colegiada el diagnóstico escolar del estudiantado y su contexto, considerando el plan y programas de estudio, las competencias que se desarrollarán, materiales y recursos disponibles para el logro de los fines de la educación (SEP 2019). Por situaciones de aseguramiento a la salud por la pandemia, trabajamos en entornos virtuales, para lo que se nos proporciona una dosificación programática que implica respetar fechas, cumplir la normativa escolar y diseñar cada Unidad de Aprendizaje Curricular (UAC) de acuerdo con requerimientos institucionales y características de los estudiantes enfocada a trabajo en línea, porque también a medida de lo posible se autoriza autonomía curricular y autonomía de gestión de aprendizajes.

Para motivar al estudiante e inducirlo a tener sentido de pertenencia en nuestra institución en todo el proceso de enseñanza-aprendizaje hay que concientizar de que estamos aprendiendo a ser autónomos, de tal manera que exista el compromiso y disponibilidad para aprender cada uno de los contenidos a abordar, mediante el desarrollo de cada una de las estrategias de aprendizaje que ya han sido seleccionadas por el docente se comparten respuestas para reflexionar, criticar e integrar a fin de desafiar sus conocimientos, habilidades y aptitudes.

La estrategia de enseñanza “Lo maravilloso de las preguntas” al abordar un tema permite recolectar y organizar la información obtenida para detectar algún problema en el contenido de las estrategias de enseñanza e implementar acciones de mejora a las estrategias, motivar a los jóvenes, transformar causar curiosidad sobre lo que hacen o influir de manera positiva para que quizás desistan de abandonar sus estudios ante la adversidad y sus limitaciones y finalmente se valora la estrategia mediante una autoevaluación que realizan los estudiantes, una coevaluación entre el estudiante y el docente, una heteroevaluación entre docentes y directivos sobre la continuidad y aplicación de la estrategia al proporcionar alternativas para mejorar y estar conscientes que se requiere constantes ajustes y rediseños de las estrategias que sean aplicables al contexto, es lo que nos motiva a hacer el seguimiento del dinamismo de los aprendizajes . Para dar a conocer la estrategia y

todo el proceso se pone a disposición de los estudiantes por lo menos 6 canales de comunicación y se le hace saber al estudiante que como docente de química se brinda atención cada día.

Por lo tanto en la práctica la función del docente es flexible en cuanto a los requerimientos de forma que los estudiantes deben aprovechar para realizar sus actividades en hojas blancas o libreta de apuntes, imprimir formato de actividades o transcribir a mano, enviar fotos o archivos digitales, entregar en el lapso de tiempo que marca la guía didáctica o físicamente cuando los directivos acudan al centro de trabajo, reenviar actividades resueltas por cualquiera de los medios de comunicación que dispone el docente en común acuerdo con los estudiantes, estar disponible las 24 horas y los 7 días de la semana pero especialmente para casos concretos de estudiantes con problemas prácticamente nulos de conexión, o estudiantes con poca habilidad cognitiva, todo para propiciar condiciones que posibiliten cumplir con los requisitos mínimos de entrega de productos o evidencias de conocimiento.

Las preguntas detonantes, porque se percibe que como estudiantes difícilmente van a preguntar u opinar por iniciativa propia, independientemente de los motivos que les impide hacerlo; han demostrado desinterés por su aprendizaje y la continuación de sus estudios, existe una cultura muy arraigada de aspiraciones matrimoniales a temprana edad, no alcanzan a percibir los beneficios personales y sociales que conlleva estudiar el nivel medio superior son algunas razones de incluir en las estrategias de aprendizaje las preguntas ¿Para qué crees que debes aprender esto?, ¿Qué aprendiste?, ¿Qué necesitas para mejorar tu forma de expresarte y comunicarte?, ¿Qué emoción te causa realizar la actividad? De todo lo que realizas en tu aprendizaje ¿Qué es importante para ti?, ¿Qué puedo hacer para apoyarte en tu aprendizaje?, ¿Qué crees que debes hacer para mejorar tu calificación?, es importante considerar todas las respuestas como válidas si reflexionan, critican o relacionan.

Los aprendizajes logrados a través de la colaboración cuando dan respuesta a las preguntas, responden a esta forma de trabajar el línea, a este nuevo contexto que nos enfrentamos tanto docentes como estudiantes porque la responsabilidad es compartida, para que cada actor logre el objetivo final del proceso enseñanza-aprendizaje; el docente con la ayuda e interpretación de la información, da seguimiento a casos específicos de estudiantes y acompañamiento grupal e individual según las incidencias en las respuestas, esta estrategia ha dado resultados al mantener dentro de lo aceptable según el historial de la escuela, los indicadores académicos en cuanto a índice de matrícula y abandono escolar (Figura 3. Índices de abandono escolar).



Figura 3. Índices de abandono escolar obtenido del plan de academia 2021-1

Es interesante continuar obteniendo información sobre el aprendizaje de la química, que van adquiriendo los jóvenes estudiantes, pero hay limitantes para saber con certeza en que contenidos necesitan mejorar pero cuando los jóvenes no cooperan enviando sus actividades, ya que para algunos jóvenes es cómodo trabajar en línea porque no se sienten observados, así que el docente debe estar continuamente concientizando y las preguntas han apoyado, para que se comprometieran e involucraran, dispongan de todos sus recursos disponibles, resolviendo sus carencias y así, paulatinamente adquiriendo aprendizaje autogestivo, todo un reto para un adolescente.

Obtener información a través de las preguntas es una necesidad porque cuando se han programado reuniones virtuales en tiempo real (Fig. 4 Pequeños encuentros proceso- sincrónico), no todos los jóvenes se integran a la video conferencia y aun cuando se dan a conocer las reglas de la clase no encienden su cámara o el micrófono, si se les pide participar no todos responden, si lo hacen muestran timidez lo que imposibilita observar al estudiante; también se ha identificado que no han adquirido la habilidad suficiente para interpretar, usar términos científicos y comprender información científica.

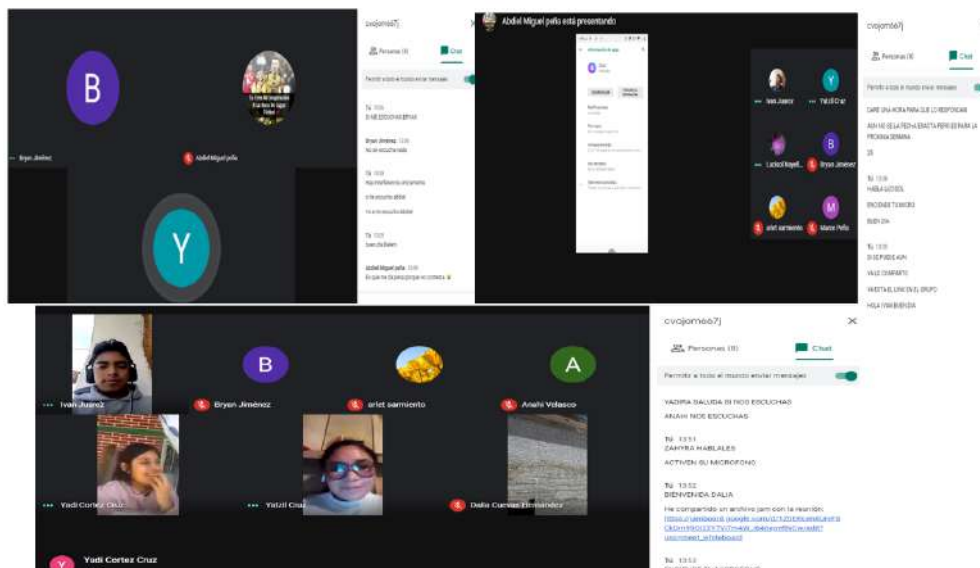


Figura 4. Pequeños encuentros proceso-sincrónico

Acompañar al estudiante, se trata de no solamente depositar información, esperar que el estudiante la reciba y la reenvíe porque aún están en proceso de desarrollar habilidades y aptitudes; para orientarlos se interviene con mensajes de texto o audios grupales o personalizados; porque es mínimo el número de estudiantes que pregunta cuando tiene dudas, envía su trabajo y está dispuesto a retroalimentarlo después de las observaciones, se interesa en su aprendizaje y está dispuesto a desafiar sus conocimientos, ya que la mayoría quizás por desidia decide buscar causas injustificadas para abandonar sus estudios o no enviar sus actividades y provocar baja escolar.

De la revisión realizada a la asignatura Tecnologías de la Información y Comunicación; el docente como sujeto activo dentro de la labor educativa para diseñar y disponer entornos de aprendizaje, donde el estudiante pueda experimentar a distintos niveles las dimensiones del hecho tecnológico en la vida cotidiana (SEP. 2017). Por lo tanto como docente también hay que convertir estos desafíos para detectar algún problema en el contenido de estrategias de enseñanza grupal en línea y del análisis de las incidencias surjan extraordinarias estrategias de aprendizaje que promuevan el aprendizaje autónomo en este contexto; lo importante es tener la sensibilidad para acompañar a estudiantes en riesgo de abandono, tolerar sin excesos los retrasos en entrega de actividades y sobre todo estar dispuestos a encontrar alternativas de solución a situaciones en desventaja para la enseñanza o el aprendizaje como falta de habilidades y conocimientos de cada estudiante en el manejo de las Tic's, manipulación de herramientas tecnológicas digitales, por lo tanto, para aquellos jóvenes que cuentan con los recursos se incorporan actividades para que practiquen y usen las herramientas

digitales como una oportunidad en la realización de sus tareas e involucrarse poco a poco de manera efectiva en el dominio de los entornos virtuales porque el panorama educativo sigue con cierta incertidumbre.

Esta experiencia docente puede apoyar y evitar desgastes innecesarios como lo manifiestan en reuniones de academia algunos compañeros docentes, aunque tratan de proporcionar información digerible para los jóvenes quizás cada vez existe más apatía por mantenerse en contacto, enviar sus actividades, e investigar por su cuenta; porque al plantear la pregunta ¿Qué emoción te causa realizar la actividad? en sus respuestas los estudiantes han manifestado en el aspecto emocional, miedo por no hacer bien las actividades y que les traiga consecuencias en su calificación, frustración de algunas veces no comprender el tema y aun cuando son y están conscientes que deben dedicar mayor tiempo en su aprendizaje, la mayoría está más preocupado por su calificación que por adquirir conocimiento. Quizás por ser de primer semestre exigen que como docente se les proporcione “todo”, pocos reconocen que son los actores principales de su aprendizaje, piden que se les explique los contenidos manifestando (ya quiero regresar a clases); tanto estudiantes como docentes podemos decir que estamos haciendo el máximo esfuerzo, pero debemos buscar cómo resolver lo que está sucediendo y dar seguimiento para transformar las consecuencias posibles en un futuro; por ahora el consenso, cooperando entre miembros del equipo de trabajo en la institución, relación entre las diferentes áreas de aprendizaje y transmitir ese cúmulo de aprendizaje dando a conocer este trabajo en el que se intercambia información, conocimiento del entorno y retroalimentación cuando se expone, quizás permita cumplir nuestros objetivos y planes a seguir en nuestra labor docente.

Al no contar con una plataforma unificada de comunicación y colaboración con acompañamiento a nivel institucional o del centro de trabajo, pero sin embargo es indispensable exista comunicación docente-estudiante, el docente de química pone a disposición el WhatsApp, Facebook, Messenger, classroom, e-mail, telefonía celular (Figura 5. Canales de Comunicación) y se programan video conferencias en Zoom y Meet aun cuando no respondan todos los jóvenes, ya que es una forma práctica de dar a conocer un contenido y hacer saber a los estudiantes que estamos con ellos y deben comprometerse porque el querer aprender depende más de ellos y al emitir sus respuestas, también se puede reconocer quien necesita apoyo y hay que adaptarse a las necesidades de ellos brindando retroalimentación en todo momento hasta que adquieran los conocimientos necesarios. Sin embargo, para brindar una retroalimentación positiva el docente debe estar actualizado, porque ahora tiene mayor responsabilidad de aprender de lo contrario los conocimientos pueden ser obsoletos y causar estrés al trabajar en estos entornos virtuales al sentirse amenazado, vulnerable e incapaz de enfrentar la situación ante el Covid-19. Al inicio de esta contingencia sanitaria, el colegio promociono un seminario en

línea “Introducción a mi cuenta de G Suite para la Educación”, el primer título: “Introducción a mi cuenta educativa de Google para la educación” que fue de gran ayuda en el quehacer docente.

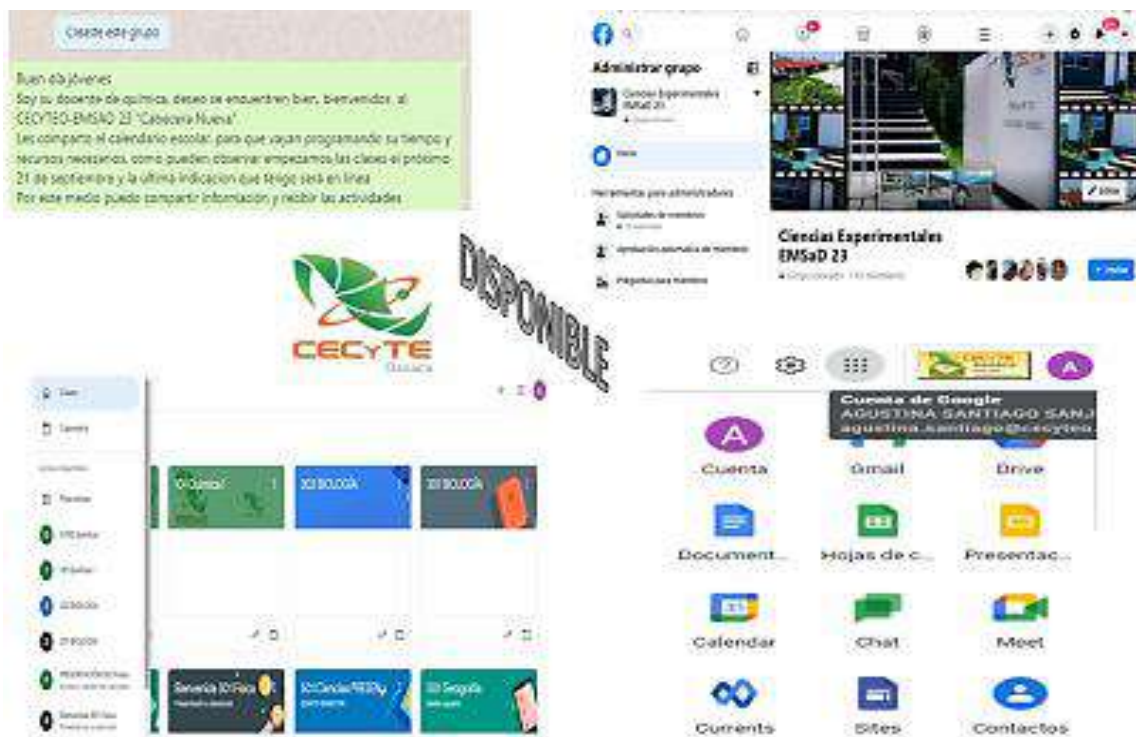


Figura 5. Canales de comunicación

Como una herramienta para guiar al estudiante, se diseña una guía académica (Figura 6. Guía Académica de aspectos generales) el contenido se obtiene después de analizar los objetivos que se quieren lograr y las estrategias para llevar a buen término el proceso de enseñanza aprendizaje, así el alumno puede preparar con anterioridad los recursos necesarios para realizar sus tareas y entregar sus productos de aprendizaje, con los criterios mínimos para que alcance una calificación aprobatoria al cumplir con los requerimientos que se solicitan por normativa escolar en la guía de actividades académicas.

El acompañamiento al docente solo ocurre en el desarrollo de sus funciones cuando se revisa la planeación didáctica y/o (UAC), en cada evaluación parcial, es importante señalar que el formato donde se planea la UAC contiene datos precargados que el docente debe elegir, en relación a los contenidos que aborda; posteriormente el directivo encargado de control escolar envía la UAC que el docente de química elabora al Departamento de Desarrollo Académico quien da seguimiento a las secuencias didácticas.

ASIGNATURA/SUBMÓDULO	GRUPO	APRENDIZAJE ESPERADO ATENDIDO/COMPETENCIA PROFESIONAL	ACTIVIDAD A REALIZAR EN CASA (PRODUCTO)	MATERIAL DE APOYO ENTREGADO AL ALUMNO (lectura, cuestionario, presentación, video, etc.)	ESTRATEGIA A APLICAR	INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN A APLICAR	PODERACIÓN DEL PRODUCTO GENERADO
QUÍMICA II	101 Y 102	<p>Contrasta el concepto de la Química, su historia, sus aplicaciones e implicaciones con la vida cotidiana.</p> <p>Distingue la interrelación de la Química con otras ciencias, de acuerdo a su contexto, reconociendo el impacto de ésta en el desarrollo de la humanidad.</p> <p>Argumenta la utilidad del método científico para proponer posibles soluciones a problemas del entorno, relacionado con las ciencias experimentales.</p> <p>Examina las propiedades y transformaciones de la materia, para comprender los cambios que se dan en su entorno, reconociendo que éstos son una constante manifestación de la naturaleza.</p> <p>Distingue en su entorno la presencia de diversos tipos de energía, sus características e interrelación.</p> <p>Argumenta la importancia que tienen las energías limpias en el cuidado del medio ambiente y su uso sustentable.</p> <p>Deduca los riesgos y beneficios del uso de la energía ubicando el impacto de éstos en el medio ambiente..</p>	<p>Atender las instrucciones de la evaluación diagnóstica y responder cada planteamiento Reflexionando que sabes y que desconoces.</p> <p>Leer el documento Hitos y realizar la línea de tiempo</p> <p>1. Historia de la química</p> <p>Elaboración de un glosario de términos</p> <p>Valorar la terminología científica</p> <p>Elaboración de un organizador gráfico</p> <p>Respecto a Materia, propiedades y transformaciones</p>	<p>Se proporciona a los estudiantes el cuestionario diagnóstico Por el grupo de Whatsapp, Messenger, y e-mail, de acuerdo a la forma de comunicación con los estudiantes que a la fecha existe docente-alumno.</p> <p>Lectura digital Hitos, anotar ideas principales para elaborar su línea de tiempo sobre historia de la química.</p> <p>Con la información enviada al momento, extraer los términos que no comprenden e investigar su concepto</p> <p>Con la información de 3 archivos digitales del tema: Materia, propiedades y transformaciones, obtener ideas principales en su libreta, para poder elaborar un organizador gráfico de su elección</p>	<p>Reflexionar que sabes y que desconoces.</p> <p>Realizar una línea de tiempo</p> <p>Analizar información al respecto a y elaborar un glosario de términos considerando los que ya incluye la act. 03</p> <p>Elaborar un organizador gráfico que incluya, propiedades y transformaciones de la materia</p>	<p>Guía de observación</p> <p>Ya que se evalúa todo y en todo momento</p> <p>Rúbrica</p> <p>Lista de cotejo</p> <p>Lista de cotejo</p>	<p>20%</p> <p>30%</p> <p>20%</p>
			<p>Investigar riesgos y beneficios del uso de energías y realizar la actividad</p> <p>Leer y comprender la lectura estructura atómica</p> <p>Evaluación objetiva</p>	<p>Con información que dispongan investigan ventajas y desventajas de los diferentes tipos de energías</p> <p>Del tema teoría atómica se comparte digital un archivo pdf</p>	<p>Resolver la actividad 05. Ejercicio de energías. Agregar una conclusión de su investigación.</p> <p>Obtener 15 ideas principales del tema</p>	<p>Guía de observación</p>	<p>15%</p> <p>15%</p>

Figura 6. Guía didáctica de aspectos generales para el primer parcial de Química

Este departamento durante la pandemia elabora material que comparte con los docentes como son los cuadernillos de orientaciones para el logro de los aprendizajes esperados y del cuadernillo de estrategias de enseñanza aprendizaje, su uso es opcional.

Conclusiones

A la fecha tanto el docente como estudiante han participado en el proceso de enseñanza-aprendizaje en un entorno virtual y se puede concluir que en estas zonas de alta marginación el Whatsapp, es el principal canal de comunicación porque su uso es en un 96% de los estudiantes y el que mejor manipulan, esta comunicación se complementa con un grupo en Facebook porque los estudiante están en línea el mayor tiempo por este medio y también permite mayor tamaño de almacenamiento para enviar y recibir videos o archivos; el resto de los canales de comunicación siempre están disponibles y no existen limitaciones para su uso; tanto los docentes como los estudiantes están tratando de capacitarse para el uso de herramientas de comunicación digital pues lo necesitan para efectuar sus actividades, un 75% de nuestros estudiantes no tienen adquirido el conocimiento de cómo usar la tecnología en estos entornos virtuales; es decir no saben cómo unirse a un grupo virtual, como subir o descargar información, etc. el principal indicador en esta pandemia es reducir el abandono escolar, y se ponen en práctica acciones como implementar preguntas detonadoras en las estrategias de enseñanza y el acompañamiento grupal y personalizado en todo momento, recursos disponibles para que el estudiante logre obtener una calificación aprobatoria y recibir ayuda de su docente cuando se identifica apatía por parte del estudiante, esta decisión desfasa el período de entrega de productos de desempeño del estudiante con problemas de conexión principalmente; y es aquí donde la empatía del docente entra en función por la flexibilidad ante la normativa escolar, porque hay que modificar los tiempos de entrega de los productos esperados ya que puede haber interrupción de energía eléctrica, interrupción del servicio de internet, se consideran requerimientos mínimos para asignar un porcentaje a los productos de aprendizaje, se comparten documentales o videos e incluso links para que los estudiantes que tienen o tengan la posibilidad puedan capacitarse en el manejo de las TIC's y uso de las herramientas digitales.

Se sabe de algunos estudiantes, que han optado por trabajar en sus comunidades en grupos pequeños de 4 a 8 estudiantes como una manera de distribuir o compartir el pago de internet, apoyarse para entender y comprender instrucciones o realizar tareas y cubrir la necesidad de socialización entre amigos, vecinos o conocidos, para ello se reúnen en casa de alguno de ellos con la autorización de sus padres y tratando de seguir las reglas de sanidad establecidas ante el Covid-19.

Con la implementación de las preguntas usadas en las estrategias de mediación generadas, elaboradas, preparadas y/o seleccionadas de recursos digitales disponibles en la web, han dado pautas de la construcción de conceptos durante este tiempo en que se ha trabajado en línea. Se conserva la matrícula en un 86%, existe abandono escolar en un 2% por situaciones académicas, el 4% por migración a lugares con servicio de internet y el 8% por problemas de conexión y problemas personales y lo más importante una forma de impulsar a los estudiantes para que reflexionen y continúen con sus estudios y no desistir ante la adversidad y las limitaciones.

Referencias

CECYTEO (2021) Acerca de nosotros. Consultado en enero del 2012 en el sitio: <http://www.cecylteo.edu.mx/Nova/Site/About>

CECYTEO (2011) Perfil del docente del CECyTE Oaxaca. Recuperado de: <http://www.cecylteo.edu.mx/Nova/Content/Site/Docs/Transparencia2017/Reglamentos2/6.pdf>

SEP (2019). Marco para la excelencia en la enseñanza y la gestión escolar en la Educación Media Superior. Perfiles profesionales, criterios e indicadores para docentes, técnicos docentes y personal con funciones de dirección y de supervisión. Ciclo Escolar 2020-2021. México: SEP

Ávila, J. Alarcon, G. y González A. (2012) Aprendizaje Basado en problemas, un camino para aprender a aprender DOI. 10.22201/cch.9786070239021p.2007

Gaspar, N. A. (2012). Estrategias de Enseñanza Basada en Aprendizaje Significativo. Revista electrónica en Ciencias Sociales y Humanidades Apoyadas por Tecnologías, 1(1), 35-54. NB. (s.f.). Acuerdo 445. (2008). Competencias

Contreras, E. (2013). El concepto de estrategia como fundamento de la planeación estratégica. Pensamiento & Gestión, núm. 35, julio-diciembre. Colombia. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/pdf/646/64629832007.pdf>

SEP. (2017) Planes de estudio de referencia al Marco Curricular Común de la Educación Media Superior 2019-1 PDF. Recuperado de: <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/241519/planes-estudio-sems.pdf>
<https://www.dgb.sep.gob.mx/informacion-academica/programas-de-estudio/CFB/1er-semester/Quimica-I.pdf>

Zorrilla, J. (2010). El futuro del bachillerato mexicano y el trabajo colegiado. Biblioteca de educación superior. ANUIES

Planes de estudio de referencia del componente básico del marco curricular común de la educación media superior.PDF

Manual de estrategias de aprendizaje,

<https://es.slideshare.net/EscuelaBicentenario/manual-estrategias-de-aprendizaje>

Ponce, (junio 2016), La autogestión para el aprendizaje en estudiantes de ambientes mediados por tecnología. Diálogos sobre educación, Temas actuales de investigación educativa 7,12,23.

Estudiantado de matemáticas: su organización y uso del espacio

Claudia Gisela Espinosa Guia¹
guia95@gmail.com

Resumen

Las investigaciones de *Género y Matemáticas* consideran el hallazgo “*las matemáticas son un dominio masculino*”, tema principal para describir esta investigación. El espacio que ocupa el estudiantado de matemáticas depende de su organización y las relaciones que construyen socialmente fuera del aula, pero dentro de la escuela. La observación a través de la etnografía en un campo tan complejo como lo es la interacción de las y los individuos, fue la herramienta principal para reportar los patrones de comportamiento de quienes están en matemáticas.

Palabras clave

Género, matemáticas, dominio masculino, espacio.

Introducción

La *Matemática Educativa*² (ME), desde hace más de cuatro décadas, busca construir explicaciones teóricas, globales y coherentes sobre el fenómeno educativo (Waldegg, 2000). A la par, las investigaciones de *Género y Matemáticas* cuentan con una amplia literatura internacional acerca de los patrones de actuación de mujeres y varones, reportado en diversos libros y revistas especializados en enseñanza de las matemáticas.

Las investigaciones consideran el hallazgo de que *las matemáticas son un dominio masculino*, con base a lo revisado, se parte de la tesis *el dominio masculino en las matemáticas* no es cuestión de género, sino de la forma en que las personas ven a las matemáticas.

¿Qué puede caracterizar un *dominio masculino* en un área académica como las matemáticas? La competencia, ser individualista y no cooperativo. Y, ¿qué sería entonces un *dominio femenino* en las matemáticas? la colaboración, la cooperación, la no competitividad, y sí la competencia por el saber, lo colectivo y la ayuda.

¹ Colegio Valle de Filadelfia Campus Santa Cruz Atizapán.

² La Matemática educativa en el campo anglosajón se llama *Mathematics Education*, mientras que en Europa le han llamado Didáctica de las Matemáticas, *Didactique des Mathématiques* y *Didaktik der Mathematik*.

Partiendo de ello esta investigación se basa en la pregunta: ¿Cómo en toda sociedad las y los sujetos se identifican, y en ello cómo se distinguen en las matemáticas?

Tomando en cuenta la educación superior, este trabajo tuvo interés en conocer al estudiantado que cursa *Matemáticas* considerando su organización y las relaciones que se construyen socialmente fuera del aula, y dentro de los espacios de la institución. Se utilizó la *Etnografía* como herramienta principal, para desarrollar el detalle de la observación acerca de un campo tan complejo como lo es la interacción de las y los individuos.

Marco Teórico

I. Aportación de las investigaciones en *Género y Matemáticas*

El interés por la investigación en estudios de *Género y Matemáticas (GyM)* ha producido una diversidad de tópicos, la mayoría centrados en métodos cuantitativos aplicados en la educación básica. Las investigaciones en *GyM* cobraron importancia, a partir de los años 70, al descubrir las diferencias en pruebas estandarizadas de matemáticas a favor de los niños (Goodell y Parker, 2001). En los 80 se consideró que el problema radicaba en el sexo, siendo el factor biológico la causa de las diferencias. La reflexión fue sí las relaciones sociales, la manera en que el estudiantado es tratado en clase, las expectativas de la familia y docentes sobre las creencias de que el dominio de las matemáticas depende biológicamente del sexo (González, 2004). En los 90 los estudios consideraron no sólo tomar como base lo biológico y lo social; se centraron en varios aspectos, tales como: habilidades, actitudes y capacidades en las matemáticas, centrandó su atención en las niñas. Por ejemplo, Leder (1992) hace énfasis en lo social y cultural, proponiendo que la investigación no podía realizarse de manera aislada, en vez de analizarse “mujeres-matemáticas” ahora fuese “género-matemáticas”.

I.1 Estudios de *género y matemáticas* en la educación superior.

La investigación tanto en México como en otros países sobre el tema han tenido interés en analizar el comportamiento de la matrícula estudiantil y del personal académico por áreas y por ciclos escolares (Bustos, 2003; Muñoz-Muñoz, 2005; de Garay y del Valle, 2012); han enfatizado que hay áreas feminizadas (Ciencias Sociales y Humanidades) y áreas masculinizadas (Ciencias exactas e Ingeniería), también se ha investigado sobre las condiciones sociales y políticas del estudiantado y si esto propicia el camino a la igualdad de mujeres y varones en carreras universitarias.

En específico, las investigaciones sobre *Género y Matemáticas* en la educación superior han considerado el análisis en factores afectivos, interacciones en el aula, creencias, la personalidad del profesorado, el dominio de temas, la evaluación y, en el análisis de archivos y datos estadísticos. Sobre la elección de una carrera profesional, González (2004a), reportó que mujeres que estudian ingeniería y matemáticas afirman que es importante el gusto por las matemáticas, tener capacidad para comprender los problemas y tener autoestima para sobrellevar comentarios sexistas. Son pocos los motivos por los que las mujeres eligen estudiar una carrera de ciencias exactas, tal es el caso de la investigación de García (2002), donde lo común en las mujeres universitarias al elegir una ingeniería fue el gusto, superioridad y capacidad³ en las áreas de matemáticas y física. Las decisiones anticipadas que algunas familias hacen en sus hijas e hijos para su vida futura influyen más en las mujeres que, en los hombres, por ello se recomienda dar mayor información a las familias, para concientizar que la formación académica es un factor estratégico para impulsar el mejoramiento de la condición social de la mujer (Bernáldez, 1999).

Vargas (2008) reportó dominio al graficar como método en la resolución de problemas de matemáticas en la mayoría de las mujeres de la licenciatura en matemáticas. El uso de la herramienta visual en las mujeres quedó también reportado en la investigación de Espinosa-Guia (2010); la mayoría de las estudiantes resuelven los problemas de manera gráfica, hacen uso de este recurso para comprender de otra manera el planteamiento del problema. Por otro lado, Espinosa (2007), mostró que las experiencias y las creencias influyen en la forma en que las y los docentes conciben las matemáticas; diferenciadas para los varones y para las mujeres. Ramírez (2006), con docentes de educación básica, encontró que las creencias del profesorado en cuanto al aprendizaje de sus estudiantes en español y matemáticas van en función a su concepción diferenciada para niñas y niños.

Sobre la historia curricular de mujeres, González (2004) se basó en mujeres mexicanas que ejercieron la investigación y la docencia en instituciones de primer nivel, estas mujeres presentaron patrones en común sobre su ingreso a la Universidad, e interés por las matemáticas, además de que sus familias tenían una *alta escolaridad*⁴. La investigación de Rodríguez-R.M. (2006) evidenció que la influencia de la gestión educativa y la cultura organizacional repercuten en la

³ Gusto y capacidad son términos que a autora considera como actitudes positivas hacia las matemáticas. Gusto: actitud positiva y Capacidad: conocimientos superiores.

⁴ La autora utiliza el término *alta escolaridad* para explicar que cuentan con mayor capital cultural (títulos o grados académicos).

condición de género de una escuela de ingeniería, al reproducir el modelo patriarcal en la estructura escolar e incidir en la acción educativa. Por otro lado, Buquet y otros (2006) realizaron una radiografía estadística de género que comprendía al personal administrativo, académico y la matrícula estudiantil, en cuanto al rendimiento escolar por género se destacó que en el ciclo escolar 2006 las estudiantes mujeres tuvieron en promedio calificaciones superiores a los varones (8.1 contra 7.8), en particular en la licenciatura de física, un área etiquetada como masculina, las mujeres presentaron en promedio calificaciones más altas.

En general las investigaciones se han basado en lo que sucede dentro del aula, en las relaciones con el profesorado y la familia, y en los motivos para la elección de una carrera. Cabe mencionar que la mayoría de estas investigaciones han sido de corte cuantitativo, siendo en menor proporción las que han utilizado métodos cualitativos.

Metodología

II. Etnografía con estudiantes de matemáticas.

El interés principal de esta investigación fue conocer la organización y las relaciones que el estudiantado de matemáticas tiene fuera del salón de clases, pero dentro de la Institución, para ello, se recurrió a la elaboración de una etnografía.

El método etnográfico se centra en la comprensión e interpretación de los sucesos y significados de la vida cotidiana, en las pautas de interacción social, la manera en que las y los sujetos crean y construyen sus formas de vida, el orden y las reglas sociales; mediante la observación y la descripción de lo que los sujetos hacen, cómo se comportan y cómo interactúan entre sí, y cómo esto pueden variar en diferentes momentos y circunstancias, “describe su múltiples formas de vida” (Martínez, 1994).

La riqueza de un trabajo etnográfico es el análisis de los discursos, las interacciones, la relación que hay con el otro/otra y el análisis del modo de vida de un grupo de individuos. La ventaja, al sumergirse en la vida cotidiana del grupo social, es descubrir las relaciones entre la acción y el lenguaje, los hechos y sus discursos, relación que es analizada por Pierre Bourdieu⁵. Analizar las experiencias verbalizadas de las y los sujetos en la vida local revelan factores de identidad, estereotipos, estatus, roles, lugares y tiempos, que son aspectos de la construcción o mantenimiento de una identidad.

⁵ Bourdieu, Pierre (2000). *La Dominación Masculina*, Anagrama: Barcelona.

Los instrumentos que la técnica etnográfica brinda son:

1. La observación; registro de lo que se ve y cómo se ve a través de un diario de campo.
2. La observación participante; se forma parte de la comunidad a la vez que se observa.
3. Conversación, entrevistas abiertas, cuestionario; hablar con la gente, preguntar, observar, etcétera.

II.1 Población

La investigación se desarrolló con estudiantes de la carrera Matemático del Departamento de Matemáticas en la Facultad de Ciencias de la UNAM (DMFCUNAM) del turno matutino.

La edad del estudiantado osciló entre los 18 a los 25 años, en promedio cursaban entre el 2° y el 7° semestre de la licenciatura. Mediante la observación se reconoció al estudiantado en matemáticas, y posteriormente se dio un acercamiento. Mediante el trabajo de campo se pone principal atención en los espacios donde suele desenvolverse la población.

II.2 Triangulación

La triangulación de los datos se realizó con forme al tiempo y los espacios donde permaneció el estudiantado de matemáticas. El tiempo es fundamental en una investigación de campo, saber esperar, confiar y establecer una relación con la población requiere de paciencia, optimismo y fluir con forme se presenten situaciones inesperadas. Los datos hablan por sí solos, lo importante es tener claro la dirección del trabajo, es decir marcar los límites y los alcances que puedes tener, un orden y estructura. La investigación se realizó en distintos momentos y circunstancias, la toma de datos documentados en fuentes Institucionales fue en varios momentos importantes.

Resultados

III. *Dominio Masculino*

El siguiente diagrama en la Figura 1 muestra la concepción tradicional sobre el tema *Dominio Masculino*. Principalmente en las investigaciones de *Género y Matemáticas*, el tema como tal “dominio masculino” sale a luz desde 1977 con las

investigadoras Fennema y Sherman en el análisis de pruebas estandarizadas aplicadas a estudiantes del sistema básico.

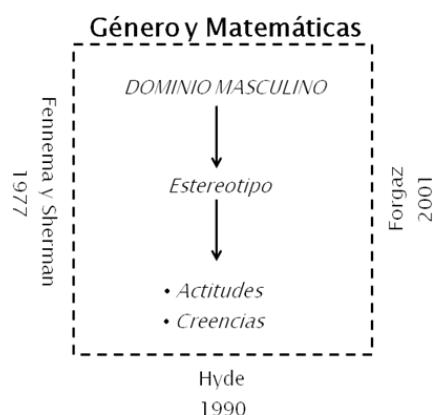


Fig.1. Género y Matemáticas: concepción tradicional sobre *Dominio Masculino*.

El tema sigue analizándose a partir del estereotipo “las matemáticas son *dominio masculino*” donde se pone en juego las actitudes y creencias que el estudiantado tiene sobre el tema. Desde hace varios años investigaciones sobre el tema han suministrado información importante sobre las diferencias de género en el desempeño y participación del aprendizaje de las matemáticas. Se ha descrito a detalle sobre diferentes factores como lo son; los que influyen en la elección de una carrera profesional relacionada con las matemáticas (Meece et al, 1982; Fennema y Sherman, 1977), la imagen en libros y medios de las y los sujetos que se dedican a las matemáticas (Fox, 1976; Leder, 1994; Bosweel, 1985; Clair, 1995), diferencias en el aprendizaje y comportamientos en clase (Ramírez, 2006; Espinosa-Guia, 2010), diferencias en el trato que dan las y los docentes de matemáticas dentro del aula (Fennema, 1990), creencias en matemáticas (Hyde et al, 1990; Boswell, 1985) y tradiciones familiares (Peng y Jaffe, 1979; Badger, 1981). En su mayoría la intención ha sido describir la división de mujeres y varones en matemáticas, y lo común es lo relacionado al *Dominio Masculino*, sobresaliendo, como se muestra en el cuadro anterior, con más frecuencia en estudios que analizan actitudes, creencias y expectativas en estudiantes del sistema básico.

¿Qué es lo común que se ha encontrado? el estereotipo “las matemáticas son *Dominio Masculino*”, el cual está basado en que las matemáticas son un campo que no favorece a las mujeres. Históricamente, el estereotipo ha sido “naturalizado” de manera indirecta cuando se hace visible, en cuanto a nombre y aportación, a varones que, a mujeres, las aportaciones de las mujeres solían colocarlas de manera anónima o bajo la protección de sus padres, maridos o colegas varones, lo cual no les permitió el reconocimiento en la mayoría de sus logros.

Las investigaciones han justificado que el *Dominio Masculino* como estereotipo, es consecuencia de la estructura de la ciencia en la historia, donde se hace visible un modelo “masculino”.

“La imagen popular de las matemáticas es que es difícil, fría, abstracta, ultra racional, importante y fundamentalmente masculina” (Ernest, 1992, cit. en Perdomo, 2009, p.14).

Esta imagen ha generado, un pensamiento “cotidiano y común”, que al final se hereda en la mayor parte del proceso educativo, el cual se ha estructurado con la misma idea, resultando que desde la infancia se introyecten mensajes sobre diferencias asociadas a los sexos.

En general las investigaciones de *Género y Matemáticas* señalan que las mujeres tienden a estereotipar la matemática como dominio exclusivo de varones y que esta actitud tiende a crear desinterés en las mujeres para tomar cursos de matemáticas a nivel de la educación superior, asimismo sus resultados están estrechamente ligados a cuestiones, tales como; el interés por la materia, estrategias de aprendizaje y autoconcepto.

Por otra parte, el éxito en el aprendizaje está fuertemente relacionado con las creencias del individuo sobre sí mismo. Jimeno (2007), afirma que las matemáticas han sido tradicionalmente un filtro selectivo en los sistemas educativos y es la puerta de acceso no sólo a la carrera de matemáticas sino a la mayor parte de las carreras científicas y las de ingeniería; las posibles causas de estas diferencias se pueden encontrar en el contexto social, que influye en todo el proceso educativo, y en las políticas educativas que no han conseguido la equidad entre los géneros, aunque se lo hayan propuesto. Ligado a ello dice que la dominación masculina permanece en cuanto existan las fuentes de discriminación como lo son los estereotipos, las atribuciones que se suelen hacer hacia una persona por la simple pertenencia a un determinado grupo (por raza, etnia, cultura, etcétera).

El concepto *Dominio Masculino* parece no corresponder exclusivamente a las prácticas o las disciplinas matemáticas o se restringe a las experiencias de enseñanza y aprendizaje. Esto se constata en tanto el estereotipo persiste y nos indica que es una creencia. Fennema y Sherman (1977), afirmaron que la percepción de las matemáticas como *dominio masculino* se correlaciona positivamente con los logros en el aprendizaje matemático. La persistencia del estereotipo parece indicar que es una creencia profundamente arraigada en la sociedad que no ayuda a que las y los sujetos crezcan de manera profesional en el campo de las matemáticas.

III.1 *Dominio Masculino* ¿diferencias de género?

¿Hay diferencias en la manera de imaginar qué es estudiar matemáticas y dedicarse a ellas?, generalmente como ya se mencionó, los estereotipos salen a la luz, sin embargo, hay más aristas que mirar.

Partiendo de la base del estereotipo encontrado en las diversas investigaciones, tal como: “las matemáticas son exclusivas”, se analiza lo siguiente: pensar en que algo exclusivo, es expresar varias cosas que van en torno a algo especial, donde no todos tienen acceso, y al buscar ese acceso se genera una competencia y esa competencia provoca una individualidad. Viendo esto fríamente, las matemáticas son *exclusivas*, porque no todos los que quieren pueden tener acceso y los que están dentro tienen una competencia leal por ser el mejor, y esa competencia genera un trabajo individual. La pregunta es ¿Por qué las matemáticas generan esto? en la revisión de los planes y programas de la carrera de matemático de la Universidad Nacional Autónoma de México, población que la presente investigación analizó, se encontró que el perfil profesional de la carrera tiene rasgos interesantes, en comparación con el resto de las carreras que la Facultad de Ciencias ofrece. Se comprende en documentos, planes y programas, y en el objetivo del área que la carrera de matemático es “exclusiva”.

“Exclusivo” en el sentido de autonomía, sentirse único en lo que es, en lo que hace, en lo que dice, en lo que piensa, apropiarse de una identidad que marca la diferencia entre el resto. Mantener esta unicidad lleva de manera natural a una competencia, competencia leal en el sentido de debatir las ideas tomando en cuenta, al final, todas las aportaciones y así mostrar las mejores aptitudes para resolver, analizar y comprender las matemáticas, lo cual, determina una manera de ser, en el sentido de ser sujetos individuales, donde la competencia y la exclusividad surgen de manera natural.

Al parecer la formación del matemático inyecta ciertas maneras de ser, en este ambiente, las cuales parecieran no ser exclusivas de todas las mujeres o de todos los hombres. Dentro de este ambiente se genera aparentemente la exclusividad por estudiar matemáticas, donde no se marcan diferencias de género en la formación o perfil, sin embargo, si se marca y fortalece un dominio en la forma en que se promueve ser matemático o estudiar matemáticas a nivel profesional, genera exclusividad entre las mujeres y hombres que estudian la carrera y entre las y los que no, y esto es una nueva arista del estereotipo *Dominio masculino*.

III.2 Estructura *Dominio Masculino*

Se presenta la estructura donde se muestra todo lo que puede influir en las acciones de las y los sujetos dependiendo del grupo social en el que se encuentren. Talcott Parsons⁶ (citado en Girola, 1999) señaló que la mayoría de las acciones son aprendidas, cada individuo tiene expectativas de las acciones de los otros y reacciona a su propio comportamiento, y estas expectativas podrían ser “derivadas de las normas y valores aceptados de la sociedad en que viven”. Nunca existirá ningún “ajuste” perfecto entre las acciones y normas, por lo que esta relación nunca es completa o “perfecta”, pero si exclusiva. Teniendo en cuenta esto se describe la estructura *Dominio Masculino* que sale a la luz en esta investigación.

Como grupo social entendemos a la institución, al departamento o a la academia y al área donde lo sujetos interactúan. Consideremos un Az de aristas (Figura 2); imaginen un punto y a partir de él salen varias aristas, el punto es la Institución donde las y los sujetos se encuentran y las aristas todo lo que se encuentra en ella como: instalaciones, áreas verdes, personal, estudiantes, TODO.



Fig. 2. Az de aristas.

De cada arista nacen más aristas; como es un Az, se sabe que cada arista es *diferente*. Tomamos una (Figura 2), que será uno de los departamentos o academias de la institución y de ella nacen más aristas que representan las áreas que coordina ese departamento o academia.

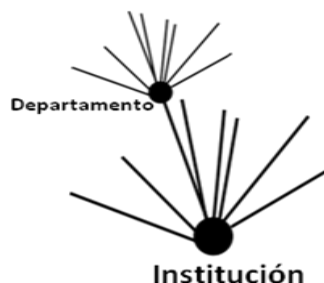


Fig. 3. Arista de la Institución.

⁶ Talcott Parsons, sociólogo estadounidense cuya contribución más notable fue la difusión del concepto de “Acción Social”.

Tomemos una arista de ese departamento que será una de sus áreas y de ella nacen más que representan a las y los sujetos (Figura 3). De cada sujeto nacen más aristas, estas indican sus acciones dependiendo con quién se relacionen, dependiendo de dónde se encuentran dentro de la Institución.

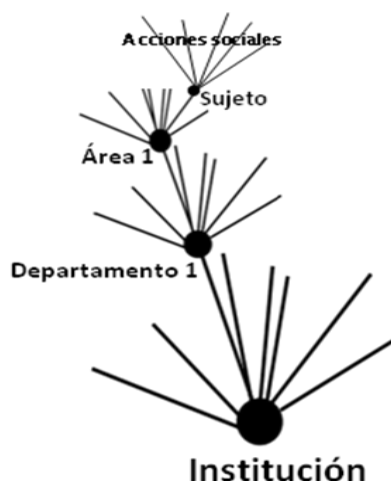


Fig. 4. Estructura de las diferencias en las acciones del estudiantado de matemáticas.

Mirando esta estructura (Figura 4) podemos decir que todo influye en las y los sujetos en el asir de sus acciones, estas acciones son diferentes; depende del lugar o lugares donde se encuentren, con quién o quiénes se relacionen, el tema que hablen en un determinado tiempo y espacio, pero dentro de una misma estructura. Un sujeto manifiesta comportamientos parcialmente diferenciados, ya que tiene en común algunos aspectos como lo son: la institución, el departamento y el área, estos aspectos son en realidad espacios que influyen en el quehacer de las y los sujetos dentro de la Institución donde se encuentren.

III.3 *Dominio Masculino* una estructura social

Considerando que la mayoría de las y los matemáticos se sienten impulsados por las mismas motivaciones, ser exclusivos, pertenecer a un grupo significa trabajar de forma individualizada, donde esta individualidad no se construye en sí misma, sino es el espacio el que la genera.

Emmy Noether⁷ dijo “*todos los matemáticos se sienten impulsados por las mismas motivaciones*”, se identifican con el otro, sin embargo, esto no significa que sea

⁷Amalie Emmy Noether (1882-1935); matemática alemana, sus investigaciones ejercieron una amplia y profunda influencia en el desarrollo del álgebra moderna y de la topología, fue hija del matemático Max Noether.

como él, ya que cada individuo inventa su personaje, entonces; ¿cómo el grupo en un espacio social obliga el actuar de cada persona?

Parson (1966) llama a la sociedad una estructura (sistema) en donde el comportamiento depende de la interrelación y la jerarquía de las partes, tomando en cuenta cómo la jerarquía es orden por rango social que el mismo sistema de manera simple establece, donde siempre prevalece el equilibrio. El equilibrio se genera a través de la adaptación de los “roles de negociación” que los individuos establecen en interacción con situaciones cambiantes, una vez que se establecen los roles, estos crean normas, reglas y valores que guían las acciones, creando equilibrio en las interacciones sociales.

Las jerarquías guardan equilibrio al tener una personalidad formada, es decir, contar con mentalidades en armonía; ser sabios (llenos de conocimiento), tener compromiso (creciendo en el conocimiento) y demostrar poder (no como sentimiento o ideología, si no ecuanimidad), de manera natural las jerarquías se dan, y de ellas el individualismo. Parsons, identifica el individualismo como aquella actitud y predisposición permitida y valorada socialmente que pone los intereses personales por encima de los de la colectividad y la define como *auto-orientación*, no como egocentrismo.

La manera de sentirse *ser* de las y los sujetos sin decirlo, si no manifestado a través de su *hacer*, es la forma de demostrar su competencia o pertenencia a un espacio, es por tanto un sujeto individualista dentro de una colectividad; por ejemplo, un estudiante de matemáticas en un espacio dentro de un grupo, al debatir (no pelear, ni confrontar) un determinado tema suele apropiarse de los argumentos de los otros (del mismo grupo) para así dar el mejor argumento con ellos o con otro grupo. También al estar dentro de una misma estructura adoptan una exclusividad dependiendo del espacio y cómo desde ahí se convierten o transforman su hacer, su vestir, su mover, sus acciones, su vida como estudiante de matemáticas en ese espacio. Es a través de la participación en asociaciones diversas (grupos) como las personas aprenden a desarrollarse de manera autónoma. Las y los sujetos tenemos un orden social, en el cual hay mayores o menores jerarquías, el estudiantado de matemáticas tiene un orden social, el cual es respetado entre sus iguales, ellas y ellos aprenden a desarrollarse de manera autónoma dentro de los espacios en que su estructura social lo permite. El individualismo que en ellas y ellos se fortalece o florece es a raíz de sus intereses privados frente al interés de las colectividades, donde pareciera que es un sello de egoísmo en la elección de las metas de manera particular, eligiendo lo más útil para sus propios fines (actitud pragmática).

En un grupo existen al mismo tiempo varios sujetos individuales, algunos trabajan en lo colectivo y otros individual/colectivamente, las y los sujetos, al socializar buscan identificarse (diferente a parecerse), buscan aceptación (en el grupo) y buscan diferenciarse (identidad social). Toda identidad social supone diferenciación, todo grupo es diferente, sin embargo, sí se identifican con algo.

Conclusiones

Cómo se ha manifestado esta investigación surge de la consideración de que las matemáticas son un *Dominio Masculino*, en el sentido excluyen a las mujeres, es decir que tienden a ser más apropiadas para hombres y que, por lo tanto, son ellos los que dominan en este campo de estudio. Por ello se desarrolló la investigación en un espacio universitario, con estudiantes de la carrera de matemáticas.

El estudiantado de matemáticas domina ciertas ideas sobre qué es ser un *estudiante de matemáticas*, sea hombre o mujer, y eso es aceptado por los hombres y las mujeres. Según lo observado, las ideas que dominan y que son aceptadas están relacionadas con el trabajo individual, la confrontación, la auto-superación, la poca solidaridad. Esta visión va gestando y reforzando la identidad de las y los estudiantes de matemáticas y creando una visión de grupo de élite que podemos palpar en ciertas prácticas hoy naturalizadas, por ejemplo; la práctica del individualismo, la sobrevaloración de la independencia, convertir en moral una posición “analítica”, características de una visión *masculina* y se contraponen a la que podríamos caracterizar como femenina. En este sentido podemos afirmar que la mentalidad y los actos que prevalecen en el estudiantado de Matemáticas son netamente masculinos, lo cual no quiere decir que sea necesariamente propia de los varones. Por otro lado, la sociedad tiene atribuciones simples de las personas que estudian matemáticas, suelen asociarlas con la inteligencia a el estudiantado de matemáticas aparenta no importarle lo que la sociedad en general pueda pensar, para ellas y ellos es más importante demostrar que cuenta con lo indispensable para tener los mejores argumentos en la resolución de problemas matemáticos, sin embargo, buscan el reconocimiento en las relaciones que establecen ya sea fuera o dentro de sus grupos.

La identidad profesional supone una identificación con un grupo, un grupo que se dice de matemáticos, al mismo tiempo dentro de ese grupo cada uno se distingue de sus semejantes y cada grupo se distingue de los otros grupos dentro de las mismas matemáticas. En este proceso de identificación y de diferenciación lo que se ve es que las mujeres buscan acceder a grupos y pertenecer. Entonces esta identidad profesional en matemáticas no se resuelve por la pura idea, sino que es también por la participación y la capacidad de estar ahí. Para las mujeres igual que

para los hombres, estudiar matemáticas hace que se sientan diferentes, si bien buscan el reconocimiento (ser aceptadas en un grupo de varones), no se sienten menos que ellos ni superiores a sus compañeras.

Las mujeres y los varones que estudian la carrera de matemáticas les interesa mostrar que saben, que dominan las matemáticas, demostrar conocimientos que asumen como superiores a las y los que tienen alrededor. El estudiantado de matemáticas, a partir de sus conocimientos, pretende ejercer autoridad, y creen tener el mejor orden o control en matemáticas y control con las matemáticas, se consideran más que diferentes exclusivos. Esas exclusividades las y los hacen luchar por pertenecer a un grupo dominante en matemáticas, al parecer, todas y todos luchan por pertenecer al “poder de las matemáticas”, con ello su identidad como matemáticos se fortalece ya sea dentro de su espacio o fuera de él.

El estudiantado en matemáticas manifiesta que el gusto y tener conocimientos en matemáticas es la clave para permanecer en ellas, los estereotipos y las creencias no parecen ser importantes, no son tema de discusión entre ellos, no son temas de interés, lo que consideran de suma importancia es ser capaz de discutir acerca de matemáticas y resolver problemas matemáticos.

Es importante recalcar que tanto mujeres como hombres en matemáticas buscan una identidad como matemáticos, identidad que se pule en sus acciones para con ellos y con las y los otros dentro de su grupo social.

El término *Dominio Masculino* se seguirá considerando como estereotipo en investigaciones donde la matemática educativa no intervenga como mediadora en el análisis de los resultados, seguirá siendo un estereotipo que limitará en acción y no en pensamiento a estudiantes para que elijan el estudio de las matemáticas a nivel profesional. Consideramos a través de esta investigación que las personas que están en este campo se distinguen por su autonomía en todo lo que deciden hacer dentro de un espacio donde son líderes de pensamiento. El orden establecido por el estudiantado en la Facultad seguirá viéndose como un problema que se supera en el día, día, en su organización y normas. Su día a día en la facultad es resolviendo problemas, desde el satisfacer sus necesidades básicas hasta los más complejos desafíos. En lo social, el estudiantado de la carrera de Matemático de la Facultad de Ciencias de la UNAM mide su bienestar individualmente, lo cual depende de su capacidad intelectual para resolver problemas.

La investigación en Género y Matemáticas, en términos de la autonomía, las acciones de los individuos en un sistema social, y la exclusividad en el aprendizaje de las matemáticas dentro de la Disciplina de la Matemática Educativa puede ser

fundamental para comprender y aprender a respetar los espacios y las formas en que el conocimiento y los saberes se adquieren y son utilizados en la vida del estudiante. La observación a profundidad en la investigación brinda una riqueza particular; las formas y los usos que el estudiantado establece en los espacios donde se desarrolla son importantes para conocer desde otra perspectiva sus aprendizajes.

Referencias

Badger, M. (1981). Why aren't girls better at maths? A review of research. *Educational Research*, 24, 11-13.

Bernáldez, M. (1999). La mujer y sus aspiraciones académicas. Obstáculos sociales y barreras psicológicas en la selección de carreras técnicas y científicas. En *Mujer, Ciencia y Tecnología*. México, Comisión Nacional de la Mujer, 57-70.

Boswell, S. (1985). "The influence of se-role stereotyping on Women's. Attitudes and achievement in mathematics". En CHIPMAN, S.F.; Brush, L., D. Wilson (EDAS): *Women and mathematics*. New Jersey: L.E.A.

Buquet, A., J. Cooper, H. Rodríguez, y L. Botello (2006). *Presencia de mujeres y hombres en la UNAM: una radiografía*. México: Programa Universitario de Estudios de Género. México: UNAM.

Bustos, O. (2003). "Mujeres y ecuación superior en México. Recomposición de la matrícula universitaria a favor de las mujeres. Repercusiones educativas, económicas y sociales", en http://www.anui.es.mx/e_proyectos/pdf [consulta: febrero 2012].

Clair, R. (1995). *The scientific education for girls* London: Jessica Kingsley/Unesco.

De Garay A. y del Valle-Díaz-Muñoz. G. (2012). Una mirada a la presencia de las mujeres en la educación superior en México. *Revista Iberoamericana de Educación Superior*. 3(6), 3-30.

Espinosa-Guía, C. (2010). "Estudio de las interacciones en el aula desde una perspectiva de género". *Géneros* 6. 71-86.

Espinosa, A. (2007). *La perspectiva de género como una variable para el estudio de las concepciones de los profesores: un enfoque socio-epistemológico*. Tesis de maestría. Cinvestav – IPN, México.

Fennema, E. (1990). Teachers' beliefs and gender differences in mathematics. *Mathematics and gender*. Nueva York: Columbia University Press.

Fennema, E. y J. Sherman, (1977). "Sex-related differences in mathematics achievement, spatial visualization, and affective factors." *American Educational Research Journal*, 14(1), 51-71.

Fox, L. H. (1976). Women and the career relevance of mathematics and science. *School Science and Mathematics*, 76, 347-353.

García, P. (2002). "Las carreras de ingeniería en el marco de la globalización: una perspectiva de género". *Revista latinoamericana de estudios educativos*. XXVI (3), 91-105.

Girola, L. (1999). Talcott Parsons hoy: el individualismo institucionalizado y las asociaciones. *Sociología*. 14 (40), 15-34.

González, R.M. (2004). *Género y Matemáticas: balanceando la ecuación*. México: Porrúa-UPN.

"Participación de las mujeres en el estudio de las matemáticas: el caso de México" (2004a). En *Género y Matemáticas: balanceando la ecuación*. México: Porrúa-UPN.

Goodell, J. E., & Parker L. H. (2001). Crear una sala de clase conectada, equitativa de las matemáticas: Facilitar equidad del género. W. Atweh, H. Forgasz & B. Nebres (Eds.), *Socio-cultural aspects of mathematics education: An international research perspective*. pp. 411-431.

Hyde, J. S., Fennema, E. y Lamon, S. J. (1990). Gender differences in mathematics performance: a meta-analysis. *Psychologica Bulletin*, 107(2), pp. 139-155.

Jimeno, M. (2007). "Son las matemáticas un dominio masculino?". En *Pensando la educación desde las mujeres*. España: Atenea.

Leder, G. (1992). Mathematics and gender: Changing perspectives. In D. Grouws (Ed.), *Handbook of research on mathematics teaching and learning*. Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.

Leder, G. (1994). "Mathematics and gender: changing perspective". D. Grouws, (eds.): *Handbook of Research in Mathematics Teaching and Learning*. New York: Macmillan.

Martinez, M. (1994). La investigación cualitativa etnográfica en Educación. Manual teórico-práctico, México: Trillas.

Meece, J., J. Eccles (Parsons), C. Kaczala, S. Goff, & R. Futterman. (1982). Sex differences in math achievement: Toward a model of academic choice. *Psychological Bulletin*, 91, 324-348.

Muñoz-Muñoz, A. (2005). "Las mujeres en las carreras científico-técnicas. Realidad de una presencia o ausencia". En Isabel de Torres Ramírez (Coord), *Miradas. Desde la perspectiva de género*. Madrid: Narcea, 103-113.

Parsons, T. (1966). *Societies: Evolutionary and Comparative perspectives*. Englewood Cliffs: Prentice Hall.

Peng, S., y Jaffe, J. (1979). Women who enter male dominated fields of study in higher education. *American educational Research journal*, 16, 285-293.

Perdomo, I. (2014). Mujeres y Matemáticas. Filosofía, Ciencia y Género. Recuperado en: Inmaculadaperdomo.blogspot.mx/2014/mujeres-y-matematicas.html

Ramírez, M. (2006). *Influencia de la visión de género de las docentes en las interacciones que se establecen con el alumnado en las clases de matemáticas*. Tesis de maestría. Cinvestav-IPN, México.

Rodríguez, R. M. (2006). *La gestión educativa en la escuela superior de ingeniería química e industrias extractivas del Instituto Politécnico Nacional: una perspectiva de género*. Tesis de maestría, ESCA-IPN. México.

Vargas, S. (2008). *La habilidad gráfica de las y los estudiantes al resolver problemas de cálculo: una perspectiva de género*. Tesis de maestría. Cinvestav-IPN, México.

Waldegg, G. (2000). "El surgimiento de la investigación en educación matemática". *PARADIGMA*, 21(1).

La enseñanza de la Física y la Química desde el conocimiento pedagógico de contenido en el bachillerato del Instituto Politécnico Nacional

Miguel Angel Hernández Cano¹, César Eduardo Mora Ley²
miguelangelcano1963@gmail.com, ceml36@gmail.com

Resumen

La enseñanza de la Física y la Química en el bachillerato del IPN en un grupo de profesores se estudió mediante el Conocimiento Pedagógico de Contenido (CPC) que registró ocho grandes dominios que dan evidencia de la forma cómo enseñan estas ciencias experimentales (Física I, II, III y IV y Química I, II, III y IV) de las áreas de Ingeniería y físico matemáticas, Médico biológicas y Ciencias Sociales y Administrativas.

El dominio disciplinar de los temas de MRU, MRUA, vectores, caída libre, campo eléctrico, campo magnético, temperatura y calor, equilibrio químico (factores que lo afectan), nomenclatura, leyes ponderales y enlace químico, por parte de los profesores fue su gran fortaleza en el CPC, así como la profundidad de estos temas abordados en el aula, confirmado con la habilidad docente para escribir un libro con un enfoque pedagógico.

El CPC construido a partir de las entrevistas profundas a los docentes y las observaciones directas en el aula y el laboratorio de Física y Química puso en evidencia que los profesores tienen grandes áreas de oportunidad en las estrategias de enseñanza y de aprendizaje (incluyendo la secuencia didáctica), la evaluación y el uso de las TIC. Los profesores mejoraron su práctica docente al incluir en sus clases siete variables de mejora docente: a) recuperación de conocimientos previos, b) interacción docente y estudiantes, c) secuencia didáctica, d) estrategia de enseñanza, e) uso de las TIC, f) evaluación y h) dominio disciplinar.

Palabras claves

CPC, enseñanza de las ciencias experimentales, indicadores de innovación, observación docente, variables de mejora docente.

¹ Centro de Estudios Científicos y Tecnológicos Cuauhtémoc

² Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada, Unidad Legaria

Introducción

Uno de los retos fundamentales que enfrenta la enseñanza de las ciencias experimentales es lograr que los alumnos disfruten de la Física y la Química. De ahí que haya sido importante investigar y analizar la práctica docente ante los desafíos que le presentan los alumnos del Nivel Medio Superior en el Instituto Politécnico Nacional de México. Este análisis se basó en investigar el Conocimiento Pedagógico de Contenido (CPC) de 17 docentes y enseguida identificar los ocho dominios característicos de su labor. Esta investigación se realizó utilizando dos instrumentos: la Representación de Contenidos (CoRe) y los Repertorios profesionales y pedagógicos (inventarios) obtenidos de entrevistas profundas y observaciones en el aula y laboratorio. El dominio disciplinar y la profundidad de los temas fueron esenciales en todos los docentes para impartir sus clases. En contraste, encontramos carencias en la recuperación de conocimientos previos, en la secuencia didáctica, la evaluación y el uso de las TIC en el aula.

Justificación

La innovación educativa, dentro de sus premisas, ofrece la esperanza de mejorar radicalmente un hecho, situación o condición, y si esta situación es la manera como se enseñan las ciencias experimentales en el bachillerato mexicano, entonces, es necesario proponer una ruta novedosa, que genere un cambio importante, y medir este proceso, mediante la investigación educativa. La innovación es la mejor propuesta ante la compleja problemática educativa en la enseñanza de las ciencias experimentales (Flores-Crespo, 2014).

Así, hay muchas razones para proponer una práctica docente en la enseñanza de la Física y la Química que tome todas las propuestas recientes en el campo de la didáctica de las ciencias, entre ellas, un diseño novedoso de las secuencias didácticas de los profesores de bachillerato, donde incluyan elementos que han sido casos exitosos como el uso de las analogías, los juegos, el manejo de la V de Gowin, el manejo de las TIC y en particular los programas libres de laboratorio virtual (Lab4Physics y Phet), la modelización, el aprendizaje por proyectos, el diseño de problemas contextualizados, incluso la importancia de las emociones de los profesores y su efecto en la enseñanza de estas ciencias. Cabe mencionar que la investigación educativa de la física ha demostrado que los estudiantes no aprenden porque no participan activamente en su aprendizaje. Para ello expertos e investigadores en física, con apoyo de la UNESCO, crearon un método de enseñar física llamado aprendizaje activo (Paosawatyanong, B, 2010). Se conciben como casos exitosos cuando una investigación educativa mide lo que aprenden los alumnos antes y después de estas estrategias o apoyos didácticos. Y en todas estas estrategias novedosas, debe aparecer la argumentación que propone Toulmin

(Harada, 2009), como un proceso riguroso que la lógica propone en el razonamiento de los conceptos, ideas, hipótesis y principios que sustentan a la Física y Química.

El profesor de bachillerato del IPN que enseña ciencias experimentales puede innovar en el aula bajo las herramientas disponibles (mencionadas antes), con la reflexión de aceptar que su participación en el aula no se circunscribe a un dominio de los saberes de la Física y la Química, debe conocer sus diferentes ámbitos a través de su Conocimiento Pedagógico de Contenido (CPC). Sin duda, la investigación educativa es su herramienta para mejorar, para cambiar, y para innovar.

Esta tesis, a través de un acercamiento de la práctica docente de las ciencias experimentales (Física y Química), ofrece una posibilidad de cambio (innovación) mediante un conjunto de indicadores de innovación educativa, así como de algunos factores de mejora docente. La innovación en esta tesis está acotada a lo que el profesor hace dentro del aula cuando enseña estas ciencias. Así la Innovación educativa la podemos conceptualizar como todos los cambios que hace el docente para mejorar su enseñanza de las ciencias experimentales y que se pueden medir o reflejar en indicadores de innovación, que serán parte de la investigación aquí presentada. Sin duda, un aspecto fundamental en la innovación del docente es confirmar si sabe lo que está haciendo para innovar y que no solo sea un acercamiento a la innovación sin evidencias tangibles. A continuación, se propone el objetivo general, objetivos específicos, preguntas de investigación y la hipótesis de esta tesis.

Objetivo general

Analizar la práctica docente de profesores en el bachillerato del IPN que enseñan ciencias experimentales (Física y Química) mediante el Conocimiento Pedagógico de Contenido (CPC), y proponer mejoras en su desempeño docente con el apoyo de indicadores de innovación educativa.

Objetivos específicos

1. Construir el Conocimiento Pedagógico de Contenido de los profesores que enseñan Física y Química a partir de entrevistas y observación directa.
2. Retroalimentar la práctica docente utilizando indicadores de innovación educativa en el aula (variables de mejora docente), así como algunas estrategias de enseñanza y de aprendizaje.
3. Registrar los cambios (mejoras) de la enseñanza de las ciencias experimentales en los docentes que aplican su CPC y los indicadores de innovación en el aula.

4. Discutir los cambios de la práctica docente utilizando el CPC y la retroalimentación mediante un Simposio de profesores que enseñan Física y Química.

Pregunta de investigación

1. ¿Cómo es el Conocimiento Pedagógico de Contenido (CPC) de los profesores que enseñan Física y Química en el bachillerato del IPN, y cómo mejorar la enseñanza de las ciencias experimentales a partir del CPC y los indicadores de innovación educativa?

Marco teórico

Enseñanza de la Física

Soussan (en Contreras, 2007) plantea que la didáctica puede ser definida como el conjunto de actividades que favorecen el acceso al conocimiento, en donde intervienen el alumno y la disciplina. Se trata de determinar qué procesos desarrollan los docentes en la enseñanza de las ciencias como la Física y la Química; saber cómo acciona el docente las diversas estrategias, técnicas, métodos y procedimientos para la enseñanza. Se trata de encontrar respuesta a cómo facilita el aprendizaje a través de su acción docente.

Recordemos que sigue sin resolverse el grave fracaso escolar acompañado de un creciente rechazo de los estudios científicos y de actitudes negativas hacia la ciencia (Simpson y cols., 1994; Giordan, 1997). Es importante recordar que estas causas llevaron a la aparición de la Didáctica de las Ciencias como disciplina científica que devela y cuestiona, entre otros aspectos, la tradición de contemplar la enseñanza de las ciencias como una tarea esencialmente simple, poniendo en evidencia graves deficiencias de la enseñanza (Yager y Penick, 1983, Porlán y Martín, 1994; citados por Gil y cols., 1999). Su principal objetivo es comprender los procesos de enseñanza y aprendizaje, tratando de alcanzar una mejor fundamentación, innovación y cualificación de los educandos (Buitrago, 2013). Es aquí donde se enlaza la didáctica de las ciencias con la Innovación educativa, como posible respuesta a los problemas que enfrentan los profesores para enseñar ciencias.

La actual práctica docente se plantea como una línea de investigación en el área de la Didáctica de las Ciencias Experimentales. Aunque el futuro parece poco halagüeño, sin embargo, la situación actual es bastante diferente, pues, como señala Campanario (2002), la formación didáctica debería ser un requisito necesario para acceder a la función docente. Perales (1998) denuncia que la formación psico

didáctica del profesorado institucionalizada decrece al aumentar el nivel educativo para el que se forman (Jiménez, 2004).

En el caso de la Química y la Física, hay evidencias en México de su enseñanza bajo diferentes enfoques, como el de Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS), las ciencias en contexto, la de currículo integrado, el aprendizaje activo y el enfoque por competencias.

En la actualidad, los profesores de ciencias naturales buscan estrategias didácticas que permitan a los estudiantes un aprendizaje significativo. Algunas de estas estrategias tienen como objetivo promover y potenciar la argumentación científica en el aula de clases (Buitrago, 2013). La argumentación, como habilidad cognitiva superior, responde a tres características: construir conocimiento, formular preguntas de manera diferente a las típicas que tienen ya una respuesta; y crear nuevos patrones de discusión (Qun Xie y Winnie Wing Mui, 2012, en Buitrago 2013). En la ciencia, el argumento es importante. Para los científicos, el objetivo es convencer a sus pares, usando la argumentación como medio para alcanzar sus propósitos. Para Toulmin (2007), el argumento es una afirmación apoyada por datos sobre el mundo que avanza hacia la verdad, donde los datos están conectados con la reclamación y se articulan por medio de la garantía que justifica la importancia de la prueba (Osborne, 2012)

Específicamente, una de las maneras en que se ha intentado innovar la enseñanza de las ciencias, y de paso romper con el creciente rechazo de los estudiantes, ha sido la introducción de currículos de ciencia integrada (Haggis y Adey, 1979). Se trata de propuestas que parten de la crítica de currículos centrados en situaciones artificiales, que no se conectan con la realidad ni los contextos sociales.

También, en la Didáctica de las Ciencias, el Conocimiento Didáctico de Contenido (CPC), que veremos más adelante, ha sido usado como un término para describir cómo los profesores novatos aprenden poco a poco a interpretar y transformar su contenido temático del área en unidades de significados comprensibles para un grupo diverso de estudiantes. También el CPC se define como la habilidad de un profesor para traducir el contenido temático a un grupo diverso de estudiantes usando estrategias y métodos de instrucción y evaluación múltiples, tomando en cuenta las limitaciones contextuales, culturales y sociales en el ambiente de aprendizaje (Garritz, 2004).

En la enseñanza de las ciencias se deben promover situaciones llamadas socio-científicas, las cuales son dilemas o controversias sociales que tienen en su base nociones científicas, es decir, son situaciones o problemáticas cercanas al estudiante que tienen un impacto social y se relacionan con las ciencias (Buitrago,

2013). Ante estas posibilidades de la enseñanza de las ciencias, se ve más claro el panorama al abordar la situación en la Física y la Química en el bachillerato.

La enseñanza de la Física en el bachillerato, como parte de la enseñanza de las ciencias es un tema importante en México. En el IPN se hace investigación educativa en el Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada (CICATA Legaria) en Física, a través de maestría y doctorado. Desde 1999 se han publicado más de 22 tesis de maestría enfocadas en la enseñanza de esta ciencia y en particular en el bachillerato donde se han abordado propuestas novedosas, como el manejo de secuencias didácticas que incluyen los video juegos, los comics, muchas herramientas digitales, el aprendizaje basado en problemas, el uso de agentes tutores inteligentes, todas con el enfoque del aprendizaje activo y el aprendizaje colaborativo y tomando en cuenta los estilos de aprendizaje y la investigación dirigida (Tejeda, 2009; Gardunio, 2010; Téllez, 2010; Pretelin, 2010; Campuzano, 2011; Rosado, 2011; Hernández, 2012; Díaz, 2012; Velázquez, 2012; Cruz, 2011; Medina, 2011; H. Luz, 2012; Orlaineta, 2011; Carrizosa, 2013; Hernández, 2013; Olguín, 2013; Ramírez, 2013; Serrano, 2013).

En el plano internacional, la enseñanza de la Física todavía presenta los dos polos, la enseñanza tradicional y la reciente enfocada en el aprendizaje. Una enseñanza tradicional de la física se desarrolla con el docente-transmisor y el alumno-receptor, usando como recursos didácticos, pizarrón y marcador. Este modelo de escuela transmisiva como la llama Tonucci (2005, en Pineda, 2009), está basado en criterios de linealidad y secuencialidad para organizar los conocimientos a ser enseñados. Hay ejemplos donde la enseñanza de la Física se puede considerar en crisis debido a diferentes aspectos como: mala preparación de los docentes (pocos son graduados en física), poco tiempo para la física en el currículo, predominio de la enseñanza memorística, falta de laboratorios y equipos adecuados para el desarrollo de las prácticas (ANJE, 2008, en Puentes, 2012).

Una enseñanza actual de la Física, incluye la aplicación de las TIC o Tecnologías Didácticas (TD), utilizando la computadora, video, proyector, CD-Rom, internet, además del pizarrón, y donde se da una participación interactiva. Algunas variables como las estrategias de enseñanza y aprendizaje usando TD, el rendimiento académico y la motivación estudiantil han sido estudiadas en la enseñanza de la Física en nivel universitario y han demostrado que se incrementa la motivación y el rendimiento académico cuando se usan las TD siempre que el docente se forme en ellas y muestre dinamismo, creatividad y genere buen ambiente en las clases (Pineda, 2009).

El aprendizaje significativo de la Física se alcanza con propuestas como el uso de las TIC para lograr una mayor aprehensión del conocimiento, o aspectos de la Teoría de Gowin en el desarrollo de prácticas de laboratorio como una estrategia

didáctica para lograr este aprendizaje, inscritos ambos en el modelo constructivista (Cruz Ardila, 2012).

Dentro de las TIC, las simulaciones en física permiten a los alumnos analizar y controlar sistemas complejos, manipulando variables, llevando a término experimentos, etc. La investigación educativa señala que estos programas suelen ser más efectivos que en la enseñanza tradicional, se utilizan en sustitución de trabajos de laboratorio cuando son de difícil acceso o pueden resultar peligrosos, además de servir de visualización y comprobación en las clases de teoría (Aguade y Cabrero, 2002, en Puentes, 2012).

Enseñanza de la Química

En la enseñanza de la Química en el bachillerato, permanece toda una serie de problemas de coordinación, de eficiencia terminal muy baja, poca flexibilidad y valoración social y de calidad del profesorado marcada por ausencia de formación y de evaluación docente en personas que asumen el rol docente con desconocimiento de la asignatura y del quehacer científico, así como desconocimiento de las nuevas estrategias de aprendizaje y su evaluación; con la diversidad de planes de estudio existentes en México y su influencia por parte de varios proyectos internacionales, la multitud de los subsistemas de bachillerato han influido en la reducción porcentual de los estudiantes que eligen una carrera del área química (Garritz, 2001).

Al parecer, la química cotidiana se está aplicando en diferentes niveles educativos, y se presenta como una novedosa e innovadora mejora de la educación científica que incluye congresos didácticos, ferias de la ciencia y museos de la ciencia, y así motivar a los estudiantes a través de incluir en las ciencias un componente lúdico-recreativo. Esta actividad recreativa divertida, interesante o sorprendente no es novedosa ya que era una preocupación de los comienzos del siglo XX y parece que tiene continuos “booms” o auges que resurgieron en las décadas de los 60 y 70 y actualmente vuelven a utilizarse (Jiménez-Liso, 2009). Recientemente (octubre de 2019), se publicó un libro en España “Un científico en el supermercado”, del científico José Manuel López Nicolás, donde se explican muchas cosas cotidianas a partir de la Física y la Química.

Los profesores que enseñan ciencias experimentales tienen concepciones, comportamientos y actitudes docentes de “sentido común” como las siguientes: visiones simplistas y simplificadas sobre el trabajo científico; reducción del aprendizaje de las ciencias a ciertos conceptos y algunas destrezas, olvidando aspectos sociales e históricos; consideran el fracaso generalizado de los alumnos y alumnas en las materias científicas debido a su falta de interés, de estudio, de

esfuerzo y las expectativas negativas que esto conlleva; tendencia a reducir la enseñanza de las ciencias a contar a los estudiantes lo que el profesor conoce y evaluar el recuerdo de los estudiantes de este conocimiento; y cierta frustración asociada a la actividad docente ignorando las satisfacciones potenciales que esta actividad comporta como tarea abierta y creativa (Guisasola, 2001).

Los laboratorios virtuales de las ciencias experimentales destacan por su impacto visual y sus características de animación, las cuales simulan el ambiente en el laboratorio real y son adecuados como actividad complementaria, que, si se mezclan con el ambiente presencial, resultan en un autoaprendizaje y en trabajo colaborativo. Estos recursos tienen un gran potencial, que aún no se han utilizado por parte de los maestros, a pesar de estar disponible en la red de forma gratuita (Infante, 2014).

Frente a las características generales del alumno actual de bachillerato: apatía y desmotivación por el estudio, carencia de abstracción requerida para el aprendizaje de los contenidos de ciencias, inseguridad con respecto al dominio de los contenidos; los temas programados no se logran ver como se planearon, por tal motivo surge la necesidad de utilizar nuevas estrategias para el aprendizaje y evaluación. El docente se enfrenta a un gran desafío: transmitir contenidos en un marco de actividades atractivas, debe despertar “motivos”. Así, en la enseñanza de la Química se debe promover la interacción entre los sujetos del proceso de enseñanza aprendizaje con una intención definida, apelando a nuevas ideas o recursos ya existentes; encontrando el sentido del “hacer” y que esta práctica supere el reduccionismo conceptual. Es necesario enseñar a buscar, interpretar, transformar y producir conocimientos (Petriella y Valzacchi, 2011).

Conocimiento Pedagógico de Contenido (CPC)

Los profesores cuando enseñan Química o Física poseen un conjunto de conocimientos de su disciplina y un conjunto de creencias que juntos, hacen del profesor un actor determinante en la formación del estudiante en el bachillerato mexicano. Cuando los conocimientos disciplinares se enfocan en la enseñanza de estas ciencias experimentales, aparece la necesidad de expresarlos a los alumnos de manera adecuada, entonces se hace evidente la importancia de la pedagogía en este proceso de transmisión.

Es aquí donde, al parecer hay un hueco entre conocimientos disciplinares y pedagogía, hueco que es estudiado por Shulman (1986) y al que denota como paradigma perdido y que luego lo relaciona con un concepto que él acuña, lo llama Conocimiento Pedagógico del Contenido (CPC) o Conocimiento Didáctico del Contenido (CDC) como lo llaman en España (Farre, 2009) y lo define como una

categoría especial de conocimiento “que va más allá del conocimiento disciplinario de la disciplina *per se* hacia la dimensión del conocimiento disciplinario para la enseñanza”.

El CPC se refiere a los conocimientos que tiene un profesor para impartir su cátedra, que incluyen creencias, conocimientos declarativos, procedimentales y actitudinales, además de pedagógicos. El CPC puede estar formado por 6 elementos (Magnusson, Krajcik y Borko, 1999; Park y Oliver, 2008), que son: a) visión y propósito de la enseñanza de la ciencia, b) conocimiento y creencias sobre el currículo de ciencia, c) conocimiento y creencias acerca del entendimiento estudiantil sobre tópicos de ciencia, d) conocimiento y creencias sobre estrategias instruccionales para enseñar ciencia, e) conocimiento y creencias sobre evaluación en ciencia, f) eficacia del profesor. La posesión de este CPC es lo que distingue a los profesores novatos de los expertos, “la capacidad de un profesor para transformar el conocimiento temático que posee, en formas que son pedagógicamente poderosas y aun adaptables a las variaciones en la habilidad y antecedentes que los estudiantes presentan” (Garritz y Trinidad-Velasco, 2012).

El CPC ha sido investigado en diferentes disciplinas, entre ellas química, matemáticas, física y otras ciencias. En química ha sido de vital importancia porque puede ser trasladado rápidamente al aula, redundando en un mejor y mayor aprendizaje de los estudiantes. También es un modelo de cognición docente (Farré, 2009).

En el modelo anterior aparece el elemento “conocimiento del aprendizaje de las ciencias de los alumnos” donde el profesor debe conocer las concepciones alternativas de los estudiantes, que son de un amplio espectro y muy arraigadas y persisten aun después de que ha terminado su educación obligatoria. Conocer estas concepciones alternativas en los alumnos es un buen punto de partida para mejorar la enseñanza de la química, afirman Garritz y Reyes (2006).

Por lo tanto, el modelo que mejor describe al CPC no solo representa el entendimiento docente sino la forma en que este entendimiento se actúa y se modifica en el aula. Es decir, que el CPC se genera a partir de las interrelaciones contextualizadas de seis dominios de conocimiento mediante la reflexión sobre la práctica docente que se tiene al planificarla y la reflexión en la práctica que sale a la luz al evaluarla de forma metacognitiva. Es el CPC, entonces, un modelo dinámico donde los profesores no solo somos receptores pasivos de información, sino que creamos conocimientos a partir de esta información y de nuestras propias experiencias y esta es una característica fundamental que tenemos y que nos hace profesionales y no meros ejecutores de recetas preelaboradas por investigadores (Farré, 2009). El CPC, en suma, según Shulman (1986, en Garritz y Reyes, 2006) es un tipo de conocimiento que los profesores de ciencias deben poseer, ya que no

sólo tienen que saber y entender el tema científico, sino también cómo enseñar ese contenido específico de forma efectiva.

Lo que hacen los profesores expertos es transformar el conocimiento disciplinario en formas que sean más accesibles a sus estudiantes y lo adaptan al contexto del tema específico, desarrollando así el CPC que se adquiere principalmente por la propia experiencia en la docencia (Garritz y Reyes 2006), y Grossman (1990, en Garritz, 2004) complementa e identifica cuatro fuentes a partir de las cuales el CPC se genera y desarrolla: la observación de las clases, tanto en la etapa de estudiante como en la de profesor-estudiante; la formación disciplinaria; los cursos específicos durante la formación como profesor, además de la experiencia de enseñanza en el salón de clases.

Sin embargo, aunque el CPC puede existir, es muy difícil tanto reconocerlo como articularlo, y la observación del desempeño docente dentro del aula solo proporciona pistas limitadas del CPC de un profesor porque este concepto es un constructo interno, por lo tanto, se requiere entrevistar al profesor para lograr articularlo. Se ha vuelto crucial en este tipo de investigación la importancia de la relación entre lo que los profesores piensan y cómo lo enseñan.

El CPC continúa siendo un constructo teórico muy seductor, pero no un aspecto fácilmente identificable de la práctica docente, por lo tanto, hay pocos ejemplos disponibles en la literatura (Loughran, 2004). Ante esto, se ha diseñado una metodología para identificar y “atrapar” el CPC, mediante dos herramientas: la Representación de Contenidos (ReCo) y los Repertorios Profesionales y Pedagógicos de la Experiencia (RePyP) o llamados también inventarios o Repertorios (Garritz, 2006). Aquí llamaremos la Representación como ReCo y los Repertorios o Inventarios como RePyP.

La Representación (ReCo) es una herramienta de investigación para registrar el conocimiento de los profesores de ciencias, pero también es una forma de representar este conocimiento y se puede utilizar como una herramienta de entrevista con grupos de profesores de ciencias para evocar su comprensión de aspectos importantes del contenido bajo consideración, así como usar los resultados de estas entrevistas como la propia representación. Cabe mencionar que la Representación (ReCo) contiene ocho dominios como parte de la metodología, aunque provienen de seis elementos, pero hay una relación cercana de los dos dominios adicionales con los seis originales.

El propósito de la ReCo es codificar el conocimiento del profesor de una forma común para identificar características importantes del contenido que los profesores de ciencias reconocen y responden al enseñar tal contenido. Y los inventarios o Repertorios (RePyP) están enlazados a la Representación (ReCo) que dan informes

de cómo sucede la práctica en el aula, es decir, ayudan a conectar la práctica vista con la comprensión de contenido particular, ayudan a los alumnos a entender mejor los contenidos. Podemos decir que la Representación (ReCo) es la fase teórica (lo que declara el maestro) y los Repertorios (RePyP) la fase práctica (lo que hace el maestro en el aula).

Los inventarios o Repertorios (RePyP) se construyen a partir de descripciones detalladas que los maestros hacen de forma individual y como resultado de discusiones de algún tema, idea, o situación escrita en la Representación (ReCo) así como de observaciones en clase. En la investigación educativa en la didáctica de la ciencia se han reportado Representaciones (ReCo) para contenidos específicos en Química y asociados a varios Repertorios (RePyP), que al exponerlos se muestran como cuadernillos de hasta 32 páginas tan solo para un tema (Loughran, Mulhall y Berry, 2004).

Metodología

Participantes: los 17 profesores seleccionados contaban con más de cinco años de experiencia docente, algunos con grado de maestría y doctorado en áreas de la física y la química, con el diplomado de Formación y Actualización Docente de IPN, otros cursaron el diplomado de Competencias Docentes para Profesores del Nivel Medio Superior (Profordems), incluso uno de ellos con la maestría en Física educativa (CICATA, del IPN). La investigación se llevó a cabo en diez Unidades Académicas del NMS (CECyT y CET) del área metropolitana y foráneos (Hidalgo y Guanajuato), abarcando las cuatro modalidades: área de Ingeniería y Ciencias Físico Matemáticas, ciencias Médico Biológicas, ciencias Sociales y Administrativas y su combinación, la Interdisciplinaria.

Instrumentos: La recolección de datos e información de esta investigación se realizó mediante la CoRe y los Inventarios, y con ellos se construyeron los perfiles del CPC de cada profesor, todos muy específicos de un tema de Física o Química.

Análisis de datos: con once profesores del NMS del IPN, se elaboró una matriz que mostró el proceso de enseñanza en Química de los diferentes CECyT. La matriz se diseñó con el contenido del CoRe y los Repertorios, y se completó con dos evidencias adicionales: una retroalimentación a cada docente después de la observación en el aula y la participación en un Simposio de todos los profesores de este estudio. Con seis profesores del IPN se realizó lo mismo, pero en la enseñanza de la Física en el CET 1 y otros CECyT.

Los siete dominios analizados fueron: a) propósitos de la enseñanza, b) expectativas de los estudiantes, c) profundidad de los temas, d) problemas de los estudiantes, e) barreras para enseñar ciencias y contexto, f) estrategias de

enseñanza, g) evaluación. Con la información analizada, se diseñó el CPC de cada docente y luego se compartió una retroalimentación que incluía siete aspectos de mejora docente: 1) recuperación de conocimientos previos, 2) interacción docente-alumnos, 3) secuencia didáctica (inicio, desarrollo y cierre), 4) estrategia de enseñanza, 5) evaluación, 6) uso de las TIC y, 7) dominio disciplinar. Estos siete aspectos se planearon y aplicaron en una clase de física o química con el fin de comparar el desempeño docente una vez que conoció su CPC. La discusión de estos aspectos de mejora docente se realizó mediante un Simposio en el CECyT 7 del IPN.

Tabla I

Profesor	Unidad Académica	Unidad de aprendizaje	Tema	Área
1	CECyT 7 Cuauhtémoc	Química II	Nomenclatura	Ingeniería y Ciencias Físico Matemáticas
2	CECyT 11 Wilfrido Massieu	Química IV	Leyes Ponderales	Ingeniería y Ciencias Físico Matemáticas
3	CECyT 11 Wilfrido Massieu	Química IV	Equilibrio químico	Ingeniería y Ciencias Físico Matemáticas
4	CECYT 10 Carlos Vallejo Márquez	Química II	Nomenclatura	Ingeniería y Ciencias Físico Matemáticas
5	CECyT 11 Wilfrido Massieu	Química IV	Factores que afectan velocidad de reacción	Ingeniería y Ciencias Físico Matemáticas
6	CECyT 15 Diódoro Antúnez Echegaray	Química IV	Velocidad de reacción y factores	Ciencias Médico Biológicas
7	CECyT 12 José María Morelos	Química I	Nomenclatura	Ciencias Sociales y Administrativas
8	CECyT 12 José María Morelos	Química I	Nomenclatura	Ciencias Sociales y Administrativas

9	CECyT 5 Benito Juárez García	Química II	Fórmula mínima	Ciencias Sociales y Administrativas
10	CECyT 16 Hidalgo	Química IV	Alcanos, alquenos y alquinos	Interdisciplinaria
11	CECyT 17 León	Química I	Enlace químico	Interdisciplinaria
12	CET 1 Walter Cros Buchanan	Física III	Potencial eléctrico	Ingeniería y Ciencias Físico Matemáticas
13	CECyT 11 Wilfrido Massieu	Física IV	Campo magnético	Ingeniería y Ciencias Físico Matemáticas
14	CECyT 6 Miguel Othón de Mendizábal	Física I	Vectores y MRU	Ciencias Médico biológicas
15	CECyT 12 José María Morelos	Física II	Caída libre	Ciencias Sociales y Administrativas
16	CECyT 16 Hidalgo	Física II	Temperatura y teoría cinética de los gases	Interdisciplinaria
17	CECyT 16 Hidalgo	Física II	Calor y capacidad calorífica	Interdisciplinaria

Discusión de resultados

La discusión de resultados se enfoca en tres grandes aspectos: a) la construcción del CPC y su utilidad en descubrir cómo es la enseñanza de las ciencias experimentales en el bachillerato del IPN, b) la observación directa como herramienta para mejorar la práctica docente a partir de indicadores de mejora docente aquí sugeridos, y c) la retroalimentación docente y la práctica editorial que favorecen la innovación educativa en el aula.

CPC de física

Los profesores que imparten Física I, II, III y IV en el bachillerato del IPN, construyeron su práctica docente a partir del dominio disciplinar que tienen en los

temas que se abordaron, como el MRU, el MRUA, vectores, caída libre, el campo eléctrico, campo magnético, temperatura y calor. Para cada tema, era esencial proponer las ideas principales que conforman cada tema al impartirlo en el aula.

Ante el primer dominio (Propósito) de la Representación (ReCo) donde el profesor de Física se pregunta qué intenta enseñar a sus estudiantes y que logren aprender de los temas de MRU, MRUA, vectores, campo eléctrico y campo magnético, se encontró que para cada tema hay entre 3 y 4 ideas principales que tienen los profesores para impartir sus temas, es decir, para llegar al tema principal, saben qué temas previos se requieren exponer y la relación que guardan entre sí; esto implica que tienen experiencia docente, dominio disciplinar de la Física en el bachillerato y claridad en la relación que guardan estas ideas para lograr enseñar de estos temas: conceptos, definiciones, leyes, modelos matemáticos, manejo de algunas habilidades matemáticas; también implica conocer y tomar en cuenta al alumno que tienen en sus aulas, nos referimos a conocer el contexto como parte de la planeación didáctica que ayuda a enseñar de forma pertinente.

El profesor que enseña Física debe saber su materia (dominio disciplinar) y es un requisito para que la enseñanza de contenidos de esta ciencia sea garantía parcial del aprendizaje de los estudiantes. En esta investigación este dominio se logró por diversos motivos; en algunos casos porque el docente estudió la carrera de Física, en otros casos la formación docente y pedagógica favorecieron este dominio al no ser físicos de carrera (3 de los 6 profesores son físicos, 1 estudió la maestría en Física educativa y dos son ingenieros).

La intención docente es clara en la Representación (ReCo), pero no al momento de hacer la observación directa en el aula (RePyP); ninguno de los profesores hizo evidente esta intención a sus alumnos, más bien, quedó explícita cuando inician su clase, pero no hubo una verbalización de los profesores para que sus alumnos supieran lo que el profesor quería lograr con los temas a enseñar. Se omitió de forma evidente la intención del docente lo que quiere enseñar, y con ello olvidaron o no lo consideraron importante, preguntar a los alumnos qué les gustaría saber de los temas que se van a enseñar. Esta falta de comunicación en el inicio de una sesión determinó mucho de lo que se observó en el salón de clases o en el laboratorio. En los pocos casos donde sí se verbalizó el propósito, los profesores y los estudiantes vivieron muchos momentos de la clase con la emoción por enseñar y aprender.

Conclusiones

La pregunta fundamental de esta investigación fue indagar cómo enseñan Física y Química los profesores en el NMS del IPN. La respuesta hoy la tenemos acotada a un grupo, primero de seis profesores (tesis de maestría) y luego a trece profesores (tesis doctoral) mediante el conocimiento pedagógico de contenido (CPC), en sus

dos aspectos: la CoRe y los Repertorios, es decir, mediante una serie de entrevistas enfocadas en un tema de Física y Química, y a través de la observación de la práctica docente en el aula y laboratorio.

La clase magistral, la resolución de problemas, el trabajo colaborativo y el trabajo experimental (laboratorio) formaron una estrategia híbrida utilizada por los profesores para la enseñanza de la Física y la Química, con nulo uso de las TIC en el aula (aunque algunos profesores utilizaron Moodle, Kahoot, Thatquiz, entre otras, fuera del aula). La profundidad de los temas sucedió en algunos casos donde los estudiantes preguntaron más allá de lo tradicional. La clase que mostró un ambiente de “aprendizaje activo”, con participación activa de los estudiantes, fue aquella donde sucedió la interacción del docente y los estudiantes. Esta interacción docente-alumno se creó desde que el profesor hizo recuperación de conocimientos previos, mediante alguna estrategia que involucró a todo el grupo.

Durante la observación directa en el aula y laboratorio, surgieron siete aspectos de mejora docente que influyen favorablemente en los estudiantes para aprender y disfrutar de la Física y la Química: a) la recuperación de conocimientos previos, b) la interacción docente-estudiantes, c) las etapas de la secuencia didáctica, d) el conjunto de estrategias de enseñanza y de aprendizaje e) el uso de las TIC, f) la evaluación y g) el dominio disciplinar del tema. Estos aspectos de mejora docente incluidos en la práctica docente mostraron un mejor desempeño desde la visión de los profesores de esta investigación y podrían, en una siguiente investigación, convertirse en indicadores de innovación educativa en el aula, y al mismo tiempo un instrumento de evaluación de pares, ausente hoy en el bachillerato del IPN.

Bibliografía

Buitrago, A., Mejía, N., Hernández, R. (2013), La argumentación: de la retórica a la enseñanza de las ciencias. *Innovación educativa*, 13 (63):17-14.

Campanario, MJ. (2002). Asalto al castillo: ¿a qué esperamos para abordar en serio la formación didáctica de los profesores universitarios en ciencias? *Enseñanza de las ciencias*, 20 (2):215-325

Contreras, A. (2007). La enseñanza de la ciencia. *Laurus*, 13(25), 114-145.

Elizondo, A. (2006). El ámbito educativo y la política para el desarrollo de la ciencia, la tecnología y la innovación en México. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 11(3), 717-719.

Espeleta, J. (2004). Innovaciones educativas. Reflexiones sobre los contextos en su implementación. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 9(21), 403-424.

Estrada, M. (2014). Afiliación juvenil y desafiliación institucional. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 19(61), 431-453.

Farré, A. y Lorenzo, G. (2009). Conocimiento Pedagógico de Contenido: una definición desde la Química. *Educación en la Química*. 15 (2): 103-113

Fidalgo, A.(2012c). Indicadores Innovación Docente. <https://innovacioneducativa.wordpress.com/2012/10/22/indicadores-innovacion-docente/>. Consultado el 21 de abril de 2015.

Flores-Crespo, P. (2014). Ante la compleja problemática educativa, la innovación. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 19(61), 343-347

García, J. (2001). Supuestos epistemológicos que subyacen a la innovación educativa. *Revista Electrónica Actualidades Investigativas en Educación*, 1(1), 2-5.

Garriz, A. (2001). La educación de la química en México en el siglo XX. *Journal of the Mexican Chemical Society*, 45(3), 109-114

Garriz, A. y Trinidad-Velasco, R. (2004). El conocimiento pedagógico de contenido. *Educación Química*. 15(2): 1-6.

Garriz, A. y cols. (2013). Dificultades en el aprendizaje de acidez y basicidad y el conocimiento didáctico de contenidos. *IX Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias*, 107-112

Garriz, A. y Reyes, F. (2006). Conocimiento pedagógico del concepto de “reacción química” en profesores universitarios mexicanos. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*. 11 (13):1175-1205

Garriz, A. y Trinidad-Velasco, R. (2012). Creencias sobre la enseñanza de los profesores de Química del nivel medio superior. Tesis. UNAM.

Giordan, A. (1997). ¿Las ciencias y las técnicas en la cultura de los años 2000? *Kikiriki. Cooperación educativa*, 44-45: 33-34.

Gil, D., Carrascosa, J. y Martínez, F. (1999). El surgimiento de la didáctica de las ciencias como campo específico de conocimientos. *Revista Educación y Pedagogía*, XI (25): 15-65.

Guisasola, J. y cols. (2001). Formación continua del profesorado, investigación educativa e innovación en la enseñanza de las ciencias. *Revista Interuniversitaria de Formación de Profesorado*, 41, 207-222

Harada, E. (2009). Algunas aclaraciones sobre el “modelo” argumentativo de Toulmin. *Contactos*, 73, 45-56

Infante, Ch. (2014). Propuesta pedagógica para el uso de laboratorios virtuales como actividad complementaria en las asignaturas teórico prácticas. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 19(62), 917-937.

Jiménez, M. y Petrucci, D. (2004). La innovación sistémica: un análisis continuo de la práctica docente universitaria de ciencias. *Investigación en la escuela*, 52:79-89

Jiménez-Liso, M. y De Manuel, E. (2009). El regreso de la Química cotidiana: ¿regresión o innovación? *Enseñanza de las ciencias*, 27(2), 257-272.

Loughran, J., Mulhall, P. y Berry, A. (2004). In search of pedagogical content knowledge in science: developing ways of articulating and documenting professional practice. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(4), 370-391

Magnusson, S., Krajcik, J. y Borko, H. *Nature, sources and development of pedagogical content knowledge for science teaching*. J. Gess-Newsome, N.G. Lederman (Eds.), *Examining Pedagogical Content Knowledge: PCK and Science Education*, Kluwer, Academic Publishers, The Netherlands (1999), pp.95-132.

Park, S. y Oliver, S. (2008). Revisiting the conceptualisation of Pedagogical content knowledge (PCK): PCK as a conceptual tool to understand teachers as professionals. *Res. Sci. Educ.* 38:261-284

Paosawatyanong, B., y Wattanakasiwich, P. (2010). Implication of physics active-learning in Asia. *Lat.Am.J.Phys.Educ.*4 (3): 501-505

Perales, F.J. (1998). La formación del profesorado universitario en Didáctica de las Ciencias Experimentales. Desde el inmovilismo a la búsqueda de alternativas. *Revista de Educación de la Universidad de Granada*, 11:345-354

Petriella, R. y Valzacchi, A. (2011). Socializando con la Química: una experiencia educativa entre la teoría y la práctica. *Química viva*, 10 (3), 243-252.

Shulman, L.S. (1986). Those who understand: knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15, 4-11.

Simpson, R., Koballa, J, Oliver, J. y Crawley, F. (1994). Research on the affective domain dimension of science learning. *Handbook of Research on Science Teaching and Learning*, pp.211-234.

Toulmin, S. (2007). *Los usos de la Argumentación*. Barcelona: Península.

Yager, R. y Penick, J. (1983). Analysis of the current problems with school science in the USA. *European Journal of Science Education*, 5: 463-459.

Análisis interpretativo de aprendizajes virtuales de los principios químicos en jóvenes bachilleres del estado de Oaxaca México

Rasilla Cano Margarita¹, Escobar Duran Germán²
mrasilla@ipn.mx

Resumen

La investigación acción, es una fuente de conocimiento esencial cuando estamos actuando en un contexto desconocido, incierto, dinámico, que nos tomó de sorpresa, como lo es la pandemia COVID-19. La toma de decisiones en el proceso formativo de los estudiantes de Bachillerato en los dos últimos semestres (2020-A) y (2020-B), ha carecido de la información real que el docente requiere para sus planeaciones inmediata y futuras, es por eso por lo que pretendemos compartir los resultados de la exploración realizada a la comunidad del primer semestre de tres planteles de la región del Istmo de Tehuantepec del subsistema del Colegio de Bachilleres en el Estado de Oaxaca (COBAO); dirigidos a caracterizar los ambientes de aprendizajes referentes a los principios básicos de la química, a través del campus virtual, considerando los siguientes aspectos: conceptualización de los fundamentos de la química, la influencia del acompañamiento docente-alumno, la socialización con la comunidad escolar y la relación con la institución educativa, la situación de la calidad en la conectividad, sus implicaciones económicas y de aprendizaje. Los resultados obtenidos, desde la visión de los aprendices, se correlacionaron con la visión de los enseñantes, aun son resultados parciales, sin embargo, ha permitido tomar decisiones como docentes, sobre la planeación del semestre 2021-A, y dio elementos para repensar la práctica docente sobre el desarrollo de habilidades tecnológicas, así como el impacto del diseño didáctico para ambientes virtuales de aprendizaje.

Palabras clave

Contexto virtual de aprendizaje, bachillerato general, fundamentos de la química, contextos marginados.

¹ Academia de Educación. Centro interdisciplinario de investigación para el Desarrollo Integral Regional unidad Oaxaca, del Instituto Politécnico Nacional. Oaxaca, México

² Colegio de Bachillerato de Oaxaca plantel #60.

Introducción

Estamos en pandemia de COVID 19, hace 11 meses que vivimos una situación inesperada, que nunca imaginamos y por la que no nos preparamos, el futuro nos alcanzó de un solo golpe y seguimos enseñando. Nuestra experiencia docente se limita, antes de la pandemia, a la veterana operatividad curricular, bien definida y establecida en tiempo y espacio; comunicándonos cara a cara, sin mayor intermediación que la voluntad; con materiales, instalaciones, usos y costumbres estáticos. Pero la pandemia nos sacó de la rutina y estamos en una constante redefinición de camino, por lo que es necesario saber en qué condiciones estamos enseñando; cómo lo estamos haciendo y qué requerimos para propiciar el aprendizaje del alumno, saber si lo que estamos haciendo es pertinente.

Antes de aventurarnos en una investigación tan ambiciosa, iniciamos por caracterizar la realidad de los estudiantes y de los maestros, por lo que usamos el análisis interpretativo de los resultados de la caracterización de los contextos de los espacios de encuentro de docentes y estudiantes, en un primer momento, que está expuesto en este documento, para continuar con la investigación durante el tiempo que dure la pandemia y su implicación en las nuevas formas de escolarización que imponga el Estado.

Al intentar establecer el marco teórico referencial, debemos remontarnos a la concepción de la educación como un constructo social que le permita potencializar el talento humano, para mejorar las condiciones de vida y las de su entorno cercano, propiciando así una evolución social en un marco ético de armonía. Confiamos entonces que los actores educativos, se mueven en ese marco ético y tienen la misma meta, aunque sus procesos sean diferentes. No ignoramos el contexto socioeconómico y educativo real de todos los actores escolares, los procesos de relaciones humanas ausentes en esta pandemia y la reestructuración del proceso de aprender y de enseñar, con todo lo que conlleva. Acotando el alcance de esta investigación, nos limitaremos a establecer indicadores referentes a la socialización entre la comunidad escolar, accesibilidad a las vías de comunicación y la didáctica en ambientes virtuales de aprendizaje, pretendiendo, nos permitan caracterizar la operatividad del proceso enseñanza aprendizaje de los fundamentos de la química que es parte del curriculum de la formación media superior. Centramos la indagación en el subsistema del Colegio de Bachilleres del Estado de Oaxaca (COBAO) plantel 60 San Blas Atempa, en la región del Istmo de Tehuantepec.

La investigación acción es el eje principal del trabajo en su totalidad, mostraremos aquí los instrumentos diseñados, los resultados y análisis interpretativo de la realidad, desde la posición de un actor inmerso en el mismo contexto y una visión externa. Las conclusiones dan sustento a planeaciones de actuaciones inmediatas para la pertinencia de la práctica docente.

Marco Teórico

En el contexto de la escolarización para la educación de masas, en manos del Estado, se limita al docente a operar en las condiciones que establece el currículum oficial y solo encuentra oposición por una minoría, de docentes reflexivos (Kemmis, 1993); sin embargo, las condiciones de emergencia sanitaria actuales han dado a las docentes ciertas libertades, ya que la pandemia de COVID 19 ha cambiado el contexto en el que se desarrolla el proceso enseñanza-aprendizaje, al no coincidir en tiempo y espacio los docentes y los responsables de la gestión curricular, el control, como consecuencia de las relaciones de poder inevitables (Foucault, 2005), ha encontrado limitaciones y los docentes han tomado decisiones sustentadas en múltiples situaciones de diversas índoles. Desde la continuidad del proceso enseñanza aprendizaje, la modalidad (incluyendo la presencial limitada), la selección de los contenidos programados, el discurso de comunicación y la disposición de recursos propios para garantizar los dispositivos, continuidad y colaboración con los aprendices y con los diferentes actores del desarrollo del currículum, entendido como un proceso dinámico que incluye el diseño, la operatividad y la evaluación curricular.

Es casi intuitivo que la operatividad curricular está plagada de acciones que dejan al descubierto al currículum nulo, entendido como aquello no enseñado, o que siendo parte del currículum no tienen aplicabilidad ni utilidad aparente, puede ser considerado como actividades de relleno, manifestándose todas sus modalidades (Arrieta, 2001) como: evaluación inadecuada, desmotivación docente, por falta de preparación del docente, desfase del conocimiento con respecto a los conocimientos previos del alumno, fallas metodológicas en la educación en línea, exceso de ayudas audiovisuales, por superficialidad del lenguaje y abordaje de temas, por seguir enseñando como lo hacía en la salón de clase y por falta de coordinación entre las diferentes disciplinas y sobre todo las limitantes de conectividad de los actores del proceso en cualquier nivel educativo, el que nos ocupa, integra a actores adolescentes que están limitados en espacio y recursos para consolidar su preparación media superior.

La Educación Media Superior (EMS) es un espacio para formar personas con conocimientos y habilidades que les permitan desarrollarse en sus estudios superiores o en el trabajo y, de forma más amplia, en la vida. Asimismo, los jóvenes adquieren actitudes y valores que tienen un impacto positivo en su comunidad y en la sociedad. Las opciones de los mapas curriculares de la EMS en México responden a diversos orígenes y contextos. Aunque con objetivos concurrentes, la EMS se caracteriza por su diversidad. Según la Clasificación Internacional Normalizada de la Educación (ISCED, por sus siglas en inglés), la Educación Media Superior tiene como objetivos consolidar la educación secundaria como preparación

a la educación terciaria y/o proporcionar destrezas adecuadas para ingresar al mundo laboral. En ese sentido, la EMS se caracteriza por realizar un tipo de instrucción más diversificada y especializada y por un espectro más amplio de opciones dentro los propios contenidos. (SEP, 2008).

Desde la Reforma integral para la Educación Media Superior, la formación de adolescentes fue dirigida de manera estandarizada desde el Estado a través de la Secretaría de Educación Pública, sin hacer hincapié en las condiciones particulares de cultura escolar y social, lo anterior estableció una lista de competencias general y particulares, que se han tomada de referencia para el diseño de esta investigación (SEP, 2008). Toma mayor relevancia las competencias establecidas a desarrollar a través del aprendizaje de las ciencias experimentales en situación de pandemia (Robles, 2020). Sin duda las habilidades docentes en el diseño de estrategias didácticas que permitan construir conocimiento, a pesar de las nuevas condiciones, deben estar permeadas por la empatía (Díez de la Cortina, 2020) y el acompañamiento del alumno (Batlle, 2009). Esto se acentúa cuando el contexto esta caracterizado por la marginación y pobreza extrema, como es el caso de la vecindad del plantel 60 San Blas Atempa del COBAO, en el Estado de Oaxaca (Escobar, 2016; INEGI, 2020).

Metodología

Las condiciones actuales, de distanciamiento y riesgo sanitario, nos han llevado a limitar nuestra acción investigativa al campus virtual con limitantes, razón por la que las entrevistas y la observación participativa en campo, se han suplido por preguntas abiertas en instrumentos tipo test socializadas a través de sistemas electrónicos y se ha analizado críticamente la experiencia personal de uno de los autores como fuente de información real. Así que, siendo esta una investigación exploratoria centrada en la práctica docente con participación (Eliot, 1990), se analizan de manera cualitativa los hechos, sobre resultados cuantitativos.

Los referentes considerados para establecer las líneas de indagación son el resultado del cruce de las competencias genéricas y las específicas para ciencias experimentales declaradas en los materiales para la Reforma (SEP, 2008) y los siguientes indicadores: conceptualización de los fundamentos de la química, la influencia del acompañamiento docente-alumno, la socialización con la comunidad escolar y la relación con la institución educativa, la situación de la calidad en la conectividad, sus implicaciones económicas y de aprendizaje.

La selección de indicadores en relación con las competencias fue a cargo de los autores del trabajo basados en la experiencia de la practica actual y en trabajos previos (Escobar 2016, Rasilla 2018).

Sobre la base de este análisis se elaboraron dos cuestionarios, con preguntas de varias opciones y preguntas abiertas, uno dirigido a docentes y otro a estudiantes, El cuestionario fue aplicado a estudiantes del segundo semestre del Colegio de Bachilleres del Estado de Oaxaca plantel 60 San Blas Atempa, ubicado en el Municipio de San Blas Atempa, en la Región del Istmo de Tehuantepec Oaxaca, respondiendo un total de 41 estudiantes, de los cuales 22 son mujeres y 19 hombres, entre los 15 a 17 años. Se realizaron un total de 5 cuestionarios a docentes del área de química.

Los instrumentos diseñados fueron validados por docentes de tres instituciones diferentes y por una experta, así como a través de una prueba piloto en una población ajena a la comunidad objetivo; en el caso de los estudiantes, se circuló entre educandos de bachillerato de dos instituciones ajenas al COBAO.

Resultados

El análisis de resultados se realizó tomando de referencia una matriz de doble entrada, en donde se establecieron los criterios a considerar, y la estructuración de cada pregunta para cada actor. Sobre esta base, y con una matriz de analisis interpretativos se correlacionaron los resultados de los alumnos con los de los maestros.

Tabla I. Matriz (fracción) de referencia para el diseño de instrumentos y análisis de resultados sobre la caracterización de la situación real de la practica educativa con referencia a los principios de la química.

COMPETENCIAS GENERICAS	A. Acompañamien to Docente- Alumno	B. Principio s Básicos de la Química	C. Relación con la Institució n Educativ a	D.- Conectivida d	E.- Socializació n con la Comunidad Escolar	F.- Habilidades Tecnológica s
1. Se autodetermina y cuida de sí						
2. Se expresa y comunica					X	
3. Piensa crítica y reflexivament e		X				

4. Aprende de forma autónoma		X		X		
5. Trabaja en forma colaborativa						X
6. Participa con responsabilidad en la sociedad			X		X	
7. COMPETENCIAS DISCIPLINARES (C. EXPERIMENTALES)						
8. Establece la interrelación entre la ciencia, la tecnología, la sociedad y el ambiente en contextos históricos y sociales específicos.		X		X		X
9. -Fundamenta opiniones sobre los impactos de la ciencia y la tecnología en su vida cotidiana, asumiendo consideraciones éticas.		X				X
10. -Identifica problemas, formula preguntas de carácter científico y plantea las hipótesis necesarias para responderlas.		X				
11. -Obtiene, registra y sistematiza la información para responder a preguntas de carácter científico, consultando fuentes relevantes y realizando experimentos pertinentes.	X			X		X

Cuestionario para docente
Relación con la Institución Educativa/ Socialización con la Comunidad Escolar

1.- ¿Qué actividades escolares está realizando durante la pandemia? (más de una opción) *

- Clases en línea
- Clases a distancia
- Tutorías
- Reuniones no académicas con los estudiantes
- Reuniones no académicas con compañeros de mi institución escolar
- Evaluaciones (varias)
- Reuniones virtuales con mis pares académicos de la misma asignatura
- Reuniones virtuales con mis pares académicos del mismo semestre
- Reuniones virtuales con todos los docentes de mi institución
- Reuniones de seguimiento de proyectos educativos (diseño de exámenes, investigación educativa, diseño didáctico)
- Reuniones informativas de los directivos de mi institución

Cuestionario para docente

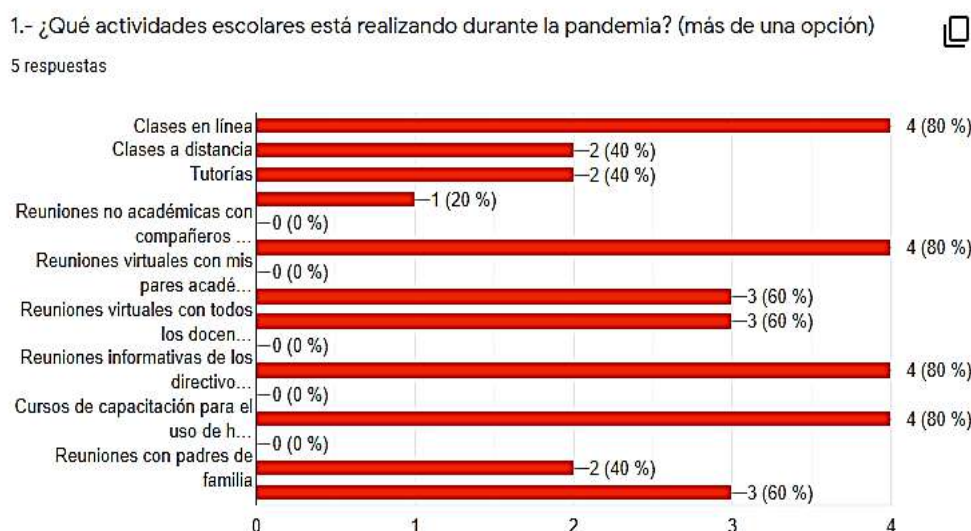


Fig. 1. Ejemplo de pregunta del cuestionario de docentes y resultados obtenidos. Tomada del cuestionario en línea realizado a través de Google Forms.

De acuerdo con los datos recabados con los docentes del área de química y comparados con los resultados en la indagación a los estudiantes, se observaron las siguientes situaciones académicas; con respecto a la:

Relación con la institución educativa/socialización con la comunidad escolar: no existe una buena comunicación entre los estudiantes y los docentes, están abandonados, el docente no está cumpliendo con la tutoría como actividad obligatoria de su práctica docente, no hay comunicación no académica con los estudiantes, por lo tanto, su relación personal fuera del aspecto académico es nula, existe poca socialización entre los docentes, la comunicación es limitada entre pares docentes. Las reuniones se han centrado más en asuntos administrativos, sindicales y no en cuestiones académicas, los proyectos educativos se han detenido por la pandemia de COVID-19. En este nivel educativo las reuniones con padres de familia son parte de las actividades de la práctica docente, las reuniones se han detenido parcialmente en función de la disposición del docente ante la pandemia.

Habilidades tecnológicas / Conectividad: Se abandonó la formación en didáctica, enfocándose en herramientas digitales, dejando fuera la formación de estrategias didácticas en ambientes virtuales, indispensable, falta de apoyo para el desarrollo de habilidades educativas, tecnológicas. En el uso de plataformas es unidireccional (solo utilizan la más común), se ve muy poca apertura a usar otra, suponemos que se debe al poco conocimiento de otras plataformas, falta la habilidad para usar otros navegadores o se encuentran en su estado de confort. Demuestran cierto conocimiento (saber conocer) de las herramientas tecnológicas.

El uso del WhatsApp pasó de ser una herramienta de comunicación social a una herramienta educativa, así como Facebook, Messenger, y el e-mail para intercambio de información académica con los estudiantes.

Las aplicaciones de reuniones virtuales son utilizadas para sustituir la presencialidad y la sincronía del encuentro docente-estudiante. Los medios de fuentes de información en formato audiovisual son poco frecuentes y el uso directo a través del teléfono no es frecuente.

Experiencia en ambientes de aprendizajes virtuales / diseño didáctico: El uso de las plataformas académicas ha sido mínimo, el COBAO aunque asignó y capacitó al personal docente y habilitó los contenidos esenciales, se detectó errores en el servidor de la página, lo cual ocasionó que no se utilizara de una forma efectiva. Los materiales electrónicos (libros), están sustituyendo a los impresos como fuentes de consulta, pero la realización de algunos ejercicios vistos en clases es a través de una guía de aprendizaje impresa (de autoría del COBAO).

Así mismo las herramientas didácticas virtuales innovadoras no están siendo utilizadas, detectando un nicho de oportunidad para la capacitación docente. La

didáctica se complementa con materiales que fomentan el aprendizaje dirigido y al autoaprendizaje, esto demuestra que no se está dando un acompañamiento personalizado a los estudiantes, dejándolos solos durante su proceso de aprendizaje en un ambiente de aislamiento y pandemia.

15.-Durante la segunda ola de contagios de COVID 19 en México, la demanda de Oxígeno grado medico se ha incrementado de manera exponencial. La disponibilidad de este gas es escasa, generando una situación de vida o muerte para los enfermos. Las autoridades médicas no han sugerido que este gas sea sustituido por otro elemento de la misma familia química. ¿Cuál es la razón? (Selecciona una solo una opción)

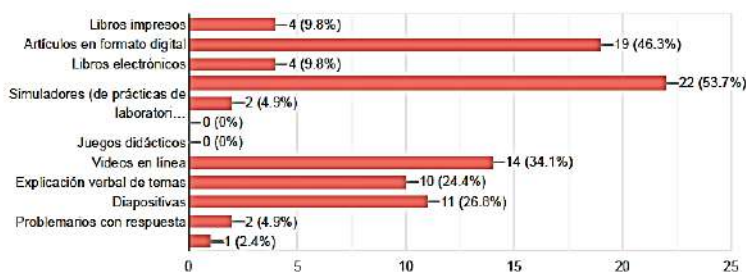
41 responses



25/2/2021 ANALISIS INTERPRETATIVO DE APRENDIZAJES VIRTUALES DE LOS PRINCIPIOS QUÍMICOS EN JOVENES BACHILLERES DEL ESTADO DE OAXACA MÉXICO - Google Forms

12.- ¿Del material usado por el docente, cual fue de mayor utilidad para tu aprendizaje?

41 responses



13.-La química como una asignatura de mi formación en el nivel medio superior, la considero:

41 responses



Fig. 2: Ejemplo de preguntas del cuestionario de alumnos y resultados obtenidos. Tomada del cuestionario en línea realizado a través de Google Forms.

Se declaran motivados, pero requieren desarrollar habilidades tecnológicas, además de que expresan la necesidad de formación en manejo de estrategias didácticas innovadoras, es importante resaltar que los sistemas de evaluación del aprendizaje en línea no son del interés de todos, por lo que suponemos que la evaluación sigue siendo tradicional (aplicación de examen), así como la evaluación de la pertinencia de las estrategias diseñadas o solo usadas por el docente, tampoco son de su interés.

Los resultados hasta este momento solo son parciales, estamos obteniendo más información que seguramente nos dará pautas para identificar el desarrollo de la práctica docente en tiempos de pandemia y nos permita tomar las decisiones adecuadas para conducirnos hacia un aprendizaje en modalidad híbrida.

Conclusiones

Nuestros resultados muestran que los docentes en su mayoría manifiestan estar en condiciones aptas para las clases en línea, sin embargo, al ser analizadas con respecto a las consideraciones de los alumnos, son evidentes las limitaciones en habilidades tecnológicas y en la formación en diseño de estrategias didácticas en esta modalidad. Este trabajo muestra evidencias que el alcance de su labor está limitado por factores de conectividad, medios y métodos de comunicación, conflictos personales, acompañamiento institucional, acceso a materiales pertinentes para el contexto de sus estudiantes, entre otros, y que, aunque se han adaptado al trabajo no presencial, el aprendizaje real dista de estar cercano al esperado.

Se han identificado varios indicios de currículum nulo hasta este momento de la investigación, seguramente tendremos la oportunidad de puntualizar las modalidades presentes a medida que avance la investigación. Con seguridad el regreso a clases presenciales, en su momento, no será lo mismo, esperamos que las clases virtuales no sean eliminadas del todo y se adopte un modelo híbrido que sea incluyente.

Referencias

- Arrieta de Meza, B. M., y Cepeda, R. D. M. (2001). El currículum nulo y sus diferentes modalidades. *Revista Iberoamericana de Educación*, 25(1), 1-9
- Battle R-M.F.A. (2009). Acompañamiento docente como herramienta de construcción. REDHECS. (Nº.8, 2010) 102-110. Recuperado en 28 de enero de 2021 de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=316802pv/2020/>

COBAO (2020) Marco normativo del Colegio de Bachilleres del Estado de Oaxaca. Recuperado de: <http://www.cobao.edu.mx/cobao/marco-normativo/leyes/>

Díez de la Cortina, S. (21/04/2020). Enseñar en tiempos de pandemia. Recuperado en fecha 12-06-2020 desde:

<https://www.educaweb.com/noticia/2020/04/21/ensenar-tiempos-pandemia-19145/>.

Eliot, J. (1990). La investigación-acción en educación. Ediciones Morata.

Escobar Durán G. (2016) Leyes ponderales de la materia centradas en alteraciones climáticas ocasionadas por la actividad humana. Diseño de una unidad de aprendizaje para estudiantes del Colegio de Bachilleres del Estado de Oaxaca. (Tesis de maestría no publicada). Universidad La Salle Oaxaca.

Foucault, M. (2005). Vigilar y castigar. Distrito Federal México: Siglo XXI Editores Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. (2020) Censo de población y vivienda 2020. INEGI. Recuperado de: <https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2020/>

Kemmis, S. (1993), El curriculum: más allá de la teoría de la reproducción. Madrid, España: Editorial Morata, Cap. IV. TEORÍAS DEL CURRÍCULUM Y REPRODUCCIÓN SOCIAL, p.p.95–111

Rasilla Cano M. (2018). *Elementos para la docencia multidisciplinaria*. Derechos de autor: Número de Registro 03-2018-032010335900-01. ISBN-13: 978-84-17211-86-8. Versión electrónica Disponible en: <https://www.eumed.net/libros/1734/index.html>. ISBN: 970-9710-50-2

Robles Haro, César. (2020). La enseñanza de la química a distancia en el CCH, entre el sitio y la pandemia. Educación Química, número especial. DOI: <http://dx.doi.org/10.22201/fq.18708404e.2020.5.77113>.

Secretaría de Educación Pública. (2008) Competencias genéricas que expresan el perfil del egresado de la educación media superior. (SEP) Recuperado de: <https://www.uv.mx/dgdaie/files/2013/09/Competencias-Genericas.pdf>.

Vialart Vidal, M. (2020). Estrategias didácticas para la virtualización del proceso enseñanza aprendizaje en tiempos de COVID-19. Educación Médica Superior, 34(3). Recuperado de <http://www.ems.sld.cu/index.php/ems/article/view/2594/1057>

Ecuaciones diferenciales con sentido, a través del uso de tecnología.

Dra. Irma Patricia Flores Allier
ipflores@ipn.com

Resumen

Este trabajo muestra cómo el aprendizaje de las ecuaciones diferenciales puede ser desarrollado a través del uso de la tecnología y la implementación del primer bloque del modelo MODIMACO de la teoría de la Matemática en el Contexto de las Ciencias. Adicionalmente, la calculadora TI N-Spire CX CA y algunas aplicaciones de la plataforma Teams formaron parte de la herramienta tecnológica. Se trabajó con alumnos de las tres carreras de la ESIQIE.

Introducción

El impacto de la globalización y la revolución industrial en la educación, en específico en el nivel superior, va más allá de la incorporación y uso de la tecnología, pues implica además investigar qué formación requiere el futuro profesionalista para enfrentar un mundo nuevo y globalizado. Se debe de tener una visión integral y con sentido para el estudiante. Por ello, es necesario replantear el proceso de enseñanza-aprendizaje desde la teoría, metodología y didáctica en las disciplinas exactas, más aún donde la matemática soporta y es la disciplina eje del proceso logístico – cognitivo (Flores, 2014).

Hoy en día, y bajo las atípicas condiciones del 2020 debido a la pandemia, se ha transformado la forma de aprender. Sin embargo, es evidente que nuevas áreas de oportunidades que antes no existían ahora son parte de nuestra vida cotidiana, desde las relaciones personales, las profesionales, de entretenimiento, investigación, desarrollo e innegablemente las educativas. En las últimas décadas el uso de nueva tecnología como plataformas educativas (Edmodo, Teams, Classroom, Moodle), software, simuladores, y recientemente las calculadoras especializadas y sus complementos (sensores, hubs, etc.) han complementado y dado un giro más versátil, de visualización y comprensión en este proceso (Mauri y Onrubia, 2008; Flores *et al*, 2020a).

Marco teórico

Uso de la tecnología

Algunos estudios muestran que el alumno que utiliza tecnología en su proceso de enseñanza-aprendizaje tiene más tiempo para explorar, descubrir, entender y aplicar conceptos y llegar a la resolución de problemas, elevando así el nivel de abstracción y pensamiento (Martínez, 1996; Ramírez y Wayland, 1996; y De Faria, 2000). Duval por su parte asegura que articular diferentes representaciones semióticas ayuda a visualizar los objetos matemáticos para una mejor comprensión a través de tres actividades inherentes: formación, tratamiento y conversión (Duval, 1992). En este sentido, la calculadora y Texas Instruments TI N- Spire CX CAS permiten articular de forma fácil, rápida y simultánea las representaciones analítica, gráfica y numérica de un objeto matemático como se observa en la Figura 1.

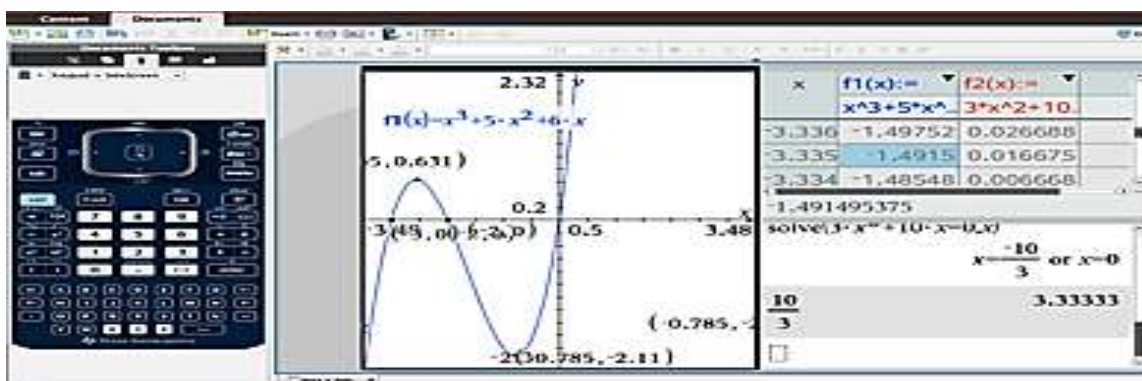


Fig. 1 Diferentes representaciones semióticas del concepto de máximos y mínimos. Fuente: Elaboración propia.

El uso de diferentes sensores para recolectar, registrar, graficar y manipular una o varias variables en tiempo real de eventos experimentales, hace de este dispositivo una herramienta innovadora, motivadora y novedosa para que el alumno aprenda, analice y comprenda conceptos de las diferentes áreas del conocimiento fundamentados en la matemática (Texas Instruments, 2020).

Teoría de la Matemática en Contexto

Se requiere reflexionar sobre la vinculación existente entre la matemática y las ciencias que la requieren, como se observa en la teoría de la Matemática en Contexto de las Ciencias (MCC), en la cual se busca utilizar eventos contextualizados cercanos, actuales y reales donde el alumno puede aplicar su

acervo cognitivo, destrezas y competencias adquiridas en situaciones que le den sentido de pertenencia, eficacia y eficiencia (Camarena, 2008).

En la fase didáctica, el modelo didáctico de la matemática en contexto (MODIMACO) está formado por tres bloques que apoyan la formación integral del estudiante y el desarrollo de competencias en el contexto de la ingeniería, (Camarena, 1987).

1. En clase, usar la estrategia didáctica del contexto.
2. Implementar cursos extracurriculares.
3. Implementar un taller integral e interdisciplinario.

En esta fase didáctica de la MCC la estrategia didáctica para el ambiente de aprendizaje se rige por dos ejes que son: la contextualización y la descontextualización (Camarena 2006; Flores *et al*, 2012); el eje de la descontextualización trabaja con una planeación didáctica específica que se traduce por parte del docente en el diseño de estrategias guiadas tomando en cuenta la modelación matemática y actividades específicas como: tránsito entre los diferentes registros de representación (Duval, 1999); tránsito del lenguaje natural al matemático y viceversa (Olazábal 2005; Olazábal y Camarena, 2003) y uso de la tecnología como mediadora en el aprendizaje (Calderón *et al.*, 2002; García, 2003; Flores *et al.*, 2020a).

Metodología

El estudio se desarrolló en la Escuela Superior de Ingeniería Química e Industrias Extractivas (ESIQIE) del Instituto Politécnico Nacional (IPN). Se trabajó con estudiantes de tercer y cuarto semestre de las carreras de Ingeniería Química para la unidad de aprendizaje de Ecuaciones Diferenciales Aplicadas (EDA).

Basado en los estudios de Flores *et al.*(2020b) se analizó la percepción y uso de las tecnologías de la informática y la comunicación y la tecnología digital en el proceso de aprendizaje de los alumnos universitarios de la ESIQIE.

Posteriormente, se implementó el uso de la tecnología digital al estudio de las ecuaciones diferenciales bajo una visión integral metodológica, guiada por la teoría de la MCC que involucró los aspectos cognitivos, psicológicos, afectivos y motivacionales de los estudiantes; la epistemología del contenido a aprender y la didáctica empleada. Se trabajó con el primer bloque del modelo didáctico MODIMACO “Uso de estrategia didáctica del contexto, en el aula”. La estrategia consistió en presentar al estudiante una matemática interdisciplinaria que involucró asignaturas y unidades de aprendizaje horizontales y verticales contenidos en el plan de estudio de la carrera de Ingeniería Química. Se involucraron áreas del

conocimiento de su futura profesión en estudio, con actividades de la vida cotidiana y generando analogías con actividades profesionales y laborales, enfatizando la vinculación con otras asignaturas utilizando eventos contextualizados a través de problemas. Se promovieron funciones motivadoras, de construcción de conocimientos y evaluación, para introducir conceptos nuevos. Se trabajó con dos momentos metodológicos: la fase de inducción y la fase de vinculación.

Fase de inducción

Se diseñaron las actividades de las estrategias didácticas guiadas por los elementos propuestos por el modelo MODIMACO para el tema de aplicaciones de las ecuaciones diferenciales. Se trabajó con la aplicación de “Enfriamiento de Newton”, se diseñaron actividades didácticas que atendieran la fase epistemológica del tránsito entre el lenguaje cotidiano y el matemático, la consideración de conocimientos previos y el reconocimiento de obstáculos. La Tabla 1 muestra las actividades didácticas utilizadas en el proceso de transformación de descontextualización del evento para la Ley de Enfriamiento de Newton. La Tabla 2 muestra las actividades usando la calculadora Texas NSpire CX CAS.

Fase de Vinculación

En la segunda fase se comprobó en tiempo real el comportamiento de decremento de la temperatura a través del tiempo a diferentes condiciones. Se conectó el sensor de temperatura a la calculadora TI- NSpire CX CAS, lo que permitió observar la similitud entre lo analizado analítica y experimentalmente en el aula, Figura 2.





Fig. 2. Utilización del sensor de temperatura para la Calculadora TI- NSpire CX CAS I para determinar el enfriamiento de sustancias.

Tabla 1. Actividades de las estrategias didácticas (eje de descontextualización).

Elemento de la actividad didáctica	Actividad didáctica	Evidencia de la actividad didáctica (afirmaciones del alumno y/o uso de tecnología)
Tránsito del lenguaje natural al lenguaje matemático y viceversa	1) Enlistar ideas, creencias, elementos de metacognición relacionados con el evento de descenso y enfriamiento. 2) Interpretar de la Ley o modelo matemático enunciado.	1) Descenso equivale a la disminución de algo a través del tiempo. La temperatura disminuye conforme pasa el tiempo. 2) La temperatura de la sustancia es la variable dependiente (eje y) y al tiempo la variable independiente (eje x). Si es directamente proporcional significa que debe haber una constante de proporcionalidad y que lo que cambia multiplica a la constante. Eso de la diferencia de temperaturas lo podemos escribir como una resta.
Consideración de que el conocimiento se presenta en espiral	1) Repasar conocimientos ya adquiridos. Se recuerda y reconoce la relación de conceptos previos como razón de cambio, se enfatiza en el tipo de variables y su comportamiento. 2) Solicitar ejemplos de eventos que cambian a través del tiempo. Reflexionar sobre el comportamiento matemático del evento ¿Es LINEAL el comportamiento del evento, o cuál es ese comportamiento y por qué?	1) Las variables dependientes las graficamos en el eje de las “y”, también son las salidas y están en función de la independiente que se grafican en el eje de las “x” o estradas. 2) Ejemplos son como ha cambiado mi estatura, el cambio del dólar, la rapidez con que se están dando los contagiados de COVID, con respecto al tiempo. No tiene un comportamiento lineal, porque yo no sigo aumentando mi estatura como cuando niño, cada vez es menos y ya no crezco.
Identificación de nociones previas	1) Enlistar conceptos matemáticos ya conocidos, que describan el evento.	1) El decrecimiento o crecimiento está relacionado con: razón de cambio, derivada, límite, recta tangente a la curva. = rapidez a la cual cambia la temperatura

Tabla 2. Actividades de las estrategias didácticas (eje de contextualización).

Elemento de la actividad didáctica	Actividad didáctica	Evidencia de la actividad didáctica (afirmaciones del alumno y/o uso de tecnología)
<p>Resolución de eventos descontextualizados</p>	<p>1) Identificar el modelo matemático a utilizar para resolver el modelo matemático</p> <p>2) Reconocer información explícita, implícita, condiciones e incógnita.</p>	<p>1) Se resuelve por el método de variables separables</p> <p>2) Información implícita. Es un evento de valor inicial con condiciones iniciales.</p> <p>Información explícita</p> <p>$T_0 = 90\text{ }^{\circ}\text{C}$ $t_0 = 0, \text{ min}$ $T_1 = 70\text{ }^{\circ}\text{C}$ $t_1 = 15, \text{ min}$ $T_2 = \text{?????}$ $t_2 = 20, \text{ min}$ Ambiente = 20°C es una Constante</p> 
<p>Construcción de modelo matemático</p>	<p>1) Reconocer elementos matemáticos, constantes, relaciones, operaciones matemáticas, proporcionalidades, variables, enfatizando los tipos (variable dependiente y variable independiente).</p>	<p>1) La razón de cambio de la temperatura de la sustancia con respecto del tiempo es $\frac{dT}{dt}$</p> <p>Si es directamente proporcional significa que debe haber una constante de proporcionalidad y que lo que cambia multiplica a la constante.</p> $\frac{dT}{dt} = K$ <p>Eso de la diferencia de temperaturas lo podemos escribir como una resta de la temperatura de la sustancia y la del ambiente</p> $\frac{dT}{dt} = K(T - T_{\text{ambiente}})$
<p>Tránsito entre los diferentes registros de representación</p>	<p>1) Reconocer variables involucradas en el proceso.</p> <p>2) Bosquejar y/o reconocer el comportamiento gráfico y tabular para un evento de descenso con ayuda de la tecnología.</p>	<p>1) Variable dependiente temperatura [T], Variable independiente tiempo [t]</p> <p>2)</p> 

Identificación de obstáculos	1) Reconocimiento de obstáculos didácticos y cognitivos.	1) Necesitamos conocimientos de Álgebra, Cálculo integral y diferencial, Química de soluciones y Balance. Y manejar una calculadora.
	2) Se reconoce y da importancia a los conocimientos matemáticos previos que se requieren y se reflexiona sobre la vinculación con otras asignaturas	2) Las asignaturas con las que se relaciona es con Calorimetría (conductividad térmica y conductividad iónica), Secado (Comportamiento de secadores a través de aire caliente, variación de humedad), Química de soluciones (activación, sales iónicas solubles)

Análisis finales

Después de aplicadas las actividades de las estrategias de aprendizaje diseñadas se recopilaron las experiencias de los alumnos a través de la última reflexión colectiva. Adicionalmente, se seleccionaron diez indicadores basados en los trabajos de Gilbert y Camarena (2010), que se aplicaron para conocer la motivación durante y después de la implementación del modelo de la didáctica de la Matemática en Contexto MODIMACO y el uso de la tecnología TI- NSpire CX CAS Ver Tabla 3.

Tabla 3. Indicadores de la motivación.

Número de Indicador	Indicador	Momento Durante	Momento Después
1	Si no se rinde ante el reto (I)	210	244
2	Si continua con el propósito (I)	214	232
3	Si mantiene el interés (I)	249	254
4	Si se esfuerza y se compromete (I)	225	234
5	Si surge el deseo de crear condiciones (I)	210	245
6	Si el interés es por lo novedoso (E)	240	213
7	Si demuestra orgullo (I)	238	245
8	Si aprende de un estímulo (E)	264	251
9	Si no se rinde al aumentar el estímulo (I)	237	251
10	Si los efectos del estímulo no son motivadores (E)	230	180

En general, se aprecia un incremento en los indicadores de la motivación intrínseca del momento *durante* al momento *después*, situación inversa en el caso de los indicadores extrínsecos. Lo que indica que los alumnos dejan de ver a la estrategia didáctica como algo novedoso, para ellos ya es más importante aprender a resolver eventos contextualizados utilizando la estrategia didáctica del modelo MODIMACO junto con la tecnología. Se observa que se mantiene el interés en el conocimiento matemático a través de la estrategia didáctica, pasando de un factor numérico de 210 a 244 unidades, y la continuidad por mantener el propósito original de aprender con la estrategia también aumenta de 214 a 234 unidades.

Aquí, todas las actividades son enfrentadas y no son abandonadas a pesar de la dificultad que se presenta en el establecimiento de la parte de la modelación matemática. Además, se pone de manifiesto que el resolver cada evento contextualizado es un reto, ya que el alumno tiene que trabajar con conceptos matemáticos (ecuaciones diferenciales), así como del área del contexto (balance de materia, termodinámica, química de soluciones, transferencia de calor, etc.)

Conclusión

La experiencia expuesta en el presente trabajo sugiere que el proceso de aprendizaje de las ecuaciones diferenciales en ingeniería puede tener sentido para el aprendiz si se combinan: 1) Estrategias didácticas (teoría de la MCC), que incluyan acciones cooperativas, cognitivas, reflexivas, comparativas, y sobre todo aplicativas y de vinculación como las mostradas en la fase de inducción y 2) Tecnología digital que refuerce, complemente y desarrolle conceptos matemáticos promoviendo la articulación de representaciones semióticas (gráficas, tablas, bases de cálculo, ecuaciones, etc.) de un mismo objeto matemático en favor del aprendizaje significativo y la motivación intrínseca.

Es importante considerar que la tecnología dirigida con una teoría adecuada como la MCC abre una gama de posibilidades para que los docentes mejoren sus estrategias de enseñanza y aprendizaje, no sólo en matemáticas sino en asignaturas afines.

Referencias

Alonso, J. (1991). *Motivación y aprendizaje en el aula*. Cómo enseñar a pensar, Ed. Santillana, Madrid.

Camarena, P. G., (1984). *El currículum de las matemáticas en ingeniería*. Memorias de las mesas redondas sobre definición de líneas de investigación en el IPN, México, D.F.: IPN

Camarena G. P. (2008). *Teoría de la Matemática en el Contexto de las Ciencias. Actas del III Coloquio Internacional sobre Enseñanza de las Matemáticas*, Conferencia Magistral, Lima, Perú.

Carmona B.E., y Belman Z. O. (2002). *Identificación de obstáculos para la conceptualización del triángulo rectángulo*. Tesis de Maestría en Ciencias en Enseñanza de las Ciencias del Centro Interdisciplinario de Investigación y Docencia en Educación Técnica de la Secretaría de Educación e Investigación Tecnológica de la Secretaria de Educación Pública de México.

Chiu, M. Y Z. Xihuaa. (2008). Family effects and motivation on mathematics achievement: Analyses of students in 41 countries, *Learning and Instruction*, 18(4), 321-336

De Faria, E. (2000). La tecnología como herramienta de apoyo a la generación de conocimiento. *Revista Innovaciones Educativas*. San José: Editorial EUNED,

Duval, R. (1992). *Registres de représentation sémiotique et fonctionnement cognitive de la pensée*. *Annales de Didactique et de Sciences Cognitives*. IREM Strasbourg.

Dweck, C. y Elliot, D. (1983). *“Interrelaciones de los factores asociados en la motivación intrínseca”*, Nueva York, N. Y.: Wiley.

Flores A. I. P., Soto P. J.L. y Rodríguez, V. S. (2014). La realidad virtual, una tecnología innovadora aplicable al proceso de enseñanza de los estudiantes de ingeniería. *Revista Humanidades, Tecnología y Ciencia*, ejemplar 10. Doi:04-2010-0326124-14000-203

Flores A. I. P., Rodríguez, V. S. y Atencio, De la R. A. (2020a). Matemática con sentido a través de una didáctica integral. *Revista Humanidades, Tecnología y Ciencia*, ejemplar 22. Doi:04-2010-0326124-14000-203

Flores A. I. P., Rodríguez, V. S. y Atencio, De la R. A. (2020b). *Tendencias de inclusión de las TIC's para la 4T*. Memorias del II Congreso Internacional, College of Advantaged Education Centered in Humanities S.C. and the Inner Strengthening Center, USA.

Gilbert D. y Camarena G. P. (2010). “Indicadores de la motivación en profesores que conocen una nueva estrategia didáctica”, *Acta Latinoamericana de Matemáticas Educativa*, A. C., vol. 23, año 2010.

Herrera, E.J., y Camarena G. P. (2003). *Los modelos matemáticos en el contexto de los circuitos eléctricos y la metacognición*. *Acta Latinoamericana de Matemática Educativa*, 16 (tomo II), 495-501.

Martínez C. (1996). Explorando transformaciones de funciones con una calculadora gráfica. Memoria Décima Reunión Centroamericana y Caribe sobre Formación de Profesores e Investigación en Matemática Educativa. Puerto Rico.

Nickerson, R. S., Perkins, D. N., Smith, E. E. (1994). *Enseñar a pensar, aspectos de la actitud intelectual*. Madrid, Es.:Editorial Paidós M. E. C.

Olazábal, C. A. (2005), *Categorías en la traducción del lenguaje natural al algebraico de la matemática en contexto*. Tesis de Maestría en Ciencias en Matemática Educativa del Centro de Investigación en Ciencias Aplicada y Tecnología Avanzada del Instituto Politécnico Nacional, México.

Pérez P. y Merino. M. (2008). *Definición de motivación*. Definición de: Actualizado 2012. Disponible <https://definición.de/motivación/>

Texas Instruments, (2020). *Manual, guía de usuario y recursos*. Disponible en <https://education.ti.com/es/activity/search/advanced#!gs=recent&pgs=15&s=8KCRFv3-1EOnOKCDG-b2oQ>

Ramírez B., K. Wayland (1996). *La calculadora TI-92 y su impacto en la enseñanza de ciencias y matemáticas*. Memoria Décima Reunión Centroamericana y Caribe sobre Formación de Profesores e Investigación en Matemática

Ryan, K. Y M. Samuels (2007). Students' Motivation for Standardized Math Exams, *Educational Researcher*, 36(1), 5-13.

Aportaciones transversales en la Teoría de las Matemáticas en el Contexto de las Ciencias

Luz Ma. De Gpe. González Álvarez

Resumen

En este documento se presentan los resultados de la validación de un modelo para la inclusión de aportaciones transversales en el campo de la formación ética de los estudiantes, en temas de matemáticas, en el marco de la Teoría de las Matemáticas en el Contexto de las Ciencias. Los primeros resultados constituyen una exploración para identificar las bondades y oportunidades de mejora del modelo; y los segundos, los obtenidos mediante la aplicación del modelo con las modificaciones que surgieron de la exploración.

Palabras clave

Formación ética, Aportaciones transversales, Matemáticas en el Contexto de las Ciencias, modelo Cognitivo-Evolutivo de Kohlberg.

Introducción

La Teoría de las Matemáticas en el Contexto de las Ciencias fue evolucionando desde su creación, para adaptarse a las nuevas generaciones de estudiantes, mediante la incorporación de los resultados de la investigación educativa obtenidos a partir de los trabajos de la Dra. Patricia Camarena, creadora de dicha teoría, en colaboración con los miembros del grupo de trabajo que formó.

Uno de los temas que incorporó, fue la inclusión de aportaciones transversales en las secuencias didácticas, aprovechando el contexto de los problemas y proyectos. Los temas transversales son contenidos de enseñanza y aprendizaje que, por su relevancia formativa, no pueden confinarse en el ámbito de una determinada disciplina o área curricular, sino que se deben desarrollar a través de la mayoría de las actividades que el alumno realiza en el centro escolar. (Báez-Mirón y otros, 2018).

Su mayor interés era incluir la formación en valores dentro de estas aportaciones, debido a que ella percibió lo mismo que algunos investigadores del campo de la formación ética: que la sociedad actual, promueve un individualismo centrado en sí

y despreocupado por el otro, y que eso ha permeado hacia las universidades, por lo que el compromiso duradero se está diluyendo; se está alejando el interés por las convicciones sociales y se está reduciendo la identidad profesional a su dimensión económica. Al mismo tiempo se van sobrevalorando los saberes útiles para responder a las demandas del mercado cambiante, mientras que las manifestaciones culturales se van excluyendo, junto con la dimensión ética de las profesiones. (López Zavala 2013).

Marco teórico

Existen diferentes modelos psicopedagógicos para la formación ética, dentro de los cuales, los tres más usados son: “Clarificación de valores (humanista); el modelo Cognitivo-Evolutivo de Kohlberg (constructivista) y los modelos Cognitivo-Conductuales (aprendizaje social)”. (De la Caba, 1993). En este caso se eligió el modelo Cognitivo-Evolutivo de Kohlberg, porque al ser constructivista, armoniza mejor con la educación científica, y con la Teoría de las Matemáticas en el Contexto de las Ciencias; ya que interpreta la formación en valores como algo más que respuesta automática ante estímulos ambientales y cambios intraindividuales, promovida mediante el refuerzo y la imitación; sino que el cambio en el pensamiento moral está influenciado por procesos de maduración como estadios o secuencias, que pueden propiciarse mediante actividades de aprendizaje. (Buxarrais, 1992)

El modelo de Kohlberg utiliza un método racional-deductivo, para generar un desarrollo que logre una integración armónica entre razón, voluntad, sentimientos y acción. Sus investigaciones se centran en analizar las razones que tienen las personas para elegir una u otra acción, puesto que su objetivo era comprender la estructura del razonamiento frente a los problemas de carácter moral. Él expresa que el valor fundamental es la justicia, interpretada como equidad, igual respeto a todo ser humano. Las actividades de aprendizaje y evaluación que propuso consisten en presentar dilemas y realizar preguntas para que el alumno se interrogue sobre sus juicios morales y las razones que lo motivan. Para lograr esto. Las preguntas planteadas han de provocarle una tensión intelectual, cuyo resultado es que adquiera niveles superiores de juicio moral. (Elorrieta-Grimalt, 2012)

En dicho modelo, los tres niveles de razonamiento, con sus dos etapas, (Kohlberg, Power y Higgins, 1997, p. 22) son:

- Preconvencional, en el que, al inicio, las razones para actuar son evitar el castigo y obtener recompensa; y en su segunda etapa, aunque sigue

sirviendo a sus propios intereses, comienza a reconocer que las otras personas también tienen sus intereses.

- Convencional, en el que la persona actúa para ser reconocida como buena, y valora como importante obedecer las reglas y a la autoridad, así como a tratar a los demás como le gusta que lo traten; y en la segunda etapa valora además las instituciones a las que pertenece, por lo que se esfuerza en obedecer las reglas justas y cumplir con sus obligaciones.
- Posconvencional, la persona actúa buscando el mayor para el mayor número; respeta los valores relativos a cada grupo social, pero reconoce que vida y libertad no son relativos y deben respetarse con independencia de la opinión de la mayoría. En su segunda etapa, reconoce que sí hay principios universales y adquiere un sentido de compromiso personal con ellos; de manera que, si es necesario, actúa en contra de la ley para defenderlos. La igualdad de los derechos humanos y el respeto a la dignidad de todos, como personas individuales son irrenunciables.

Exploración

Para poner a prueba la pertinencia del modelo elegido en el que se incluyen contenidos transversales en temas de matemáticas, se diseñó un primer problema en contexto, el cual los estudiantes tendrían que resolver utilizando el concepto de derivada de una función; y a partir de la solución, dar respuesta a un dilema moral en el que se confrontaban dos valores: el cuidado de un equipo de cómputo, y la salud del personal asignado. Los informantes fueron 5 estudiantes presenciales y 8 en línea, de los semestres sexto al octavo, de una licenciatura del Área de Ciencias Físico - Matemáticas. (González, 2010 p.96-106)

Los resultados de esta exploración mostraron evidencia de que los estudiantes realizaron un razonamiento que corresponde a la primera etapa de nivel convencional en el razonamiento moral, en el que la motivación de la persona es ser reconocida como buena, pero sin comprometerse ni valorar la vida y la salud de personas desconocidas. No hubo diferencia significativa entre las respuestas presenciales y las virtuales. Una participación representativa es:

...tanto las personas como las máquinas están en el mejor desempeño al sacar el promedio, más estable, en cambio si solo vemos que las máquinas funcionen bien lo único que vamos a causar que las personas tengan un menor rendimiento en el que pueda causar pérdidas a la empresa como para

ellas mismas ya que estas se pueden ver afectadas tanto de salud como de otros problemas más fuertes.

El argumento se centra en las pérdidas económicas, ya que el cuidado de la salud de las personas se justifica por evitar pérdidas en el rendimiento. Con esto se puede ver la necesidad de educar a los estudiantes para el razonamiento moral, de manera que se formen en la ética profesional correspondiente.

Las respuestas posibles, tomadas como hipótesis de trabajo de acuerdo con la teoría Cognitivo-evolutiva de Kohlberg, se muestran en la Figura 1.

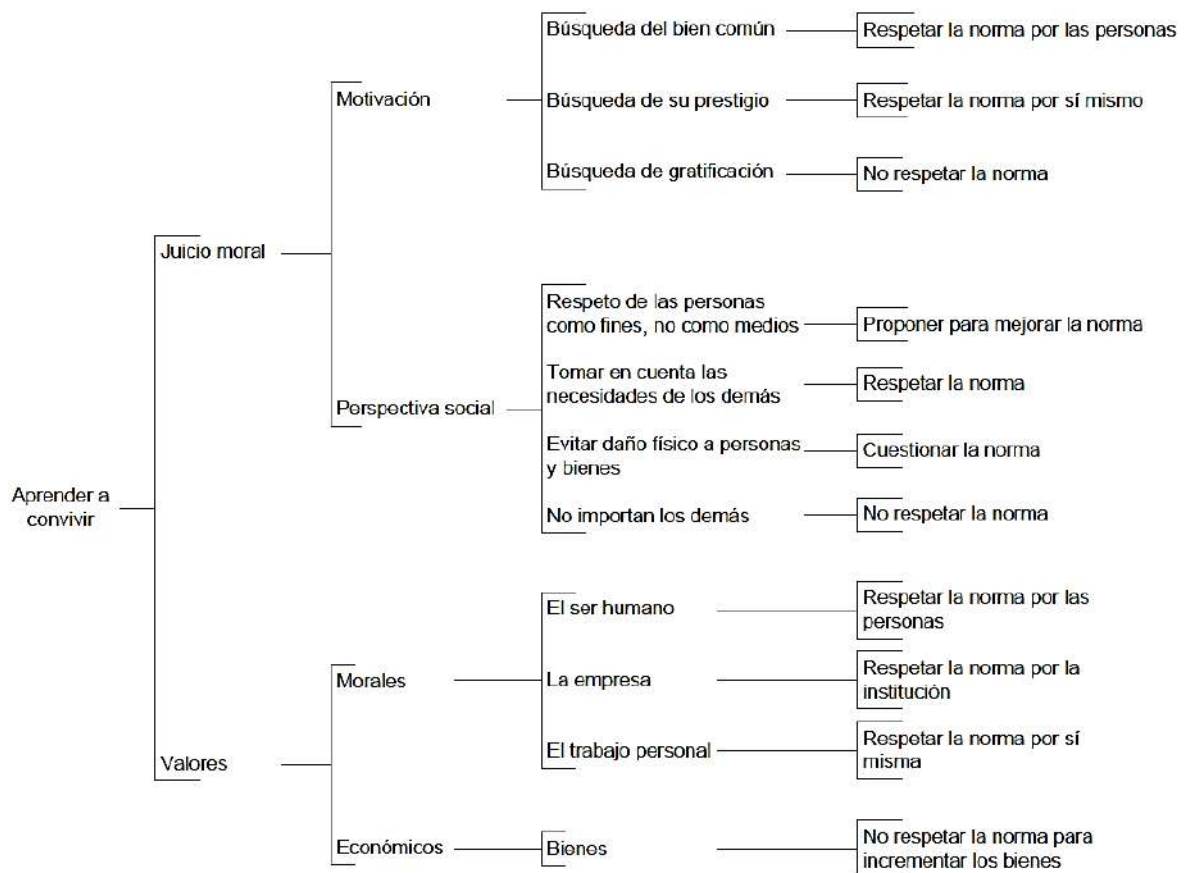


Fig. 1. Juicio moral y valores esperados en las respuestas

Lo primero que se observó, es que la Teoría de las Matemáticas en el Contexto de las Ciencias permite trabajar con los estudiantes el razonamiento moral si se utiliza un contexto relacionado con el campo laboral del área de estudio en el que se aplica; en este caso, de Física y Matemáticas, y después de resuelto el evento, se realiza un debate.

En esta exploración, una parte del grupo de informantes participó en el debate en ambiente presencial, y la otra en virtual. En ambos casos se observó un incremento de una etapa en el razonamiento moral de algunos participantes. Dicho incremento se mostró cuando se les cuestionó acerca de quiénes podrían ser las personas que trabajaban en la empresa. A medida que comenzaron a imaginar y proponer sus posibles necesidades y características, fueron expresando otro tipo de argumentos, en los que se incluía la necesidad de cuidar la salud de las personas, no sólo para evitar pérdidas a la empresa, sino porque merecen respeto y condiciones dignas para realizar su trabajo. De ello se concluyó que un elemento necesario en la formación ética es la sensibilidad, y en particular la empatía.

La sensibilidad, alimentada por la imaginación, es una característica necesaria para que la formación ética sea viable. La sensibilidad es una cualidad de la persona que le permite mirar la realidad y abrirse al otro, incluso a quien es radicalmente distinto; así como a la comprensión de sus circunstancias y de su acción. Esto requiere unir lo intelectual con lo sensorial. (Valera-Villegas, Madriz y Carpio, 2010, p.7) La sensibilidad permite a la persona sentir, apreciar y expresar sus apreciaciones, afectarse en lo más profundo, de manera que pueda captar, relacionarse y cuidar la naturaleza, las personas y las cosas (Arango et al, 2006). A partir de esta idea se decidió elaborar un instrumento para evaluar el nivel de sensibilidad.

Metodología

Para evaluar el nivel de sensibilidad, el instrumento que se diseñó, consiste en la resolución de un problema que involucra ecuaciones diferenciales en el contexto de la teoría electromagnética, en particular en el diseño de antenas, en el que se incluyeron preguntas abiertas cuyas respuestas requieren tomar decisiones mediante juicios de valor, dimensionando consecuencias de tipo social, ambiental y económico. (Camarena 2010) Para validar el instrumento, se solicitó a tres profesoras (de física, matemática y química) que lo resolvieran. (Camarena y González, 2015)

Las preguntas se elaboraron con base en los rasgos de la sensibilidad psicológica propuestos por Elaine Aron (Beijl, 2018, p 22-23):

- **Profundidad de procesamiento.** - Este rasgo se refiere al tiempo para pensar que usa la persona antes de dar una respuesta a un estímulo (Cantón, Beijl, y Sanjuán, 2018). Esto se relaciona con la vivencia de los valores, puesto que, si no se da tiempo para pensar, lo instintivo aparece sin que actúe la razón.

- **Nivel de emocionalidad y empatía.** - Es la intensidad que la persona manifiesta su respuesta ante un estímulo; y la empatía, el grado en que comprende y “vive” las emociones de otras personas (ibidem). Este rasgo es muy importante para la formación ética, puesto que influye en la motivación para actuar en favor del bien común.
- **Captación de sutilezas.** - Consiste en percatarse de pequeños detalles que distinguen solamente las personas que tienen desarrollada su sensibilidad (Cantón, Beijl, y Sanjuán, 2018). Gracias a este rasgo, se pueden identificar elementos suficientes para analizar aquello que se está captando con los órganos de los sentidos.
- **Nivel de sobre estimulación.** - Se refiere a la saturación que puede tener una persona cuando cuenta con exceso de información, lo que la obstaculiza para captar todo lo que llega a sus sentidos (ibidem).
- **Grado de colaboración.** - Este rasgo se refiere a qué tanto se prefiere la colaboración en lugar de la competencia (Psicólogos y Profesionales para PAS, s.f.) Aunque este rasgo no es esencial para valorar la sensibilidad, es importante para la formación en valores, ya que colaborando es como se aprende a vivir de manera coherente con ellos.
- **Grado de valoración de la humanidad** (ibidem). - Es otro rasgo no esencial para valorar la sensibilidad, que es importante para la formación en valores; ya que la defensa de la vida humana, aunado a la justicia, fundamentan el razonamiento moral.

En la tabla 1 se muestra el diseño del instrumento para tomar los datos. En la primera columna están los rasgos de sensibilidad; en la segunda las ideas que incluye cada pregunta; y en la tercera los elementos que se observaron para tomar los datos de cada rasgo.

Tabla 1. Toma de datos de los rasgos de la sensibilidad

Rasgo	Pregunta	Toma de datos
Profundidad de procesamiento	En todas	Observación de la actitud al resolverlo
Nivel de emocionalidad y empatía	Posibilidad de que surja inseguridad en la población	Posibles soluciones que atiendan a temores que pudiera tener la población

Captación de las sutilezas	Con poder de decisión qué haría para elaborar políticas de instalación de antenas	Cantidad de posibles necesidades de la población
Nivel de sobre estimulación o saturación	Las fuentes que usaría para obtener la información	Cantidad de ideas que concuerdan y las que no, con la pregunta
Grado de colaboración	Si considera necesario escuchar a profesionales de otras ramas	Cantidad de argumentos que apoyan la formación de un equipo de trabajo
Grado de valoración de la humanidad	Si implica riesgos para la salud de la población	Fortaleza de argumentos que defiendan salud y vida

Resultados

En la Tabla 2 se muestran las respuestas de las tres informantes, organizadas por rasgo de sensibilidad. Los cuatro primeros son los fundamentales para el análisis psicológico que se realiza para identificar si la persona tiene un nivel alto de sensibilidad:

Tabla 2. Toma de datos de los rasgos de la sensibilidad

Rasgos	Respuestas		
	Informante 1	Informante 2	Informante 3
Profundidad de procesamiento	Responde de inmediato	Tarda unos instantes en responder	Se toma su tiempo para responder
Nivel de emocionalidad y empatía	Informar con diferentes medios, formarlos mediante expertos, escuchar a la población	Es importante explicar a la población lo que se pretende realizar y con sinceridad hablar de las bondades del proyecto y en su caso los posibles riesgos, indicándoles que estos se minimizarán.	Es un derecho de los pobladores conocer a lo que se exponen y que se les explique lo que se hará para que no tengan miedo.
Captación de las sutilezas	1. Es un derecho informar a todos el porqué del proyecto, en qué consiste, asegurando esto con información	Acudir a expertos en la materia, formando un equipo multidisciplinario con personas de alto nivel moral.	Que se analizaran; el posible daño a la población, el impacto ecológico, la seguridad, la economía.

	<p>impresa simple en un lenguaje cercano al público y otros soportes creativos y de multimedia</p> <p>2. Asegurar efectivamente que la información y comprensión de ésta haya llegado a la comunidad sobre todo a la que de alguna manera habrá más interacción</p> <p>3. Que dicha información se muestre clara presentando pros y contras</p> <p>4. Con carácter obligatorio hacer un estudio de cómo se afecta el medio ambiente</p> <p>5. Asegurar la salud de todas las personas involucradas y el medio ambiente</p> <p>6. Echar todo proyecto que intente pasarse de listo y multarlo</p> <p>7. Que lo que en principio pudiera ser bueno para la población se mantenga y si cambia que redunde en un gran bien común</p>		
--	--	--	--

<p>Nivel de sobre estimulación</p>	<p>El Internet, folletos informativos, preguntarle a diferentes expertos personalmente o/y preguntarles por Internet, le escribiría a estadounidenses que leyendo sus ideas me sintiera más identificada, ya que con las maravillas que hoy hace la red en este aspecto, así la usaría.</p>	<p>En primer lugar, mis fuentes bibliográficas, internet, acudiría a expertos.</p>	<p>Consultar proyectos similares en otros países, podemos hacerlo con Internet, revistas especializadas, consultas profesionales.</p>
<p>Grado de colaboración</p>	<p>Sí porque es enriquecedor, se pone sobre un plano un mismo objeto bajo varias y diferentes miradas y perspectivas, resultando un estudio más profundo y estudiado de lo que se quiere hacer, evitando errores inútiles.</p>	<p>Los proyectos en la actualidad se realizan con equipos multidisciplinarios para que se analicen todos los aspectos del mismo.</p>	<p>Es lo más indicado, por eso hoy en día están los equipos interdisciplinarios.</p>
<p>Grado de valoración de la humanidad</p>	<p>Ningún proyecto se debe aceptar si hay riesgo para la salud Se estaría hablando de intereses de unos cuantos. Ni hablar no se pone, todo lo que suponga riesgo por mínimo que sea para la salud no se</p>	<p>Nunca se debe hacer nada que implique riesgos para la vida humana ni la vida en general. Acudir con mi jefe inmediato superior e informarle lo que sucede, indicando el riesgo. Pero también dar opciones que permitan que ese trabajo y que los</p>	<p>Lógico que hay que resguardar la vida. Rediseñar para que no hubiera daños.</p>

	debe pasar. El haber pasado muchas horas haciendo lo que al final no es adecuado, implica falta de planeación y que falló en algo en el camino. En el campo de la ciencia uno de los valores apreciados es la rigurosidad, hablar de ligereza en este campo puede resultar grave.	recursos invertidos no se desaprovechen.	
--	---	--	--

Se puede ver que el instrumento permite evaluar el nivel de sensibilidad, para identificar los rasgos que se han de trabajar para desarrollarlo, enseñando a mirar de otra manera. Para ello, como pensamiento, imaginación y sensibilidad van de la mano, la sensibilidad se puede formar, principalmente, mediante lectura, escucha, autogobierno, atención sin distraerse en lo indiferente. (Valera-Villegas, Madriz y Carpio, 2010, pp. 281-285)

Conclusiones

Para cada rasgo de sensibilidad se observó

- **Profundidad de procesamiento.** La informante 1 da una respuesta inmediata, comienza a escribir en cuanto termina de leer la pregunta; a diferencia de la 2 y la 3, que toman tiempo para hacerlo.
- **Nivel de emocionalidad y empatía.** Se puede observar que en los tres casos expresan motivación por expresar ideas que favorezcan a la población, aunque la informante 2 es quien presenta un argumento más estructurado.
- **Captación de sutilezas.** En las propuestas de la informante 1, se observa que identifica tres necesidades en las personas, el cuidado de su salud, del bien común y el derecho a la información; y una necesidad externa a las personas, de cuidar el medio ambiente. La número 2, expresa formar un grupo

multidisciplinario para que realicen la tarea; y la 3 identifica dos necesidades de las personas: la seguridad, y ser protegida contra posibles daños; y dos externas a las personas, el cuidado de la ecología; y de la economía.

- **Nivel de sobre estimulación.** Se percibe que la informante 1 si puede haber llegado a la saturación, principalmente en la elección de los posibles medios de información, puesto que, además de mencionar los que considera adecuados, expresa algo que sale del tema, con respecto a escribir a estadounidenses. En el caso de las informantes 2 y 3, no se percibe saturación.
- **Grado de colaboración.** Las tres informantes muestran valorar la colaboración, en distinto grado, ya que la 1, expresa las ventajas del trabajo colaborativo; la 2 los deja implícitos, y la 3 solo la califica como necesidad actual.
- **Grado de valoración de la humanidad** (ibidem). Las tres informantes expresan la importancia de cuidar la vida y la salud, la 1 con gran énfasis.

De acuerdo con los resultados obtenidos, se puede concluir que el instrumento permite identificar los distintos niveles de sensibilidad, de acuerdo con cada rasgo. Esto muestra que el contexto de los problemas aporta el medio en el que se pueden insertar las aportaciones transversales para la formación ética, en el que se pueden incluir los procesos de evaluación, así como de enseñanza-aprendizaje (mediante un debate). Con esta experiencia se puede ver que la Matemática en el Contexto de las Ciencias es terreno fértil para propiciar la educación integral.

Referencias

Báez-Mirón, Federico; Zagalaz-Sánchez, M^a. Luisa; Martínez-Martínez, Asunción & Zurita-Ortega, Félix. (2018). Aportaciones didácticas desde los temas transversales para la resolución de conflictos en el aula “Proyecto borramos las barreras” en: ESHPA - Education, Sport, Health and Physical Activity 2018, 2(2): 162-176 doi: <http://hdl.handle.net/10481/51754>

Beijl, Karina Zegers (2018) Personas altamente sensibles. España: La esfera de los libros

Buxarrais, Ma. Rosa. “Actitudes, valores y normas: aprendizaje y desarrollo moral” en: Comunicación, Lenguaje y Educación, 1992, 15, 25-31.

C., Barreto D.M., & Carmona A.M. (2006). Estrategias pedagógicas para el fortalecimiento del desarrollo de la dimensión estética en el preescolar (Tesis de

licenciatura). Universidad de la Sabana. Chía, Colombia. Recuperado el 7 de julio de 2014 de: <https://intellectum.unisabana.edu.co/handle/10818/2053>.

Camarena Gallardo Patricia (2010). Reporte de investigación titulado: Diseño de estrategias didácticas para competencias matemáticas en el nivel superior. Registro: SIP-IPN-20100431, México: ESIME-IPN.

Camarena Gallardo, Patricia y González Álvarez, Luz María “Educación Artística y Matemática en el Contexto de las Ciencias”. *XIV CIAEM-IACME, Chiapas, México, 2015*.

Cantón, Enrique; Beijl, Karina Zegers y Sanjuán, Nieves (2018) I Congreso Internacional sobre Alta Sensibilidad. España: Línea de investigación en motivación, actividad física y salud. Universidad de Valencia. Disponible en: <https://www.congresoaltasensibilidad.com/que-es-la-alta-sensibilidad/>

De la Caba Collado, María Ángeles “Modelos psicopedagógicos de educación en valores” en: Revista interuniversitaria de formación del profesorado Año 1993, no. 16, pp. 191-206. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/ejemplar/58678>

Elorrieta-Grimalt, María Paz. “Análisis crítico de la educación moral según Lawrence Kohlberg” en: Educ.Educ. Vol. 15. No. 3 | Septiembre-diciembre de 2012, 497-512.

González Álvarez, Luz María (2010) Estándares de evaluación criterial para la competencia investigativa. Producto del año sabático. Sin publicar. ESFM-IPN

González Álvarez, Luz María y Camarena Gallardo, Patricia “Validación de un cuestionario para la evaluación de valores” Sin publicar.

Hidalgo, L. (2005) Confiabilidad y Validez en el Contexto de la Investigación y Evaluación Cualitativas. Universidad central de Venezuela disponible en: <http://www.ucv.ve/uploads/media/Hidalgo2005.pdf>

Kohlberg, Lawrence, Power, F.C. y Higgins, A. (1997). La educación moral según Lawrence Kohlberg. Barcelona, España: Gedisa.

López Zavala, Rodrigo “Ética profesional en la educación superior” en: Perfiles educativos vol.35 no.142 México sep. 2013. Pp. 15-24. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0185-26982013000400017

Valera-Villegas, G.; Madriz, G; y Carpio, A. (2010) “Formación de la sensibilidad. Filosofía, arte, pedagogía” Caracas, Venezuela: Universidad Nacional Experimental de las Artes y Grupo de Estudios de Filosofía, Infancia y Educación de la Universidad Nacional Experimental Simón Rodríguez.

Psicólogos y Profesionales para PAS (s.f.) Características de la Alta Sensibilidad (Según Elaine Aron). Disponible en: <https://pasespana.com/alta-sensibilidad>

