

DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS

JORNADAS ACADÉMICAS

Revista de publicación anual

No. 5

Divulgación

Enseñanza

Investigación
educativa

Mayo de 2022



USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala



Colegio
Valle de Filadelfia

Campus Santa Cruz Atizapán



EFPEM
ESCUELA DE FORMACIÓN DE PROFESORES DE ENSEÑANZA MEDIA

STEAM



Directorio

MIGUEL TUFÍÑO
VELÁZQUEZ Director
M. EN C. ERICK LEE
GUZMÁN

Subdirector Académico

MARIO CHAVARRÍA
CASTAÑEDA

Subdirector Administrativo
M EN G. E. MARÍA ISABEL
MONROY ARÉVALO

Subdirectora de Servicios
Educativos e Integración Social

ISRAEL ISAAC GUTIÉRREZ
VILLEGAS

Jefe del Departamento de
Ingeniería y Ciencias Sociales

M. EN C. JOSÉ CALDERÓN
MENDOZA

Jefe del Departamento de
Física

DR. CARLOS ALEJANDRO
MORENO MUÑOZ

Jefe del Departamento de
Matemáticas

JUAN MANUEL FIGUEROA
FLORES Jefe del

Departamento de Unidad de
Tecnología Educativa
y Campus Virtual

Editores

Mario Chavarría Castañeda
De contenido

Luz María González Álvarez
Gabriela L. Rueda Morales

Leonor Pérez Trejo
Arturo F. Méndez Sánchez

Digital

Israel Isaac Gutiérrez
Villegas

Juan Manuel Figueroa Flores

Cintillo Legal Revista Didáctica de las Ciencias, año 5, No.5, mayo 2022, 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, 31 de mayo de 2022. 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>

Editorial

Este número de la Revista, elaborado a partir de las aportaciones de la quinta edición de las Jornadas Académicas de Didáctica de las Ciencias, se realiza como parte de los festejos del LX Aniversario de la fundación de la Escuela Superior de Física y Matemáticas.

Las Jornadas se han convertido ya en una tradición, en tan poco tiempo, en nuestra Unidad Académica, porque es importante y de gran relevancia, el contar con un espacio de intercambio sobre investigaciones educativas, diseños didácticos y divulgación de la ciencia. Este evento es un medio de difusión entre docentes, estudiantes y egresados, y en particular de divulgación para el público en general. Es una forma de interesar al público en las ciencias, en los fenómenos que observamos en el mundo que nos rodea.

Cada año el evento va cobrando mayor relevancia. Hubiera sido muy grato hacerlo nuevamente de manera presencial, pero todavía las condiciones de la pandemia no son favorables. Sin embargo, estas plataformas nos permiten enlazarnos y hermanarnos con otras instituciones, de manera que, sin tener que desplazarse, están participando en este evento desde diferentes estados de la República y desde diferentes puntos del Planeta.

Actualmente participan en la organización, junto con la institución sede que es la Escuela Superior de Física y Matemáticas: el Colegio Valle de Filadelfia, campus Santa Cruz de Atizapán; el Instituto Internacional de Investigaciones Indigenistas Wejen Kajen; la Escuela de Formación de Profesores de Enseñanza Media, la Universidad San Carlos de Guatemala; y STEAM.

El programa ha resultado muy atractivo por la participación en mesas de trabajo, talleres y conferencias de egresados de nuestra propia Escuela, así como de docentes y estudiantes de las demás instituciones que participan en la organización del evento, de diferentes niveles, desde primaria hasta posgrado.

Muchas felicidades, les agradezco a todos los participantes que han decidido enviar el extenso de sus trabajos para este número de la revista, ya que las Jornadas y la Revista nos permiten seguir cumpliendo con algunos de los objetivos de nuestra Casa de Estudios, porque nos permiten seguir poniendo “La técnica al servicio de la Patria”. Muchísimas gracias, felicidades y enhorabuena a todos.

Miguel Tufiño Velázquez

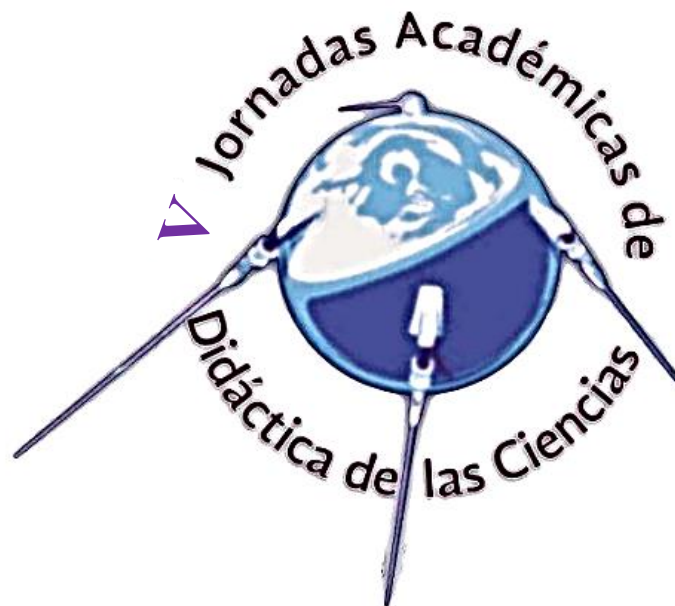
Director de la ESFM-IPN

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 experimentales y las matemáticas.

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 com

prensión 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 y conclusiones. Su propósito es la discusión constructiva.

Proceso de Evaluación

Los artículos que cumplan con los requisitos normativos descritos serán aceptados, previa revisión de la Comisión de Evaluación. Los autores ceden los derechos de publicación a la Revista Didáctica de las Ciencias.

CONTENIDO

PRIMERA JORNADA. **DIVULGACIÓN CIENTÍFICA**

PRIMARIA	Pág.
	9
Qué pasaría si mezclamos ADN humano con ADN animal	
Las Mujeres en la química	11
El azúcar, ese dulce veneno	15
Educación Financiera	17
 SECUNDARIA	
	20
Trading: Nuevos ingresos para chavos	
Métodos de Cultivo Para Producir Alimentos en Casa Durante el Año Internacional de las Frutas y Verduras 2021	23
Pasta de dientes a base de polvos naturales, que no dañen la salud dental, ni corporal del humano	31
 LICENCIATURA Y POSGRADO	
	35
¿Sabes qué ocurre en nuestro ojo al enfocar?	
¿Por qué es importante que los niños acudan a consulta optométrica?	42
Dualidad Onda-Partícula	46
Las celdas solares termofotovoltaicas y la ley de Planck	53
Un vistazo auditivo	60
Regresamos a la luna: Misión Artemis	67
Números fantásticos y dónde encontrarlos: La Proporción Áurea	71

SEGUNDA JORNADA. ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS

	Pág.
Enseñanza de la cinemática en telesecundaria con una red de actividades de Modelación-graficación	78
Análisis de la transferencia de calor en una quesadilla de queso Oaxaca. Un acercamiento didáctico al concepto de transferencia de calor	90
La física escondida en las burbujas de jabón	104
Enseñanza de química orgánica y reflexión docente. Un estudio durante la residencia de futuros profesores	113
Quebrantahuesos matemáticos	122
Luz, color y electricidad: estrategia sustentable para experimentación a bajo costo	127
Propuesta de Enseñanza de Cinemática para la Concientización sobre el Tráfico Vial	135
Dos instrumentos para el análisis de datos en el proceso de investigación-acción	145
Una interpretación geométrico-física del número de onda k	153
Actividades tipo investigación en el aprendizaje de la estadística	157
Sobre el cálculo y el análisis ¿Qué no son la misma cosa?	161
Geometría de números complejos, nota para una historia	170
Presión hidrostática en tubo de flujo y ecuación de Bernoulli	177
La colaboración científica como motivación para estudiantes universitarios	181

TERCERA JORNADA. INVESTIGACIÓN EDUCATIVA

	Pág.
Habilidades y conocimientos de los pasantes de Ingeniería Matemática	191
La importancia de fomentar la fase de reflexión en el proceso de la autorregulación del aprendizaje	199
Las interacciones discursivas en el trabajo didáctico con concentración de soluciones. Un estudio de caso	216
Recursos y medios usados por los alumnos del nivel medio superior en la educación no presencial	228
Reflexiones didácticas de futuros docentes de física durante su residencia	241

Qué pasaría si mezclamos ADN humano con ADN animal

Giselle Allegendre Vásquez Espinosa
Educación básica-primaria, 4°
direccion_primaria@colegiofiladelfia.com

¿Cuáles son los alcances de la edición genética en el mundo real?

En el principio de la humanidad nosotros no teníamos una sandía como la que conocemos, si no que eran menos dulces y no tenían tanto jugo entonces, nuestros antepasados tomaron las semillas de las sandías que tuvieran más jugo y las más dulces las plantaban y repetían el proceso hasta llegar a la sandía que ahora conocemos. También lo hicieron con el maíz. Todo esto se hizo a través de la selección y cruza. Actualmente tenemos una herramienta mucho más poderosa para modificar a los seres vivos y es llamada edición genética.

La Edición genética

Es una nueva tecnología que nos permite cortar ADN de un organismo e introducirlo a otro. Con esta tecnología podemos tomar características de una planta o un animal y ponérselo a otro.

¿A todos nos gustaría que nuestros tomates aguantaran una sequía como el cactus? lo cual sabemos que esto no sucede. Por otro lado, la edición genética es más complicada cuando se trata de humanos.

Las investigaciones de Álvarez (2013), Blakemore (2017), Gallego (2015) y Paz (2014) mencionan tres o más casos de edición genética, tales como:

Tabla I. Casos de edición genética.

Casos	Descripción
La Quimera	Son las que comparten dos o más tipos de ADN en su cuerpo.
Micro quimera	Son las que comparten ADN con un poco de otro ADN.
Hermafrodita	Son especies que tienen órganos reproductivos masculino y femenino, algunos de estos órganos no se llegan a desarrollar completamente.

Reflexiones

Con el antecedente de la idea original de este proyecto me surgen algunas reflexiones, sin embargo, a través de la consulta en las investigaciones antes citadas me da claridad a lo que se puede lograr con la mezcla de ADN.

Algunas de esas reflexiones fueron:

Si mezcláramos ADN humano con ADN de murciélago ¿tendríamos una agresividad fatal?

¿Modificar el ADN nos haría más inteligentes o más fuertes como en el caso de los super héroes?

¿Estos cambios afectarían a la siguiente generación?

Conclusión

En conclusión, la información de las investigaciones científicas de Álvarez (2013), Blakemore (2017), Gallego (2015) y Paz (2014), se confirma que es posible que se mezcle ADN humano con el ADN animal sólo que en algunos casos el ADN del huésped (humano o animal) podría rechazar el ADN mutado. Por ejemplo, en Blakemore (2017), se informa que se creó en un laboratorio el primer híbrido humano cerdo, él trabajó demostró que las células humanas pueden introducirse en un organismo no humano, y que estas pueden sobrevivir e incluso crecer en el anfitrión, que en este caso fue con un cerdo. Sin embargo, en los pasados días el trasplante de corazón de un cerdo a un humano no tuvo el éxito esperado, debido a que el huésped lo rechazó.

Con esta investigación aprendí que algunos estudios fallidos son para mejorar el camino hacia el éxito deseado, también que no siempre se logra el éxito que uno quiere, sin embargo, vale la pena tener éxito de manera diferente a lo tradicional y así apreciar mejor los resultados.

Referencias

- Álvarez, R. (2013). De quimeras, monstruos y manipulación genética. *Arte y Medicina*. 56(2), p. 63-65.
- Blakemore, E. (2017). Crean en un laboratorio el primer híbrido humano-cerdo. *NATIONAL GEOGRAPHIC*. Visto en: <https://www.nationalgeographic.es/animales/crean-en-un-laboratorio-el-primer-hibrido-humano-cerdo>
- Gallego, M. (2015). Quimeras Humanas. Visto en: http://biologia.uab.cat/base/documents/genetica_gen
- Paz, A. (2014). Quimeras entre nosotros. *Cienciorama*. Visto en: http://cienciorama.unam.mx/a/pdf/356_cienciorama.pdf

Las Mujeres en la química

Galia Alonso Sánchez
Hernán Darío Arellano Navidad
Víctor Manuel Chávez Ordoñez
Valeria López Muñoz
Nivel Primaria 5º grado

¿Cuál es la importancia de las mujeres en la química?

A lo largo de la historia, las mujeres han hecho ciencia. Este artículo resaltaré las aportaciones que las mujeres han realizado en el campo de la ciencia, reconociendo sus contribuciones y dificultades para hacer su trabajo. También se destacará que, aunque haya ahora un gran número de mujeres que trabajan en la ciencia, hay pocas que logran reconocidos puestos. Como mujer que incursiona en la ciencia se destaca y defiende el papel en esta disciplina y la necesidad de que la sociedad le reconozca.

La situación que actualmente vive la sociedad pone de manifiesto la importancia de la ciencia para afrontar los desafíos que ocupan a los seres humanos en diversas áreas. Recientemente se ha dado relevancia a la intervención de las mujeres en los campos de la ciencia, sin embargo, a partir del siglo XX las aportaciones de las mujeres han sido mayormente destacadas, aunque cabe mencionar que los hallazgos de mujeres sucedieron desde mucho antes de esta época, aunque la documentación no sea tan clara.

Cabe mencionar que para el siglo XIX los reconocimientos para las mujeres en las ciencias duras eran muy pobres tan solo dos de ellos fueron otorgados a mujeres, uno para Laura Bassi, quien ganó un puesto en la universidad de Bologna, Italia, y Emile dúchatele, lo que pone en evidencia la poca o baja participación de las mujeres en las ciencias.

“En las áreas de ciencia, tecnología, ingeniería, matemáticas y química se han dado avances en cuanto a la participación de las mujeres, sin embargo, a pesar de esto las mujeres representan tan solo el 28% de la fuerza laboral, tenemos una menor proporción de: catedráticas, investigadoras, directoras de centros de investigación, mujeres en puestos de alta responsabilidad, y mujeres galardonadas con el premio Nobel y otras distinciones respecto a los hombres en los temas de la ciencia”.
(UNAM, s.f.)

Algunas mujeres que hoy participan en el trabajo científico han demostrado la importancia en las diferentes áreas del conocimiento. En este sentido se evidencia la poca intervención de las mujeres en este campo. Los análisis que actualmente se



Fig. 1 Lic. Patricia Navidad en empresa Henkel

realizan en cuanto a lo social presentan importantes argumentaciones que explican la posición de las mujeres y ayudan a comprender el contexto de la situación.

En el presente trabajo se han seleccionado solo 5 mujeres importantes en la historia de la química en representación de todas aquellas que han puesto alguna huella para contribuir en la historia de nuestra humanidad.

1. **Dorothy Cowford:**

Dentro de su aporte a la ciencia es reconocida como la científica que mejora la técnica de cristalografía y quien permite el uso de la penicilina como antibiótico. Es la tercera mujer merecedora del premio Nobel, el cual obtiene en 1964, se le reconoce su trabajo en la determinación de la estructura de muchas sustancias biológicas mediante rayos X. Pero, no nada más es conocido como química sino también como gran activista social.

2. **Marie Curie**

Primera mujer en ser profesora en la Universidad de París y la primera mujer Doctora en Ciencias galardonada con el premio Nobel de química. Mujer con historia fascinante que se abre camino en el mundo de la química y además, inspira a otras a encaminarse en la ciencia.

3. **Dorotea Barnés**

En 1931 se doctora en Química en la Universidad Central de Madrid y entra a trabajar como investigadora del Instituto Nacional de Física y Química. Su aportación más importante fue trabajar la espectroscopia Raman, técnica que introduce en España hasta la Guerra Civil Española.

4. **Marie Lavoisier**

Considerada la madre de la química moderna. Ayudó en la traducción de libros debido a sus conocimientos en latín, francés e inglés. Participó en las ilustraciones de los textos, debido a sus prácticas en la pintura, lo que hacía más pedagógica la enseñanza de la química.

5. **Irène Joliot-Curie**

Es la hija de Marie y Pierre Curie, trabajo junto a su madre sonde aprendió rápidamente. Su trabajo y sus méritos la hacen convertirse en la segunda mujer merecedora del Premio Nobel en 1935 con trabajos destacados en la síntesis de nuevos elementos radiactivos artificiales.

Actualmente la American Chemical Society (ACS) y la Federación Latinoamericana de Asociaciones Químicas (FLAQ) ha presentado la edición inaugural del Premio Mujeres Latinoamericanas en Química 2021. Ambas pretenden promover la igualdad entre géneros y también contribuir al desarrollo de una perspectiva más avanzada en la comprensión del impacto de la diversidad en la investigación científica y en el área de la química en general.

Busca reconocer a mujeres científicas que han contribuido a la química y ciencias relacionadas.

Los premios otorgados para reconocer a las mujeres químicas se dividen en categorías tales como *líder emergente en química*, *líder industrial* y *líder académica*.

Se concluye entonces que ser científica es formar parte de una profesión considerada masculina, esto supone que una mujer que logra este título ha superado las “desventajas” de pertenecer al grupo femenino.

Género y conocimiento

En los últimos años se ha incrementado el número de mujeres en los campos de la ciencia y la tecnología, aún su participación sigue siendo limitada, lo cual se sabe no radica en su naturaleza física o de pensamiento ni en sus habilidades intelectuales, tales aspectos no deben impedir que puedan desenvolverse en las áreas científicas tal y como se les ha reconocido a muchos hombres.

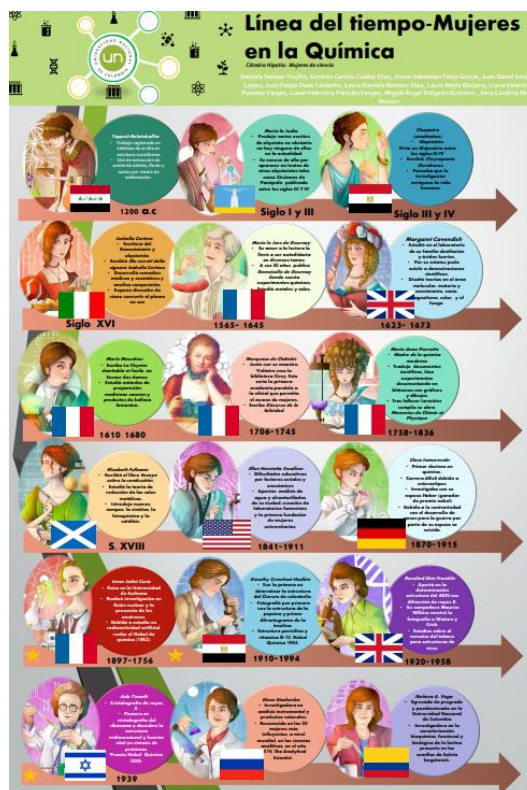
Las aportaciones de las mujeres en las áreas de la ciencia han sido mayores de lo hoy se tiene conocimiento va desde las más reconocidas mujeres del siglo XIX hasta las que se desempeñan en las pequeñas y medianas empresas de las comunidades tal como la Lic. Patricia quien fue la inspiración para esta investigación

En conclusión, el avance de la ciencia en general, y de la química específicamente no sería posible sin la participación de las mujeres que han aportado con sus conocimientos a la historia de la química.

Mujeres con historias atrayentes, diversas motivaciones, contextos realidades han hecho posible que la química que inspire a que otras mujeres sigan haciendo historia.

Bibliografía

Aguascalientes, U. A. (marzo de 2010). Obtenido de <https://investigacion.uaa.mx/RevistalyC/archivo/revista46/REVISTA%2046.pdf>



Muñoz Páez, A. a. (2012). Obtenido de Linea del tiempo- mujeres en la Química :
http://ciencias.bogota.unal.edu.co/fileadmin/Facultad_de_Ciencias/Divulgacion_de_la_Ciencia/Ciencia_Campus/Catedra_hipatia/Poste

Núñez J., R. B. (s.f.). PRIMERAS MUJERES DOCTORAS EN QUÍMICA. Obtenido de
de
https://idus.us.es/bitstream/handle/11441/40409/Pages%20from%20Investigacion_Genero_12-1097-1508.pdf;jsessionid=D956F0A76CC67279180541ECDC7E565A?sequence=1

Purificación, E. L. (2010). Obtenido de <https://1library.co/document/y6xnr8ny-mujeres-en-por-y-para-la-ciencia.html>

Rosa, G. (Julio-septiembre de 2006). Obtenido de
<https://www.redalyc.org/pdf/140/14003004.pdf>

Sara, B. (s.f.). MUJERES, PRODUCTOS QUÍMICOS Y LOS ODS. Obtenido de
https://saicmknowledge.org/sites/default/files/publications/ipen-gender-chemicals-report-v1_6ew-es.pdf

UNAM. (s.f.). Obtenido de https://iquimica.unam.mx/images/marzo_2021/Final-Dia-Internacional_Mujeres_Infografia.pdf

El azúcar, ese dulce veneno

Daniela López González
Escuela Primaria Revolución Mexicana
Grupo A Grado Sexto
daniela.lopez.gonzalez2010@gmail.com

En este trabajo se mostrarán los resultados del proyecto didáctico titulado: “el azúcar, ese dulce veneno” que se llevó a cabo en la escuela Revolución Mexicana, en los meses de septiembre del 2021 a los meses de diciembre del 2021, con la profesora Teresa Yescas Navarro titular del grupo, empezamos con este proyecto viendo el video de Cristiano Ronaldo en una conferencia de prensa en la Eurocopa; que se realizó en el 2021 por problemas de COVID.

Como parte importante de nuestro proyecto, tuvimos una serie de pláticas con la Sociedad Científica Juvenil de Oaxaca (Organización dedicada a la divulgación Científica). El día 20 de septiembre en esas charlas, vimos que era mejor comer miel que azúcar refinada y con el Poder del Consumidor (Asociación civil preocupada por la defensa de los derechos de los consumidores) vimos las etiquetas negras para identificar los productos sin tanta azúcar; ambos talleres nos hicieron reflexionar sobre el daño que nos provoca consumir azúcar.

¿Por qué se dice que el azúcar es un dulce veneno?

Es el azúcar ese dulce veneno porque el consumo del azúcar es tan adictivo como la cocaína; puede provocar diferentes tipos de enfermedades las cuales son diabetes, problemas del corazón, problemas bucales entre otros.

Justo López, del programa de Sanidad del Instituto Oficial de Formación Profesional (MEDAC) indica:

El consumo del azúcar es malo ya que se puede encontrar ciertas relaciones con enfermedades cardiovasculares y se puede encontrar resistencia a la insulina, cuando se va generando la resistencia, ese proceso de transporte se ve deteriorado y la insulina pierde eficiencia en su actuación y estamos en riesgo de diabetes tipo II, por eso debe ser evitado.

Para evidenciar el daño que causa el refresco de cola, se realizaron los siguientes experimentos:



El primero consistió en poner dos huevos cocidos con cascarón: uno con agua y el otro con refresco de cola, dejándose reposar por 24 horas. Como resultado nos dio que el huevo con agua quedó igual y el huevo con refresco negro quedó pigmentado por fuera y por dentro; esto lo ocasiona el ácido fosfórico que contiene el refresco. El cascarón del huevo se asemeja al esmalte de los dientes por su composición, imaginemos el daño que nos hace el refresco en los dientes.



El segundo experimento consistió en mezclar leche con refresco negro y se dejó durante 4 horas y el resultado fue una reacción química, en la que el ácido ortofosfórico del refresco reacciona y otorga una mayor densidad a la leche, esto hace que se separen y que la leche quede en el fondo del vaso-y el líquido restante se mantiene en la superficie. Es decir, la leche se cuajó al mezclarse con el refresco. Resultados similares pueden presentarse en dientes y huesos.

Conclusión

El consumo de bebidas azucaradas debe ser limitado ya que como se menciona puede provocar riesgos en la salud y en particular según los experimentos realizados se pueden dañar los dientes y huesos, por lo que se recomienda informarse y tomar las medidas necesarias para tener un consumo responsable.

Referencias

López, J. (sf) ¿El azúcar es malo? En: *FP Sanidad MEDAC* disponible en: <https://medac.es/blogs/sanidad/el-azucar-es-malo>

El Universal Deportes: <https://youtu.be/yqJz9jO0pWM>.

Diario Gestión: <https://youtu.be/zgG8CVZR9zA>

Diario Deportivo Diez: <https://youtu.be/fwB0ag1PzMA>

Educación Financiera

Lizzeth Morales Maximiliano, Camila Julieta Pulido Moreno,
Jimena Aline Ruíz López y Massimo Diego Velázquez Nol
Educación Primaria, Sexto Grado
primaria@colegiofiladelfia.com

¿Sabes que es la educación financiera?, ¿Qué es el crédito? ¿Acaso quieres aprender más sobre educación financiera?

En este artículo mostramos todo lo relacionado a ello. La primera cosa que debes saber es que la educación financiera permite que las personas adquieran conocimientos y habilidades básicas, para administrar mejor sus recursos, incrementen y protejan su patrimonio con la ayuda del uso adecuado, responsable de los productos o servicios financieros. “Los beneficios que ofrece la educación financiera son considerables, tanto para la economía de cada individuo como para la economía nacional. En el plano individual, la educación financiera contribuye a mejorar las condiciones de vida de las personas, ya que proporciona herramientas para la toma de decisiones relativas a la planeación para el futuro y a la administración de los recursos”

(TAPIA, 2019) Al pedir un préstamo estás obligado a pagar y si esto no sucede en el tiempo establecido; se te obliga regresar lo que compraste.



Fig. 1 <https://blog.baubap.com/que-es-la-educacion->



Fig. 2 <https://create.vista.com/es/unlimited/stock-photos/326323130/stock-photo-top-view-laptop-dollar-banknotes/>

La educación financiera permite entender cómo funciona el dinero en el mundo y cómo puedes utilizarlo de manera adecuada, por ejemplo: si compras un celular, Tablet o computadora.

Crédito

El crédito es una modalidad de pago existente en la economía la cual se realiza con tu tarjeta, compras tu artículo y los vas pagando poco a poco hasta finalizarlo. Pero no es tan fácil y seguramente piensas: solo pido dinero, compro mi artículo y pago mi préstamo pues no; pero también tiene sus pros y contras. Un pro del crédito es que si pides un préstamo lo vas pagando de acuerdo con tus posibilidades, una desventaja es que pagarás los intereses, más un porcentaje de comisión o servicio si es que no pagas a tiempo. “Es necesario que pienses bien si necesitas lo que vas a adquirir con el crédito, y si es el momento adecuado de solicitarlo. Si es el gasto no es tan necesario o piensas que aún no es el momento, quizá valga la pena que sigas ahorrando y dejes tu crédito para después, así obtendrás un mayor beneficio” (CONDUSEP, 2018, pág. 18). El crédito es una gran herramienta para obtener mayor bien con responsabilidad.

Consecuencias de comprar a crédito

Y seguro te preguntas ¿por qué perdería dinero al sacar algo a crédito? pues por muchas razones, por ejemplo: muchas veces cuando sacas algo a crédito tú piensas 100 pesos a la semana no es mucho y es que es buena oferta, pero lo que no ves es que muchas de esas ofertas tienen intereses y dirás, pero yo nunca me atraso. ¿Por qué me afectaría?



Bueno, puede ser que, si sacaste algo a crédito, es porque no tienes el dinero en el momento, prefieres pagarlo poco a poco, pero son muy exigentes en cuanto al pago así que, si te atrasas por unos días o te olvidas de pagar, te pueden cobrar muchísimo dinero, poco a poco te vas atrasando más con el pago y al final pierdes más de lo que costaba el producto en un principio. Y seguramente te estás preguntando ¿Cómo evitar esto? puedes pagar el producto a contado o puedes fijarte muy bien en las ofertas, en lo que te cobraran al final y estar muy pendiente de los pagos.

Fig. 3 https://es.123rf.com/photo_59163419_las-manos-sostienen-billetera-con-dinero-en-efectivo-tarjeta-de-cr%C3%A9dito-y-d%C3%A9bito-de-cheques-bancarios-op.html

Otra razón es que, si tú te atrasas o no vas pagando el artículo, te lo pueden quitar y si dañaste el artículo te lo cobran y el dinero que ya diste no te lo regresaran. Paga

todas las mensualidades para no pagar intereses. No te olvides la fecha límite para pagar o tu deuda aumentará.

Conclusión

En conclusión, organizaciones internacionales han alertado la necesidad de mejorar la cultura financiera de la población. "Hay que tener en cuenta que nunca sabemos en qué momento se va a necesitar de un dinero extra, para atender cualquier emergencia que se pueda presentar, porque si no se tiene, se empieza a pasar por dificultades financieras que pueden causar un gran problema en un futuro" (Rincón C., 2018, pág. 25). Esto puede conducir a las personas a tomar elecciones erróneas sobre su economía personal. Por eso es muy importante comparar los precios de varias empresas y tener clara la fecha límite de pago, para pagar los pagos y consumos. Es diferente una promoción a meses sin intereses que el crédito a pagos fijos. No es necesario esperar hasta la fecha límite para garantizar, esperar aumentará la deuda. Practicar la responsabilidad financiera, se entiende por llevar a cabo una gestión adecuada de los bienes personales, realizando elecciones informadas, con conocimiento de los riesgos asumidos.

Bibliografía

- Tapia, C. (1 de ABRIL de 2019). Obtenido de <https://contaduriapublica.org.mx/2019/04/01/que-es-la-educacion-financiera/>
- CONDUSEP. (2018). Obtenido de https://www.condusef.gob.mx/documentos/299134_Cr_dito-2018.pdf
- Rincón C., R. C. (agosto de 2018). Obtenido de https://repository.uniminuto.edu/bitstream/10656/7755/3/Anexo1_GUIA%20METODOLOGICA.pdf

Trading: Nuevos ingresos para chavos

William Geovanni Velázquez Nol
Raúl Vega Gil, Carlos Santiago Gómez Castillo
2° de Secundaria

¿Qué es el trading y cómo hacer dinero con él?

Se conoce como *trading* a la compraventa de acciones y/o divisas a través de brokers (plataformas para hacer trading).

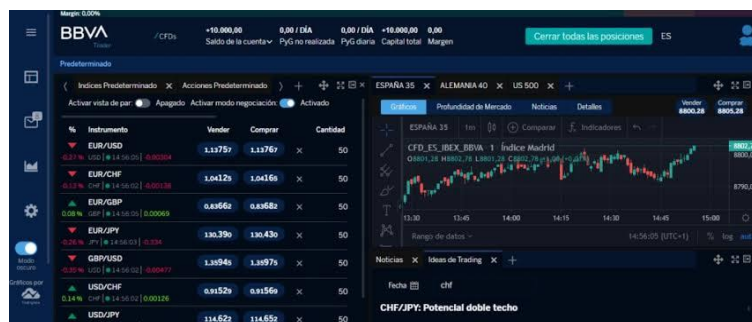
Para ganar dinero utilizando esta herramienta debes hacer una predicción correcta sobre si el precio de una determinada acción bajará o subirá, a través del cálculo de probabilidades. Estas probabilidades dependen de un histograma que muestra los precios de una acción en un periodo de tiempo, así como conociendo en qué empresa, acción o divisa invertirás, de tal modo que te des una idea de cómo funcionan sus precios.

¿Cómo leer histogramas y por qué son importantes en el trading?

El trading es un sistema altamente matemático pues es necesario conocer el histórico de cada acción en la que se decide invertir. Este registro puede observarse en la mayoría de los casos como un histograma lo que hace fácil observar la fluctuación de precios. Hay varios métodos para leer histogramas, el más común y eficiente de hacer, es el de “soportes y resistencias” que consiste en encontrar puntos del histograma en donde el precio “rebote”, ya sea para subir o bajar, o en este caso, comprar o vender. Encontrar el momento adecuado para comprar o vender es la clave para generar ingresos a través de este método.

El trading desde casa

De acuerdo con GBM Media, el *trading* es “una actividad en la que se compra y vende un producto en el corto, mediano, o largo plazo en búsqueda de generar una ganancia a través de dicha transacción”. Es una técnica sencilla de llevar a cabo, pues hay muchas plataformas accesibles online, como lo son IQMaster, OlympTrade y BBVA Trader.



Para hacer *trading* no es estrictamente necesario algún material, se puede empezar con una cuenta Demo sin dinero y aprender por sí mismo, sin embargo, hay varios métodos, técnicas y tutoriales en internet sobre *trading*, de los cuales destacamos los de IM Center o BBVA. Así como también hay expertos que pueden explicar sobre el tema.

Existen diferentes técnicas de trading:

- **Análisis técnico**
Se deriva exclusivamente del uso de análisis técnico. Este tipo de estrategia gira en torno a las tendencias y al precio de las acciones.
- **Análisis fundamental**
Esta estrategia tiene como objetivo encontrar empresas que el precio de sus acciones está sobrevalorado. Comprar acciones baratas y obtener ganancia.
- **Combinación**
En esta estrategia se utilizan ambas metodologías.



Al igual que existen diferentes tipos de técnicas de trading también existen diferentes tipos de trading, los cuales son:

- **Day Trading:** el inversor abre y cierra las operaciones dentro del mismo día de la negociación.
- **Scalping:** el inversor opera en periodos muy cortos, a lo largo del día, con operaciones que pueden durar segundos.
- **Swing Trading:** las operaciones pueden dejarse abiertas al final de la jornada y suelen durar aproximadamente diez días.
- **Trading tendencial o direccional:** no tienen un límite temporal y consiste en tomar posiciones en mercado a favor de la tendencia.

Si bien existen muchas herramientas online para generar ingresos desde casa, el trading se vuelve destacable por sus principios de operación y la multitud de sitios en donde puede iniciarse ésta práctica de manera segura.

Los conocimientos requeridos para llevarlo a la práctica pueden ser dominados desde temprana edad, por lo que su estudio se puede considerar tan fácil como una materia escolar.

Tomando en cuenta la creciente necesidad de generar ingresos desde casa producto de la pandemia por Covid-19, hoy más que nunca los jóvenes pueden utilizar sus habilidades matemáticas y tecnológicas en actividades online, que además de un sustento, en su ejercicio permiten desarrollar habilidades de predicción probabilística, deducción y cálculo matemático.

El *trading* es una buena manera de ganar dinero desde casa, también es relativamente simple si es que ocupas dedicación, paciencia y estudio en el proceso de hacerlo. Éstas son algunas de las razones por las cuales varias personas han decidido estudiar o hacer *trading* y a nosotros nos parece una gran manera de ganar dinero desde casa y aprender al mismo tiempo, la manera en que opera el trading es con histogramas, patrones, probabilidades y especulaciones, los cuales son temas que incluso jóvenes como nosotros podemos tomar, de esta manera se vuelve una gran actividad para ésta y futuras generaciones para ganar dinero y aprender.

Además de lo mencionado anteriormente, la práctica del trading ayuda a generar en las nuevas generaciones habilidades financieras que se convierten en herramientas para el futuro.

Los conocimientos usados en esta práctica son también los principios básicos de otras disciplinas que utilizan la probabilidad y estadística para ayudar a mejorar la calidad de vida de las personas, como los estudios climáticos y poblacionales. En un mundo creciente y tecnológico, prácticas como el trading son la mejor expresión de lo que podemos lograr las nuevas generaciones a través de los conocimientos fundamentales y la aplicación de estos en cualquier medio práctico.

Referencias

BBVA (2022) *¿Qué es el trading? ¿Qué hace falta para operar en los mercados?* Recuperado el 20 de enero de 2022, de: <https://www.bbva.com/es/que-es-trading-que-hace-falta-para-operar/>

GBM Media *Trading: ¿Qué es y cómo funciona?* (n.d.). Recuperado el 20 de enero de 2022, de: <https://media.gbm.com/mercados/trading-que-es-y-como-funciona/>

Fátima Fuente del Campo González
Carla Cecilia Galicia Millán
Secundaria Anne Sullivan
cgalicia@annesullivan.edu.mx

Métodos de Cultivo Para Producir Alimentos en Casa Durante el Año Internacional de las Frutas y Verduras 2021

Fátima Fuente del Campo González
Carla Cecilia Galicia Millán
Secundaria Anne Sullivan
cgalicia@annesullivan.edu.mx

¿Por qué cultivar vegetales en casa? ¿Cultivar algunas frutas y vegetales en casa podría ser una alternativa para que la gente consuma frutas y verduras suficientes?



Figura 1 Cultivo de jitomates en casa

La Organización de las Naciones Unidas declaró el 2021 el Año Internacional de las Frutas y Verduras con el fin de difundir y promover el consumo de estos alimentos. Sin embargo, según CONEVAL, en 2020 sólo el 56% de los hogares en México podía consumir frutas y verduras diariamente. Según la ONU, algunas de las principales razones por las que la gente no consume suficientes frutas y verduras son porque no les agrada comerlas o por problemas económicos aunados con los altos precios de este grupo de alimentos. Adicionalmente, la Organización Mundial de la Salud recomienda comer 400 gramos diarios de frutas

y verduras. Con una encuesta que aplicamos al segundo grado de la secundaria Anne Sullivan obtuvimos que el 90.7% de los 43 alumnos a los que les fue aplicada la encuesta, comen menos de 400 gramos de frutas y verduras al día.

Por otra parte, la producción agrícola a gran escala usa alrededor de 70% del agua que se extrae, y produce emisiones de gases de efecto invernadero al transportarla, por lo que daña en varios sentidos al medio ambiente.

Se estima que 821 millones de personas sufrían de desnutrición crónica al 2017, a menudo como consecuencia directa de la degradación ambiental, la sequía y la pérdida de biodiversidad. Una solución a estos problemas puede ser la producción de frutas y verduras en casa. Además, la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación (FAO) considera que la agricultura familiar y a pequeña escala es una buena opción para producir alimentos y preservar los recursos naturales, así como alcanzar las metas del objetivo #2 de Desarrollo Sostenible, entre las que se encuentran terminar con el hambre y la malnutrición a través de prácticas agrícolas sostenibles y apoyo a los pequeños agricultores.

Fase Experimental

Para nuestro proyecto escogimos usar hidroponía y cultivo en tierra en macetas. En el caso del cultivo en tierra, la fertilización debe ir encaminada a restituir o elevar el potencial productivo de un determinado suelo, y no a aportar los nutrientes para un cultivo concreto. Debemos fertilizar el suelo y no la planta. Por esta razón, no se recomienda la utilización de abonos comerciales, pues sus componentes, fácilmente solubles, pasan directamente a la solución del suelo y de ahí a la planta. La hidroponía consiste en usar una solución de agua y minerales que alimente a las plantas. Hay varios tipos de hidroponía, en algunos se utiliza algún sustrato y en otros no. El sustrato es un material sólido distinto a la tierra que se usa en la hidroponía como sostén para la planta, pero no para su alimentación. Puede ser, por ejemplo, arena, grava o aserrín. Hay diferentes tipos de riego para hidroponía, el riego es muy controlado. Los más comunes son:

- Riego por aspersión superficial. Consiste en tener las plantas en un contenedor con sustrato y regar la solución de nutrientes sobre el sustrato.
- Riego por goteo. Consiste en tener las plantas en su contenedor con su sustrato, y debes tener un tinaco o cualquier tambor o recipiente grande que debes colocar a aproximadamente 50 centímetros por arriba del contenedor con plantas y con mangueras que deben regar a cada planta individualmente.
- Riego por subirrigación. En un contenedor con las plantas se pone una tubería conectada a otro contenedor con solución nutritiva. Con una bomba,

se distribuye la solución con el contenedor, y se queda en el sustrato, y las plantas lo pueden tomar.

- Riego por capilaridad. Se usan dos contenedores. El primero es más grande y contiene solución nutritiva. El segundo es más pequeño y contiene las plantas en su sustrato y debe tener un agujero por debajo por donde debe haber una mecha de hilos o fibra de poliuretano para que absorba la solución
- Técnica de la Película Nutritiva. En esta se usan tubos o canales en donde la solución nutritiva está circulando todo el tiempo con ayuda de una bomba, y toda el agua se recicla, ya que regresa al contenedor con la solución. Las plantas están en contenedores a lo largo del canal, estos contenedores siempre deben tener algún agujero donde haya fibras (aplicando el principio de capilaridad y las raíces siempre deben estar en contacto con la solución, por lo que estarán dentro del canal mientras el tallo de la planta estará por fuera.
- Técnica de la Raíz Flotante. Esta técnica consiste en dos etapas. La primera, es la germinación, y en esta, se deben colocar las semillas en el almácigo. El almácigo es un contenedor con sustrato al cual hay que regar con solución nutritiva. Cuando las plantas hayan germinado, se pasa a la segunda etapa, en la cual se debe pasarlas a otro contenedor donde hay solución nutritiva. También, debe haber una tabla de unicel con orificios para colocar las plantas en un trozo de esponja o algún otro material similar. En cada orificio habrá un trozo de esponja con una planta ya con raíces, y así, su raíz quedará flotando sobre la solución nutritiva.

El sistema usado para este proyecto fue una combinación de varios tipos de hidroponía. Para la germinación de las plantas de jitomate se usó la técnica de la raíz flotante, con una variación, ya que en lugar de sustrato las plantas germinan en un trozo de algodón (Figura 2). Cuando las plantas han crecido un poco, se trasladaron a otro sistema que usó la técnica de película nutritiva mezclado con capilaridad. Este sistema fue automatizado y hecho en casa (Figura 3).



Figura 2 Técnica de la raíz flotante con jitomates



Figura 3 Funcionamiento del sistema de técnica de película nutritiva

Escogimos cultivar vegetales que tuvieran beneficios para la salud como jitomate, apio, ajo y papa. El jitomate contiene varios nutrientes entre ellos, licopeno, el cual es un carotenoide antioxidante, el cual sirve para evitar enfermedades cardiovasculares, así como distintos tipos de cáncer, además de ser muy usado en la cocina. El apio tiene propiedades antiinfecciosas y cicatrizantes. El ajo ayuda a evitar enfermedades cardiovasculares, varios tipos de cáncer y ayuda a combatir infecciones en general. Y la papa además de aportar carbohidratos, contiene varias vitaminas como la vitamina C.



Figura 4 Jitomates



Figura 5 Apio



Figura 6 Ajo



Figura 7 Papas

En la tabla 1 se resumen los resultados obtenidos de acuerdo con el vegetal cultivado.

Tabla 1 Resultados

Vegetal	Método de Cultivo	Número de Plantas	Tiempo	Resultado
Jitomate	Hidroponia	12	7 meses	Se obtuvieron 4.8 kilogramos de jitomate al final de la cosecha
Apio	Cultivo en tierra	1	3 meses	Se obtuvo una nueva planta de apio
Ajo	Cultivo en tierra	1	4 meses	No se dió el fruto y solo creció la planta
Papa	Cultivo en tierra	1	4.5 meses	Se dió bien. Se obtuvieron 10 papas

Conclusión

Se llegó a la conclusión de que sí la gente usa hidroponía y cultivo en tierra en su hogar, impactaría positivamente al medio ambiente y a la salud de los consumidores. Además, es una alternativa factible ya que no requiere de un espacio amplio ni muchos materiales poco accesibles. Adicionalmente, estas técnicas de cultivo son efectivas si son realizadas de manera correcta.

Referencias

Reardon, J. (s.f.). Tomate. *North Carolina Department of Agriculture and Consumer Services Food and Drug Protection Division*. Recuperado de:
<https://www.ncagr.gov/fooddrug/espanol/documents/Tomate.pdf>

Tomate. Recuperado de:
https://www.mapa.gob.es/es/ministerio/servicios/informacion/tomate_tcm30-102712.pdf

FAO: Capítulo 6: Producción Vegetal. Recuperado de:
<http://www.fao.org/3/s8630s/s8630s08.htm>

Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo: Los Beneficios del Ajo Para la Salud <https://www.ciad.mx/notas/item/2384-los-beneficios-del-ajo-para-la-salud>

Sólo 1 de Cada 2 Hogares en México Puede Comer Diario Frutas y Verduras
<https://www.forbes.com.mx/economia-1-de-cada-2-hogares-mexico-comer-diario-frutas-verduras/>

Samperio, G. (2004) *Hidroponía Básica*. México: Editorial Diana.

Samperio, G. (2005) *Un Paso Más en la Hidroponía*. México: Editorial Diana.

Frutas y Hortalizas: Ajo-Información General <https://www.frutas-hortalizas.com/Hortalizas/Presentacion-Ajo.html>

JORNADAS ACADÉMICAS DE DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS 2022
NIVEL SECUNDARIA

FAO. 2020. Frutas y verduras – esenciales en tu dieta. Año Internacional de las Frutas y Verduras, 2021. Documento de antecedentes. Recuperado de:
<http://www.fao.org/3/cb2395es/cb2395es.pdf>

FAO: Capítulo 13: Carencia de Hierro y Otras Anemias Nutricionales
<http://www.fao.org/3/w0073s/w0073s0h.htm#bm17x>

FAO: Capítulo 15: Carencia de Vitamina A
<http://www.fao.org/3/w0073s/w0073s0j.htm#TopOfPage>

FAO: Capítulo 19: Carencia de Vitamina C y Escorbuto
<http://www.fao.org/3/w0073s/w0073s0n.htm#TopOfPage>

FAO: Capítulo 22: Otras Carencias de Micronutrientes y Desórdenes Nutricionales Menores
<http://www.fao.org/3/w0073s/w0073s0q.htm>

Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro: El Cultivo del Ajo.
<http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/1232/TECNICA>

Pasta de dientes a base de polvos naturales, que no dañen la salud dental, ni corporal del humano

María José Álvarez González
Francesca D'Aquisto Castillo
Secundaria
fgomez@annesullivan.edu.mx

La pasta de dientes desencadena efectos dañinos en el ser humano, ¿Cómo podemos sustituirla?

La pasta dental es un producto que usamos diariamente, estamos acostumbrados a esto porque sabemos que va dejar nuestra dentadura sana y limpia, pero ¿hasta qué punto tomamos el riesgo de enfrentarnos a los efectos secundarios de una pasta de dientes fabricada?, ¿en verdad este producto nos perjudica? Es por eso, que nuestra propuesta es hacer una pasta de dientes a base de polvos naturales que no dañen la salud dental, ni corporal del humano.



¿Polvos dentales?



Según un estudio realizado por el Instituto Cornucopia (EE.UU.) orientado a hábitos alimenticios y de consumo, algunas pastas podrían contener sustancias tóxicas como el triclosán para nuestro organismo. En el informe aseguran que muchos de los dentífricos etiquetados como “naturales” o “premium” contienen sustancias poco saludables como tintes y aromas artificiales, plastificantes, edulcorantes y saborizantes que si son ingeridos, pueden ser peligrosos. Adicionalmente, según la OCU (Organización de Consumidores y Usuarios) (Madrid, España) el triclosán, llega a alterar o ser un disruptor para el sistema endocrino y al mismo

tiempo aumentar la resistencia bacteriana frente a los antibióticos. En el

estudio nos sugieren que este debe ser restringido ya que se puede abusar de él. Ésto nos llevó a la conclusión que debemos concientizar a las personas sobre el usode la pasta dental comercial y suplirlo con polvos naturales tales como: pimienta, hierbabuena y carbón activado. Por lo tanto, realizamos una encuesta a 15 alumnos del Colegio Anne Sullivan donde recibieron una prueba hecha por del polvo dental de hierbabuena ejecutada por nosotras y nos dijeron que tan bien lesfuncionó el producto. Estos fueron las preguntas:

1. ¿Qué sensación te dio el producto una vez que lo utilizaste?
2. ¿Qué tan difícil fue utilizarlo?
3. ¿Recomendarías este producto?

Y los resultados:

Porcentaje	Respuesta
69.2%	Notaron una sensación de limpieza
84.6%	Sintieron que es de fácil aplicación
100%	Recomendarían este producto

Resultados

Nuestra hipótesis, “El utilizar de manera frecuente polvos dentales, es eficiente para reducir el uso abrasivo de los componentes que contiene la pasta. Por lo tanto, si creamos una pasta de dientes a base de polvos dentales, entonces ayudará a disminuir los problemas que la pasta dental original causa en el cuerpo humano.” fue verídica; yaque al probar los polvos naturales, nos dimos cuenta que sicumplen con las funciones previamente establecidas. Para obtener datos correctos, nuestro producto fue probado por nosotras, más diez y siete menores, más cuatro adultos, uno de ellos una dentista que nos proporcionó la certeza de que, en efecto, nuestras pastas si funcionan. Su opinión fue la siguiente:

La pasta dental hecha a base de productos naturales y orgánicos tiene la misma función de una pasta químicamente constituida, se comporta de una



manera similar haciendo barrido de la placa dentobacteriana por medio del bicarbonato y el carbón activo, usando como vehículo una sustancia suave que deja junto con layerbabuena una sensación de limpieza y confort. Esta pasta no deja efectos secundarios ni genera reacciones adversas ni alérgicas, esa termina siendo su gran ventaja sobre la químicamente realizada aparte que es de bajo costo y fácil almacenamiento.

Referencias

- Guzmán, F. (2016). *Fluorosis dental, grave problema de salud pública. Propicia la colonización de bacterias*. 2021, de Gaceta UNAM Sitio web:
<http://www.acervo.gaceta.unam.mx/index.php/gum10/article/view/83066>
- Huerta, L. (2018). *Efectos negativos del dióxido de titanio en la salud humana*. 2021, de Gaceta UNAM Sitio web:
<https://www.gaceta.unam.mx/efectos-negativos-del-dioxido-de-titanio-en-la-salud-humana/>
- S. A.. (2014). *Datos sobre la fluorosis: guía para padres y cuidadores*. 2021, de American Academy of Pediatrics Sitio web:
<https://www.healthychildren.org/Spanish/healthy-living/oral-health/Paginas/fluorosis-facts-information-parents-caregivers.aspx#:~:text=La%20fluorosis%20dental%20es%20causada,los%20años%20de%20edad.>
- S. A.. (2021). *¿Cuáles son los beneficios del uso de la pasta de dientes?* 2021, de FarmaFerrer Sitio web:
<https://www.farmaferrer.com/blog/cuales-son-beneficios-uso-pasta-de-dientes-higien-bucal#:~:text=Beneficios%20de%20las%20pastas%20dentales&text=Prevenció n%20de%20la%20caries%20gracias,el%20proceso%20no%20se%20detiene> S.A.. (S. F.). *Componentes de los dentífricos*. 2021, de Sanitas Sitio web:
<https://www.sanitas.es/sanitas/seguros/es/particulares/biblioteca-de-salud/salud-dental/prevencion-diagnostico/dentifricos-componentes.html>
- Zuñiga, Okairy. (2016) *5 ingredientes que debes evitar en tu pasta de dientes*. Mejor con Salud. Recuperado de:
<https://mejorconsalud.as.com/5-ingredientes-que-debes-evitar-en-tu-pasta-de-dientes/>

- S.A. (2015) *10 Alternativas Naturales a la Pasta de Dientes*. Qué! Recuperado de: <https://www.que.es/2015/08/20/201508200800-alternativas-naturales-pasta-diente-s/10>
- S.A. (2017). *Polvos y pastas dentales naturales de ayer y de hoy*. Etnobotánica. Recuperado de: <http://www.etnobotanica.net/polvos-y-pastas-dentales-naturales-de-ayer-y-de-hoy/>
- S.A. (2017). *Triclosán: en qué productos está permitido*. OCU. Recuperado de: <https://www.ocu.org/salud/medicamentos/noticias/triclosan-queremos-que-se-restrinja-su-uso>

¿Sabes qué ocurre en nuestro ojo al enfocar?

Cinthia Getsemani Gutiérrez Cruz
Alejandra de las Mercedes Morales Argéiz
Centro Interdisciplinario de Ciencias de la Salud Unidad Santo Tomás
getsemanigtzct@gmail.com, ale_mercy@hotmail.com

¿Cuál es el proceso para que una imagen sea enfocada por nuestro ojo?

Dentro de los muchos procesos fisiológicos y bioquímicos que ocurren al interior de nuestros ojos, probablemente el más conocido sea la foto transducción, que implica la capacidad que tiene nuestra retina para poder convertir la imagen percibida (energía luminosa) en un potencial de acción (energía eléctrica) para así viajar hasta el cerebro (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**), específicamente hasta el área occipital y poder ser integrada e interpretada, pero antes de que todo esto ocurra, de que la luz llegue a la retina existe otro proceso llamado acomodación, que es llevado a cabo por el cristalino, que es una de las muchas estructuras que conforman nuestro globo ocular, así mismo este es mediado por el músculo ciliar provocando un aumento de la vergencia de luz originada por el cristalino, dicho de otra forma nos permite enfocar objetos que se encuentran a diferentes distancias dando como resultado la formación de una imagen nítida sobre la retina.

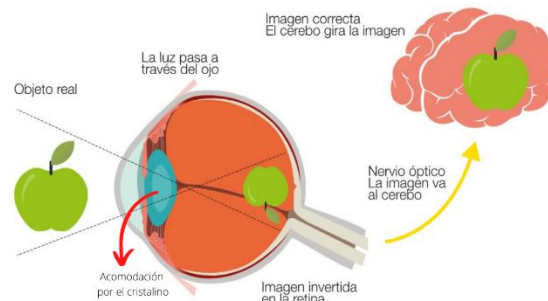


Ilustración 1 Proceso visual Rodríguez Arnaldo. (2021). Formación de imágenes en el ojo. [figura]. Recuperado de <https://biblogteca.com/formacion-de-las-imagenes-en-el-ojo/>

Hoy en día existe un gran porcentaje de personas que realizan actividades en las que requieren una visión próxima, y a consecuencia de esto los problemas acomodativos se presentan con mayor frecuencia, esto es debido a que naturalmente nuestro sistema visual está diseñado para realizar constantes cambios de puntos de fijación, de lejos a cerca y viceversa, pero, si se prolonga el esfuerzo en visión próxima, con el



Ilustración 2 Ilustración 2 Acomodación en visión lejana y en visión cercana Vía óptica. [figura]. Recuperado de <https://vitaoptica.es/cristalino-y-acomodacion/>

tiempo se dificultara su actividad normal y ocasionara una pérdida de la eficiencia

acomodativa del sistema visual, dando origen a anomalías acomodativas, que pueden ser diagnosticadas y tratadas por un licenciado en optometría después de un examen visual.

¿A qué se le llama acomodación?

El sistema óptico del ojo proyecta imágenes en la retina sensible a la luz en la parte posterior del ojo. Esto depende de la potencia óptica de la córnea y el cristalino, es decir, solo los objetos a una cierta distancia pueden ser captados como imágenes nítidas.

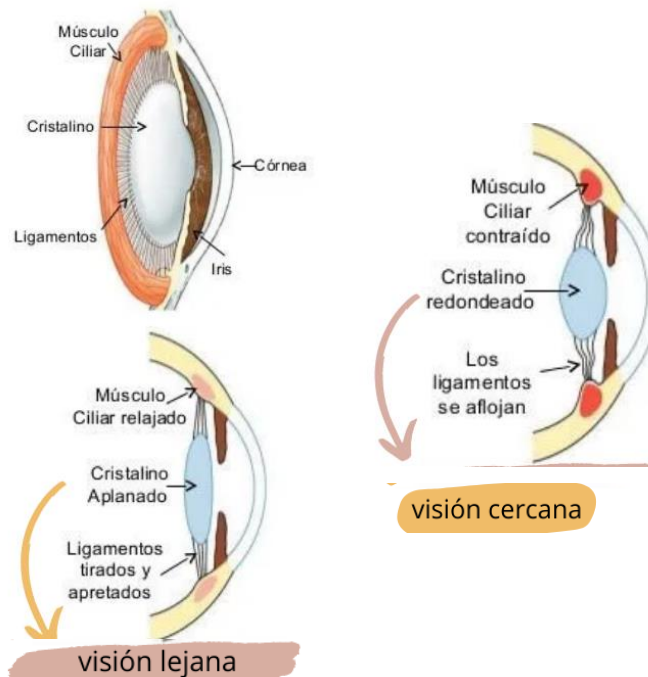


Ilustración 3 Mecanismo de acomodación

Los objetos más cercanos o alejados aparecen desenfocados (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**), pero afortunadamente, el sistema óptico de niños y adultos jóvenes sanos se puede ajustar su poder para formar imágenes claras de objetos en una amplia gama de distancias. Entonces se va a definir a la acomodación como un proceso del sistema óptico del ojo que va a variar su longitud focal en respuesta a un estímulo visual, es decir la capacidad para poder enfocar con nitidez objetos a diferentes distancias. Este proceso no es simplemente la habilidad de ver nítidamente objetos cercanos con la mejor corrección de lejos, el término «acomodación» hace referencia a un cambio dióptrico dinámico y activo del poder refractivo del ojo.

En la anatomía del sistema acomodativo podemos distinguir cuatro elementos principales: el cuerpo ciliar, el músculo ciliar, la zónula de Zinn y el cristalino rodeado de su cápsula (se encuentra unido al músculo ciliar por la zónula). Este mecanismo

iniciara una vez que exista un estímulo visual, generando un aumento de la curvatura del cristalino, principalmente en la cara anterior. Se conoce que aproximadamente el radio de curvatura en un estado de relajación es de 11mm, y al ocurrir la acomodación puede disminuir a 5 o 6 mm por lo que al variar su forma aumentara el poder convergente del ojo, y de este modo desplazar la luz para ser enfocada en la retina.

Para enfocar en visión próxima o cercana va a ocurrir lo

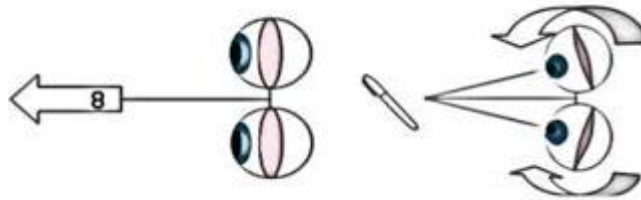


Ilustración 4 Convergencia ocular

siguiente, el músculo ciliar se contrae mientras que las fibras de la zónula se relajan y la capsula del cristalino se distiende, de manera que adopta una forma esferoidal y a su vez aumenta su poder refractivo. A diferencia de enfocar a visión lejana, el músculo ciliar se encuentra relajado, las fibras de la zónula están tensas, y el cristalino estará aplanado, de forma elíptica, y en consecuencia su poder de refracción disminuye (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**). Además de la variación de la potencia dióptrica del ojo durante la acomodación, se producen dos cambios fisiológicos más: una convergencia ocular o convergencia acomodativa, y una miosis pupilar, denominada miosis acomodativa.



Ilustración 5 Miosis pupilar acomodativa Recuperado de <https://idus.us.es/bitstream/handle/11441/64664/10.%20REDACCION%20TFG%20V10%20pdf.pdf;jsessionid=DEB C5E8E4AF952D2F61942C2DC38AEBC?>

Existe un mecanismo fisiológico denominado “triada acomodativa” el cual como su nombre lo indica, significa que ocurren al mismo tiempo durante la acomodación 3 procesos, uno de ellos como se mencionó antes, que es la variación de la potencia dióptrica del ojo, el segundo es la convergencia ocular y por último es una miosis pupilar; esta interrelación entre los tres mecanismos ocurre durante la acomodación, y además la acción asociada entre ellos se conoce como sincinesia. Explicando un poco sobre la convergencia ocular, hace referencia a la posición o dirección de los ojos al mirar un objeto cercano (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**), es decir, habitualmente al mirar un objeto lejano los ojos tienen una dirección recta hacia adelante, para que los rayos de luz se consideren paralelos y lleguen a la retina, específicamente en el área macular, mientras que al ver un objeto próximo los ojos giran hacia adentro para que el eje visual se dirija hacia él, por lo que, cuanto más cerca se encuentre el objeto mayor será la convergencia.

Al observar un objeto próximo la pupila se contrae, denominado como miosis pupilar, su función es actuar como diafragma, provocando un aumento de la profundidad de foco y a su vez disminuyendo los círculos de difusión, además disminuye aberraciones

al disminuir el diámetro pupilar. A diferencia de la miosis producida por la luz, esta generada por la acomodación es más lenta (**Error! No se encuentra el origen de la referencia.**).

Se describen dos tipos de imágenes que serán percibidas por nuestro ojo al mismo tiempo, la imagen óptica y la imagen retiniana. La primera hace referencia a aquella que forma el sistema óptico del ojo (córnea, cristalino, etc.), está siempre se formara nítidamente y puede o no coincidir con la retina. Mientras que la imagen retiniana como su nombre lo dice es aquella que se forma sobre la retina, y puede ser borrosa o hallarse nítidamente enfocada. Lo esperado es que ambas imágenes coincidan sobre la retina, es decir sean enfocadas con claridad sobre ella, pero esto no pasa en la mayoría de las personas, ya que implica que nuestro sistema visual se encuentre en óptimas condiciones, y lamentablemente existen errores de refracción, problemas en motilidad ocular o anomalías acomodativas de la cuales vamos a hablar, que no permiten que ambas imágenes coincidan por completo, generando propiamente una imagen borrosa.

Anomalías acomodativas

Las anomalías acomodativas se definen como la presencia de una alteración total o parcial de la musculatura interna del globo ocular, provocando alteraciones y causando astenopia visual. Estos trastornos acomodativos, clínicamente presentan cambios visuales, reflejados en la agudeza visual, variaciones de la amplitud de acomodación o anomalías en la flexibilidad y habilidad acomodativa, es usual que su aparición comience en la etapa infantil, sin embargo, su manifestación puede ser en ese mismo momento o en etapas posteriores (juvenil o adulto); y por lo general cuando se comienza a esforzar la visión cercana.

Dentro de las alteraciones podemos encontrar una respuesta del sistema de acomodación inferior al requerido o al esperado, una respuesta excesiva, un espasmo generado por una fuerte contracción sostenida del músculo ciliar, dificultad para hacer modificaciones rápidas de la respuesta acomodativa, e incluso alguna parálisis o paresia acomodativa, esta última generalmente causada por diferentes enfermedades sistémicas o traumatismos. Es importante mencionar que de acuerdo a la clasificación internacional de enfermedades (International Classification of Diseases ICD) de la organización mundial de la salud (OMS), ICD-10 (versión 2015), presenta un sistema de clasificación, que propiamente hace mención de los trastornos de la visión binocular, acomodación y refracción. Las alteraciones acomodativas, pertenecen al grupo H52.5 siendo definidas como “trastornos de acomodación”, pero no están establecidas subclasificaciones.

Algunas clasificaciones de estas son, de acuerdo a Duane, quien fue uno de los primeros en clasificar las anomalías acomodativas incluyendo: 1) insuficiencia acomodativa, encontrando dentro de esta acomodación mala sostenida, parálisis de la acomodación y acomodación desigual; 2) exceso de acomodación y 3) una inflexibilidad acomodativa, mientras que Scheiman y Wick las clasificaban en: 1) hipofunción de la acomodación, y dentro de esta se encuentra la insuficiencia de acomodación, fatiga acomodativa y parálisis de la acomodación; 2) hiperfunción de la

acomodación, incluyendo exceso de acomodación y espasmo acomodativo; y 3) la inflexibilidad de la acomodación.

¿Cómo se detecta una anomalía acomodativa?

Las anomalías binoculares acomodativas como se menciona son disfunciones visuales que pueden interferir con el desempeño de la persona o afectar la

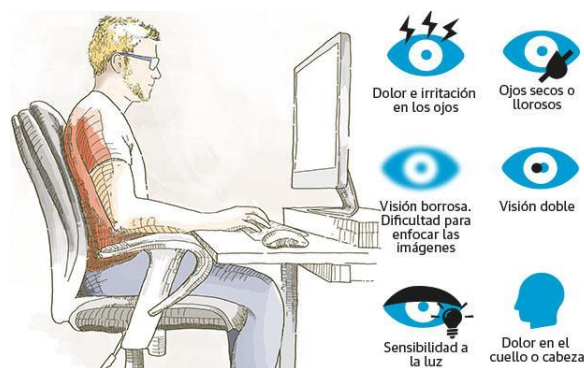


Ilustración 6 Síntomas comunes de anomalías acomodativas

capacidad para funcionar de manera eficiente en el trabajo. De hecho, aquellas personas que ocupan una gran cantidad de visión cercana, como leer o trabajar con la computadora, son más propensas a desarrollar síntomas y signos relacionados

Ilustración 7 AA por método de Donders (acercamiento)

con disfunciones acomodativas o de vergencia.



Los síntomas comúnmente asociados con estas anomalías pueden incluir visión borrosa de lejos o de cerca, dolores de cabeza, diplopía, dificultad para leer, pérdida de concentración y, en muchos casos, imposibilidad de mantener una visión clara durante un período de tiempo razonable (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**). Como resultado de varias pruebas acomodativas y binoculares, cuyos resultados pueden estar alterados, se nombran los signos utilizados para diagnosticar estas anomalías. La evaluación de los parámetros acomodativos por parte de un optometrista permite determinar si este se encuentra dentro del rango normal de acuerdo con la edad del paciente, y si no es así determinar el tipo de anomalía acomodativa.

Existen diversos métodos para valorar y estudiar la respuesta acomodativa, cada uno de estos métodos son realizados por el optometrista, y de acuerdo con la edad del

paciente, la prueba puede adaptarse. Se examina la amplitud de acomodación (AA), que es la máxima capacidad acomodativa que se tiene para enfocar en visión próxima y se considera como principal criterio de diagnóstico (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**; flexibilidad y habilidad acomodativa, acomodación relativa positiva y negativa (ARP y ARN), AC/A (acomodación convergencia-acomodativa). Existen diferentes tablas que explica los resultados normales que se obtiene en cada evaluación, y mediante estas identificamos lo esperado por edad y también por prueba, también existen las llamadas fórmulas de Hofstetter, en la que si se obtiene una AA inferior al valor mínimo se sospechara de una deficiencia acomodativa.

Conclusiones

Previamente ya conociendo todo lo que implica el proceso de acomodación, es importante reconocer el papel de un optometrista dentro del cuidado de la salud visual, al valorar mediante distintas pruebas el sistema acomodativo, ya que pueden ser fácilmente detectadas estas alteraciones en un examen visual.

Actualmente la mayoría de las actividades que realizamos requieren una distancia corta de trabajo, es decir en nuestras actividades solemos utilizar la visión cercana (menor a 6 m e incluso 1m); un estudio demuestra que quienes realizan períodos prolongados de trabajo de visión cercana, como la lectura o el uso prolongado de computadoras, tienen más probabilidades de presentar síntomas y signos asociados con anomalías acomodativas. No obstante, los síntomas asociados con el trabajo prolongado de la visión de cerca pueden reducirse con el tratamiento adecuado para mejorar la función acomodativa y de vergencia.

En ciertos casos el sistema visual puede ser incapaz de realizar tareas cercanas de manera eficiente, provocando problemas visuales, como fatiga o astenopia y deterioro del rendimiento visual, es importante no dejar pasar los síntomas y tampoco normalizar nuestra forma de ver hasta después de haber realizado un correcto y completo examen visual con un licenciado en optometría, ya que posterior a este se identificara la causa u origen de los síntomas y signos, diagnosticando una anomalía acomodativa, refractiva, de motilidad, perceptual e incluso patológica, para poder ser tratada.

Las disfunciones acomodativas afectan en el progreso de aprendizaje de un niño o bien en la capacidad de una persona para funcionar de manera eficiente en el curso de su trabajo. Es común que los niños abandonen una tarea debido a su incapacidad para mantener una acomodación adecuada y / o una convergencia en el plano de fijación. Por ello la importancia de acudir oportunamente con un especialista para llevar a cabo un tratamiento que va desde la corrección de una ametropía, la prescripción de adiciones y terapia visual para las diferentes disfunciones acomodativas, y así poder mantener nuestro sistema visual en óptimas condiciones y a su vez gozar de una buena calidad visual.

Referencias

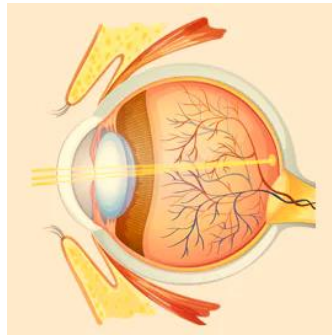
- Borràs García, M. Rosa, Gispets Parcerisas, Joan, Ondategui Parra, Juan Carlos. (2004). *Visión binocular Diagnóstico y tratamiento*. Universitat Politècnica de Catalunya.
- Cacho-Martínez, P., García-Muñoz, Á., Y Ruiz-Cantero, MT (2014). ¿Existe alguna evidencia de la validez de los criterios de diagnóstico utilizados para las disfunciones binoculares acomodativas y no estrábicas? *Revista de optometría*, 7 (1), 2–21. <https://doi.org/10.1016/j.optom.2013.01.004>
- García-Muñoz, Á., Carbonell-Bonete, S., y Cacho-Martínez, P. (2014). Sintomatología asociada a anomalías de la visión acomodativa y binocular. *Revista de optometría*, 7 (4), 178-192. <https://doi.org/10.1016/j.optom.2014.06.005>
- Grosvenor Theodore. (2004). *Optometría de atención primaria*. MASSON, S. A
- Legrá Nápoles, S., Galarza Núñez, J. L., Martínez Herrera, C. P., & Gallo González, M. (2019). Disfunciones acomodativas en estudiantes no estrábicos de la Unidad Educativa Arturo Borja, Orellana, Ecuador. *Revista Conrado*, 15(67), 110-124. Recuperado de <http://conrado.ucf.edu.cu/index.php/conrado>
- Marín-Franch, I., Del Águila-Carrasco, A. J., Bernal-Molina, P., Esteve-Taboada, J. J., López-Gil, N., Montés-Micó, R., & Kruger, P. B. (2017). There is more to accommodation of the eye than simply minimizing retinal blur. *Biomedical optics express*, 8(10), 4717–4728. <https://doi.org/10.1364/BOE.8.004717>
- Montés Micó Roberto.(2011).*Optometría principios Básicos y aplicación clínica*. ELSEVIER.
- Scheiman Mitchell, Wick Bruce. *Tratamiento clínico de la visión binocular*. J. B. Lippincott Company, Philadelphia. Madrid, España
- Puell Marin M. Cinta. *Óptica Fisiológica, el sistema óptico del ojo y la visión binocular*. Universidad Complutense de Madrid. ISBN Versión Digital: 1-4135-6363-5
- <https://icd.who.int/browse10/2015/en#/H49-H52>

¿Por qué es importante que los niños acudan a consulta optométrica?

C. Yunuen Monserrat Sagrero González
M. en R.V. E.F.V. Opt. Alejandra de las Mercedes Morales Argáez
Centro Interdisciplinario de Ciencias de la Salud - Unidad Santo Tomás
Instituto Politécnico Nacional
sagrero Gonzalez@gmail.com, ale_mercy@hotmail.com

¿Sabías qué?

Optometría, es el área que contribuye a la solución de problemas de salud visual, mediante la detección temprana y el tratamiento oportuno de alteraciones del sistema visual y estructuras asociadas desde que se nace; siendo un **licenciado en optometría** el profesional capacitado para diagnosticar, tratar, canalizar, rehabilitar, prevenir e investigar las alteraciones visuales y las anomalías oculares desde un paciente pediátrico hasta un paciente geriátrico.



Las **anomalías oculares** o mejor conocidas como **ametropías** que son defectos de refracción en el ojo que impide que las imágenes se formen a decuadamente en retina. Y las **patologías oculares** que son trastornos anatómicos y fisiológicos de sus tejidos y funciones del órgano ocular, es decir, todo lo que provoca enfermedad o mal funcionamiento del ojo, *si no son detectadas a tiempo pueden culminar con una deficiencia visual.*

Claves para eliminar la ceguera evitable

En el día mundial de la visión en 2006 la **OMS** y la Agencia Internacional para la Prevención de la Ceguera (**IAPB**), exponen las claves para eliminar la ceguera evitable centrándose en tres estrategias fundamentales.



1. asegurar un acceso al cuidado médico y servicios de rehabilitación.

1.1 ¿CÓMO ES EL ACCESO A LA SALUD EN MÉXICO?

De los más de 126 millones de habitantes de México, el 73.5%, es decir 92 millones 582 mil 812 personas, están afiliadas a servicios de salud. De estos, el 97.7% están afiliadas a algún servicio público, mientras que el 2.3% restante a seguros o servicios privados. Aunado a lo anterior, en 2020 el INEGI identificó la existencia de 33 millones de personas en el país que no cuentan con derechohabiencia o afiliación a servicios de salud públicos o privados.

2. preparar adecuadamente a profesionales del cuidado ocular y buscar que estén debidamente distribuidos geográficamente.

2.1 ¿HAY SUFICIENTES PROFESIONALES DE LA SALUD VISUAL EN MÉXICO?

Según la Asociación Mexicana de Facultades, Escuelas, Colegios y Consejos de Optometría, **México requiere 11 mil 234 licenciados en optometría** para atender al total de la población, aunque apenas hay aproximadamente 4 mil titulados. De acuerdo con las métricas de la Organización Mundial de la Salud (OMS), se necesita un optometrista por cada 10 mil habitantes.

3. La estrategia, además, plantea la necesidad de promover el acceso global a una infraestructura adecuada, y defiende la necesidad de trabajar por el establecimiento y desarrollo de sistemas eficientes de referencia y apoyo.

3.1 EL SISTEMA DE SALUD EN MÉXICO, ¿ES EFICIENTE EN CUANTO A LA REFERENCIA Y APOYO?

Si bien, la mayoría de la población del país (70.9%) cuenta con afiliación a algún servicio público de salud, no necesariamente se traduce a un acceso efectivo, pues el 56% de la población que se atiende en sector privado es derechohabiente de los servicios públicos de salud, de acuerdo con los resultados de la Ensanut 2020.

¿Y qué pasa con la población pediátrica?

Se reporta que alrededor de 500 000 niños quedan ciegos cada año, aproximadamente uno por minuto. La mayoría de estos niños nacen ciegos o evolucionan a la ceguera dentro del primer año de vida, lo cual representa una cifra aproximada de 6000 casos por cada 10 millones de habitantes, en países en desarrollo. Sin embargo, cerca de 40 % de todas las causas de ceguera en la niñez son prevenibles o tratables.



Los errores o alteraciones de refracción no pueden prevenirse en el 100% de los casos, pero pueden diagnosticarse con un examen optométrico y tratarse con lentes de armazón o lentes de contacto o cirugía refractiva, sin embargo **uno de los problemas es su falta de inclusión en los registros**, por lo que debe considerarse que si estos no son incluidos como causa de deterioro visual, esto **implica una magnitud mayor en la prevalencia global de disminución visual o ceguera**.

En nuestro país, las causas de ceguera y/o déficit visual de moderado a severo reportadas en la encuesta Latinoamericana de Ceguera y déficit visual incluyen: retinopatía del prematuro (34.7%), Glaucoma congénito (14.6%) y distrofia retiniana (5.6 %).

Las enfermedades oculares que se manifiestan o desarrollan en las etapas de RN, lactante o preescolar son causa frecuente de déficit o discapacidad visual moderado/severo o ceguera, o representan enfermedades sistémicas en sus formas graves, estas conducen a problemas asociados a bajo rendimiento escolar al igual que los problemas refractivos no diagnosticados. El déficit visual moderado o severo son desenlaces discapacitantes y resultado de la falta de diagnóstico temprano de enfermedades oculares subyacentes.

En conclusión, teniendo en cuenta que el 80% de la información necesaria para nuestra vida cotidiana implica el órgano de la visión, lo que representa un papel central en la autonomía y desenvolvimiento de cualquier persona y, especialmente, durante el desarrollo infantil, las diferentes patologías y alteraciones oculares pueden reducir en diversos grados o anular la entrada de esta información visual imprescindible para nuestro desempeño diario y bienestar.



Por ello es importante que se acuda con un licenciado en optometría para la evaluación de la salud ocular y visual del paciente pediátrico desde los seis meses de nacido, para detectar a tiempo defectos de refracción, así como patologías, que de acuerdo con la necesidad de cada paciente se le dará tratamiento o bien su canalización según lo amerite. Ya que es importante asegurarse de que los ojos de los niños estén sanos y que su visión no afecte su seguridad y/o rendimiento escolar.

Referencias

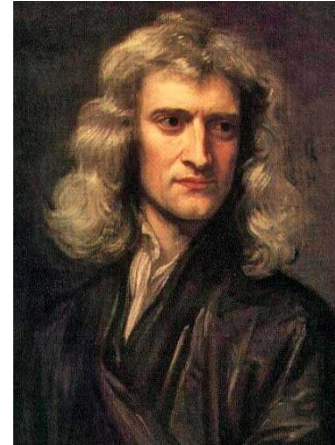
- Instituto Politécnico Nacional.* (s/f). Portal del Instituto Politécnico Nacional. Recuperado el 10 de diciembre de 2021, de <https://www.ipn.mx/daes/atencion-a-la-salud/optometria.html>
- Instituto Politécnico Nacional.* (s/f-b). Portal del Instituto Politécnico Nacional. Recuperado el 10 de diciembre de 2021, de <https://www.ipn.mx/oferta-educativa/educacion-superior/ver-carrera.html?lg=es&id=41>
- (S/f-b). Optometristas.org. Recuperado el 10 de diciembre de 2021, de <https://optometristas.org/patologia-ocular>
- (S/f-c). RAE.es. Recuperado el 10 de diciembre de 2021, de <https://dle.rae.es/ametrop%C3%ADa>
- En México, 33 millones de personas sin acceso a servicios públicos o privados de salud: INEGI.* (s/f). Código F. Recuperado el 15 de diciembre de 2021, de <https://codigof.mx/en-mexico-33-millones-de-personas-sin-acceso-a-servicios-publicos-o-privados-de-salud-inegi/>
- Sánchez, A. (2016, mayo 5). *Devlyn, con 'visión' limitada por falta de optometristas.* El Financiero. <https://www.elfinanciero.com.mx/empresas/devlyn-con-vision-limitada-por-falta-de-optometristas/>
- Día Mundial de la Visión: OMS recuerda que 75% de causas de ceguera son prevenibles.* (2006, octubre 12). Noticias ONU. <https://news.un.org/es/story/2006/10/1089291>
- (S/f). Gob.mx. Recuperado el 10 de diciembre de 2021, de <http://www.imss.gob.mx/sites/all/statics/guiasclinicas/793GER.pdf>

Dualidad Onda-Partícula

Pablo Hernán Martínez Castañeda
Escuela Superior de Física y Matemáticas
Instituto Politécnico Nacional
silent230@hotmail.com

Introducción

Durante el siglo XVII exponentes como el ya celebrado Isaac Newton, se encargaron de desarrollar la teoría corpuscular de la luz; Sin embargo, otra corriente comenzaba a mostrarse en la comunidad científica, la luz como una onda, principalmente apoyada por Young o Huygens, pero debido a la ya existente y creciente popularidad de los trabajos de Newton, y al pobre desarrollo matemático de la teoría ondulatoria, la misma fue descartada durante un largo periodo, no es hasta 1801 que Tomas Young con su experimento de la doble rendija marcaría un antes y un después en la óptica clásica.



*Ilustración 8 Isaac Newton
(1642-1727)*

El presente escrito busca responder a la pregunta ¿Qué es la luz?, para ello hemos investigado sobre la luz, su comportamiento, sus efectos sobre el mundo que nos rodea y las repercusiones que ha tenido el conocer la naturaleza de la luz.

La estructura de este artículo es la siguiente: en la primera sección se presenta una síntesis de la historia de los aportes de distintos físicos en cuanto a la naturaleza de la luz, así como del impacto de estos mismos resultados en la comunidad científica. Finalmente, en la segunda y última sección, retomando lo expuesto en las secciones precedentes, ofrecemos una respuesta sobre la naturaleza de la luz.

La luz a través de los años.

Empecemos con una simple pregunta, ¿qué es la luz?

La naturaleza de la luz es un concepto de profunda duda durante más de un siglo, concepto que fue evolucionando y construyendo a la par de la física moderna, por lo que es normal preguntarse ¿por qué si más de una persona se enfocó al estudio de la misma, es hasta nuestros días que se tiene un resultado concluyente? pues a pesar de la sencillez que tiene la pregunta sobre la naturaleza de la luz, la respuesta a la misma es bastante compleja, y para poder responderla hagamos como dijo Newton y parémonos sobre los hombros de gigantes.

No fue una casualidad el haber citado a Newton, pues es con él con el que comienza esta historia.

Isaac Newton

Para Newton era claro que la luz estaba formada por grupos de pequeñas partículas, a los que denominaría corpúsculos, los cuales viajaban en línea recta a una velocidad enorme.

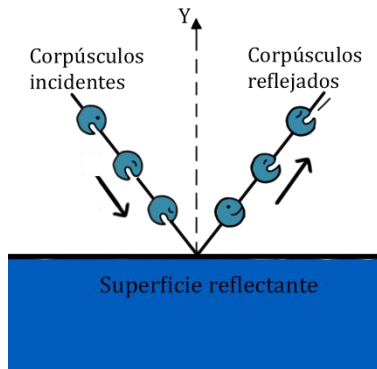


Ilustración 9 Reflexión de la luz

Bajo este razonamiento el fenómeno de la reflexión tenía origen en la naturaleza de los materiales, pues Newton categorizó a los mismos en dos tipos, transparentes y opacos, los primeros permitían que la luz atravesara su superficie, mientras que la luz rebotaba en los materiales opacos, tal y como la física de choques ya nos permitía explicar.

Por otra parte, los colores surgían de corpúsculos con distintas masas, es decir a cada color le correspondía un corpúsculo con determinada masa.

Sin embargo esta teoría no permitía explicar de forma completamente satisfactoria fenómenos como la refracción de la luz; Pues para Newton este fenómeno se explicaba de la siguiente forma:

Supongamos que un solo corpúsculo viaja inicialmente en un medio con cierta trayectoria, al pasar algún tiempo este corpúsculo se encuentra con un segundo medio, entonces la superficie que separaba a ambos medios ejercía una fuerza de atracción sobre la partícula de luz, de modo que su velocidad se vería afectada a lo largo del eje “y”. Esto es lo que provocaba que el corpúsculo cambiara su trayectoria inicial al moverse de un medio a otro.

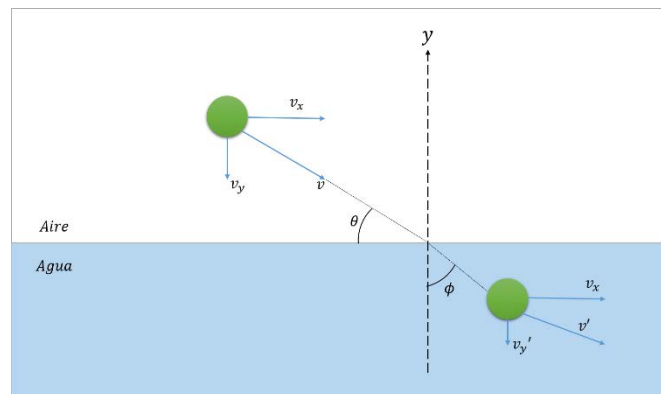


Ilustración 10 Refracción de la luz.

De esta forma Newton había afianzado lo que se conocería como la teoría corpuscular de la luz.

Robert Hooke y Christian Huygens:

En 1678 Robert Hooke, principal opositor de la luz como partícula, y Christian Huygens plantaron las bases de la teoría ondulatoria.

Por su parte Hooke fue de los primeros en proponer a la luz como una onda, mientras que Huygens dio a conocer el ya famoso “Principio de Huygens”.

Dicho principio se basa en que:

Los electrones en los materiales dieléctricos están fuertemente unidos a su núcleo, por lo que una vez la luz incidía en este tipo de materiales, provocara que los electrones comiencen a vibrar a la misma frecuencia que la luz, estas vibraciones generaran a su vez ondas circulares, las cuales se propagaran en todo el espacio.

Es decir:

“Todo punto alcanzado por una onda se convierte a su vez en un foco emisor de ondas” (Principio de Huygens)

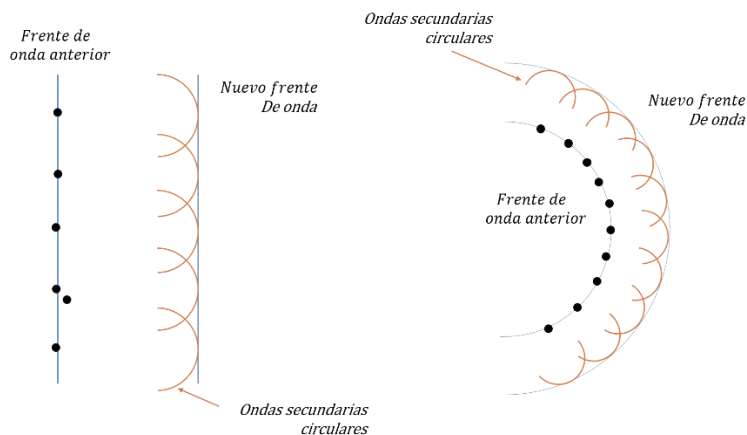


Ilustración 11 Se muestra el principio de Huygens para dos distintos frentes de onda.

Sin embargo, debido al renombre de Newton en la comunidad científica, la teoría ondulatoria fue opacada durante un largo tiempo; No fue hasta principios del siglo XIX que Tomas Young retomaría estas ideas y mostraría un curioso experimento.

Tomas Young: ¿el éter lumínico?

Fue en 1801, que Thomas Young llevo a cabo el ya famoso experimento de la doble rendija:

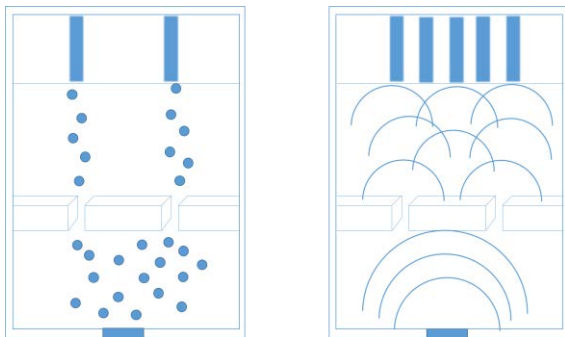


Ilustración 12 patrones de franjas luminosas obtenidos por partículas y ondas al atravesar dos rendijas.

El mismo constaba de colocar una placa conductora con dos pequeñas aberturas o rendijas, y seguido de esta una pantalla detectora. Una vez se tenía esto se hacía incidir luz sobre la placa conductora, si la luz estuviera formada por pequeños corpúsculos, en la pantalla se obtendrían un patrón formado por dos franjas de luz, es decir un patrón con la misma forma que tenían las rendijas. Sin embargo, al realizar el experimento Young observo que se obtenía un patrón bastante particular, muy diferente al esperado, pues en la

pantalla había más de dos franjas luminosas, o lo que se conoce una física como un patrón de interferencia, este resultado dejó perpleja a la comunidad científica, pues para este momento ya se sabía que este tipo de patrones eran únicamente de naturaleza ondulatoria. Por lo que la balanza comenzaba a inclinarse hacia la teoría ondulatoria.

Pero, esta cuestión dio paso a nuevas preguntas, si la luz es una onda ¿En qué medio se propagaba? La comunidad científica respondió esta pregunta al proponer un medio muy particular, el éter lumínico, un medio difícil de comprimir y tenue, además de llenar cualquier espacio en el universo incluyendo el vacío, de esta forma se explicaría la velocidad tan alta de la luz y de que la misma pudiese

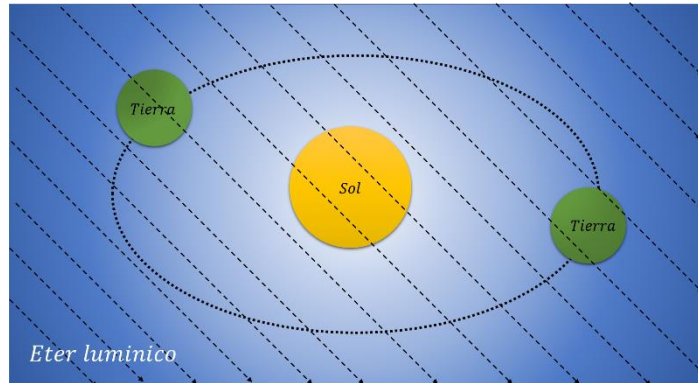


Ilustración 13 El éter lumínico que se suponía llenaba todo el espacio que nos rodea (Simbolizado por las líneas punteadas)

propagarse en el vacío. No obstante se daría respuesta a esta pregunta algunos años más tarde, cuando Maxwell formulara sus famosas ecuaciones, dando una nueva visión a la naturaleza de la luz, pues la misma ya no requería un medio para propagarse, sino que era ondas electromagnéticas, ondas que eran capaces de alterar el espacio que las rodea, de tal forma que podían mantenerse por sí mismas. Es de esta forma que finalmente se desecharía la idea del éter lumínico.

Einstein: ¿De vuelta a los corpúsculos?

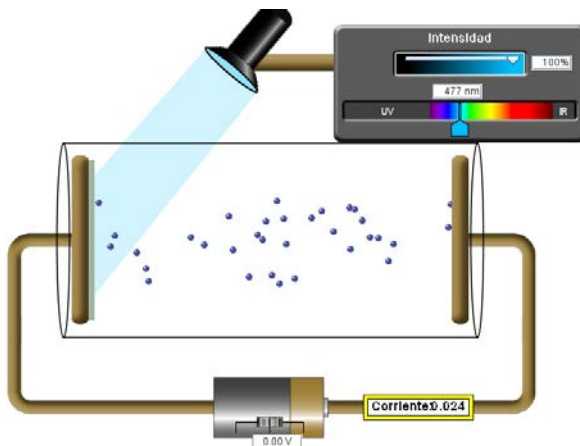


Ilustración 14 Simulación del efecto fotoeléctrico (Imagen obtenida del simulador Phet)

Para el momento se sabía que al iluminar una placa metálica, la misma generaría una corriente eléctrica, la teoría electromagnética permitía explicar este fenómeno sin problema, sin embargo, una pequeña variación del mismo resulta más complicado de explicar.

Se colocan dos placas conductoras paralelas entre sí, separadas por una cierta distancia, posteriormente se ilumina alguna de las dos placas y por medio de un amperímetro se puede medir una corriente eléctrica, es decir tenemos un circuito cerrado. Es aquí

donde comienzan las preguntas, pues como se dijo, las placas tienen un cierto espacio entre ellas, por lo que ¿cómo es posible que se formara un circuito cerrado?

Fue aquí donde Max Planck y Einstein dejarían atónita a la comunidad científica.

Por su parte Planck pudo explicar el como un cuerpo emitía radiación al aumentar su temperatura, para ello supuso que la energía emitida solo podían ser valores enteros de una cierta cantidad, dicha cantidad sería:

$$E = h\nu$$

Donde

E la energía emitida por el cuerpo

h es la constante de Planck

ν es la frecuencia de la luz que se emite.

Esto quería decir que la energía que emitía el objeto estaba cuantizada, ósea que la energía solo podía ser emitida en “paquetes”.

Einstein retomando los trabajos de Planck sobre la cuantización de la energía, los llevo un paso más adelante, pues para Einstein la luz era un corpúsculo o una partícula, donde cada partícula estaría dotada por una energía que cumplía la cuantización de Planck, es decir tenían una energía de múltiplos enteros de $h\nu$

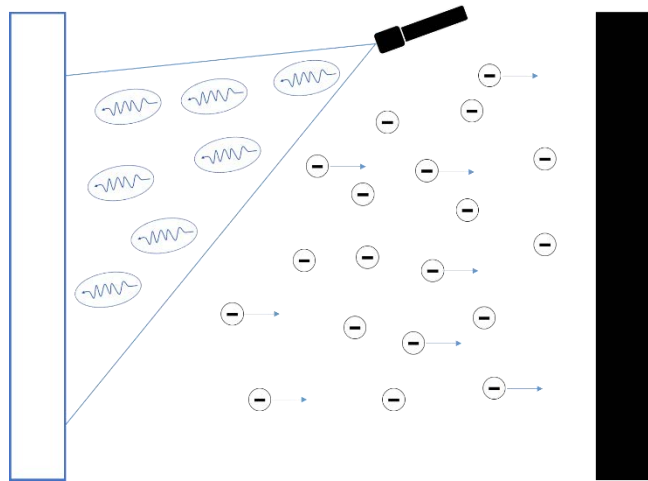


Ilustración 15 efecto fotoeléctrico (Explicación de Einstein)

Esta idea fue de lo más controversial para la sociedad científica, pues ya habían pasado 100 años desde que la teoría corpuscular había sido desmentida, era ya la teoría electromagnética que permeaba a toda la física moderna. Sin embargo, la misma no permitía explicar los resultados experimentales obtenidos, cosa que si se podía explicar si se veía a la luz como partículas.

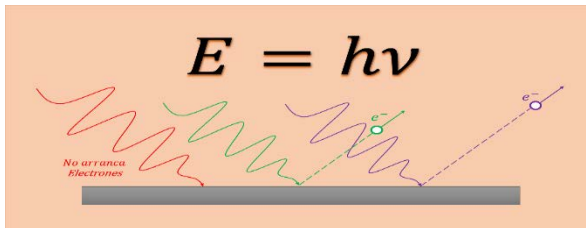


Ilustración 16 Para cada frecuencia se tiene una energía específica, algunas de estas energías no serán suficientes para poder arrancar electrones de la placa metálica. A mayor energía tenga la luz, más veloces saldrán los electrones

Einstein explicaba que la fuente luminosa emanaba partícula de luz, que llamo fotones, los cuales tenían una energía dada por:

$$E = h\nu$$

Dicha energía era la que se encargaba de impulsar los electrones para poder sacarlos de la placa metálica, debido a que esta interacción era de partícula a partícula, por más luz que incidiera en la placa si la energía del fotón no era

suficiente para arrancar el electrón los mismos ni se moverían. Este efecto conocido como efecto fotoeléctrico, sería el que en 1909 haría ganador del premio Nobel de Física a Einstein gracias a su controversial explicación.

Llegados a este punto la comunidad científica estaba confusa, pues a pesar de los esfuerzos de múltiples físicos, aun no se tenía una respuesta concluyente sobre la naturaleza de la luz.

Conclusión

Años después se repetiría el experimento de la doble rendija donde se tuvo un resultado que dejaría a todos con la boca abierta. Esta vez en lugar de tratar con luz se usaría electrones, partículas elementales, primeramente, el experimento resultó tal y como se esperaba, en la pantalla detectora se observaba un patrón producto de partículas puntuales. Sin embargo, al colocar un detector que pudiera saber en todo momento en que rendija incidían los electrones, se obtenía un patrón de interferencia, es decir pareciera que el electrón pasaba por ambas rendijas al mismo tiempo, se repitió el experimento múltiples veces obteniendo el mismo resultado, no fue hasta que se retiraría el detector que se volvería a obtener el patrón puntual.

Este resultado nos dice que los electrones según como se interactúe con ellos se comportaría como partícula o como onda, por lo que se comenzó a barajar la idea de la dualidad onda-partícula de la luz. Finalmente se respondía la pregunta que por más de un siglo causo insomnio a los físicos, la luz es tanto una onda como una partícula, y dependiendo el cómo se trate con ella tendrá un comportamiento u otro.

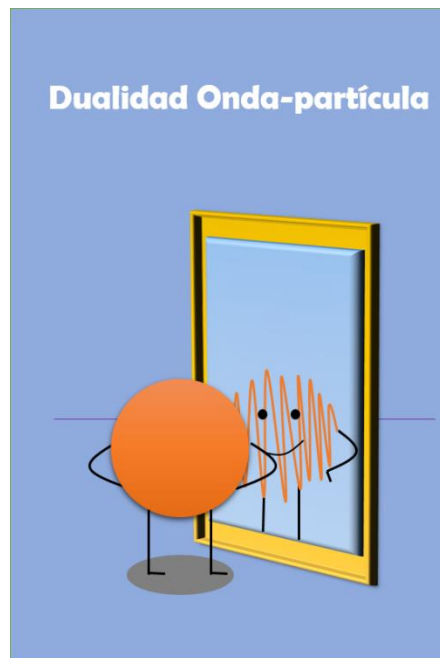


Ilustración 17 La dualidad onda-partícula.

Ilustraciones

Alan Gómez Travieso y Pablo Hernán Martínez Castañeda.

Referencias

- Flores, O. (2015). La naturaleza de la luz, corpúsculos y onda. Recuperado el 22 de febrero de 2022, de <https://www.diadelaluz.unam.mx/leer/66/la-naturaleza-de-la-luz-corpuculos-y-ondas>.
- Valenzuela, D. (2019). *Teorías de la luz*. Recuperado el 22 de febrero de 2022, de <https://www.fisic.ch/contenidos/ondas-y-la-luz/teor%C3%ADas-de-la-luz/>

Santaolalla, J. (2015). *¿La luz es una partícula o una onda?* Recuperado el 22 de febrero de 2022, de <https://www.youtube.com/watch?v=U4-DmT12D9E>

Crespo, J. L. (2017). *Entendiendo el Experimento de la Doble Rendija*. Recuperado el 22 de febrero de 2022, de <https://www.youtube.com/watch?v=r2vIr2LyUnw>

Las celdas solares termofotovoltaicas y la ley de Planck

Leonardo Sebastián Sánchez Fernández
Rafael González García
Dra. María de Lourdes Albor Aguilera
Dr. Miguel Ángel González Trujillo
Escuela Superior de Física y Matemáticas
Instituto Politécnico Nacional
leonardosebastian19@gmail.com
rafaelgzgr@outlook.com

¿Imaginas cómo puede ayudar la ley de Planck a mejorar la eficiencia de las celdas solares?

Tal vez has escuchado hablar de la ley de Planck, ya que se nos ha enseñado a lo largo de nuestra trayectoria académica, a grandes rasgos la ley de Planck describe la radiación electromagnética que es emitida por un cuerpo negro con equilibrio térmico a una cierta temperatura. Esta ley trae consigo diversas aplicaciones a la vida diaria, pero recientemente se ha hecho grandes avances en esta área, lo que nos hace plantearnos diversas preguntas como ¿Qué es la ley de Planck y para qué sirve? Como todo en la ciencia y la tecnología está en constante cambio, el conocimiento sobre este fenómeno, así como sus aplicaciones han avanzado, por lo que es prudente la interrogante ¿Qué nuevos avances se han realizado utilizando la ley de Planck? Dado que la luz y calor están íntimamente relacionados resulta lógico cuestionarnos ¿Cómo estos nuevos avances han impactado en las celdas solares? Si todo lo planteado te ha parecido interesante, este trabajo te ayudará a introducirte en el fenómeno de la radiación de calor, la ley de Planck, sus aplicaciones en la tecnología de las celdas solares y será una muestra que aun hay muchas cosas por investigar, por aprender y desarrollar para mejorar la tecnología y por ende la calidad de vida de todos nosotros.



Ilustración 18 Campo cubierto de celdas solares.

¿Qué son las celdas solares termo fotovoltaicas?

Cuando hablamos de celdas solares es común pensar en las celdas solares fotovoltaicas, cuyo funcionamiento tiene como fundamento los semiconductores, el efecto fotovoltaico y el efecto fotoeléctrico, las celdas solares de silicio son las que actualmente dominan el mercado a nivel mundial, pero este tipo de celdas no son las

únicas que existen, una de las celdas solares que han llamado la atención en los últimos años son conocidas como celdas solares termofotovoltaicas, como su nombre lo indica utiliza dos tipos de dispositivos muy bien conocidos, los sistemas termofotovoltaicos y las celdas solares fotovoltaicas.

Para comenzar partiremos mencionando algunas desventajas que presentan las celdas fotovoltaicas convencionales, estas funcionan cuando la radiación solar colisiona con el dispositivo, los fotones incidentes colisionan con los electrones del semiconductor, transfiriendo su energía en dicha interacción. Los electrones podrán desligarse de sus átomos del semiconductor si tienen una energía igual o superior al valor de la brecha de energía prohibida, esto se le conoce como foto generación de pares electrón-hueco. Posteriormente la unión p-n permite extraer el mayor número de pares electrón-hueco antes de que se recombinen y en estos procesos es donde se encuentran los principales inconvenientes.

La radiación incidente que tenga una energía menor a la de la brecha de energía prohibida no podrá ser aprovechada para generar pares electrón-hueco, mientras que los electrones que sean proporcionados con energías superiores al de la brecha de energía prohibida perderán este exceso a través de colisiones dentro del mismo material, esto se traduce a energía no aprovechada que se libera en forma de calor.

Una vez planteado esto solo resta describir un sistema termo fotovoltaico convencional, estos sistemas convierten radiación de baja energía, como la que corresponde a la parte infrarroja del espectro en electricidad gracias a dispositivos termofotovoltaicos similares a las celdas fotovoltaicas. Esta radiación proviene de un material incandescente llamado radiador o emisor, este se calienta con el objetivo de alcanzar temperaturas en el rango de 1000-1700°C, para ello se utilizan sistemas de combustión orgánicos, isotopos radiactivos entre otros.

Entonces una celda solar termo fotovoltaica es un sistema termo fotovoltaico que sustituye la fuente combustión que calienta el emisor por un sistema óptico de concentración de la radiación solar. ¿Pero qué beneficio trae consigo esta tecnología? Pues uno de ellos es que permite modificar las longitudes de onda de la radiación incidente y adaptarlas a la región espectral ideal en la que trabaja la celda termo fotovoltaica y otra ventaja es que permite la recuperación o recirculación de fotones no aprovechables gracias a la adición de filtros ópticos entre el emisor y las celdas (Martín et al., n.d.).



Ilustración 19 Madera y acero "al rojo vivo".

¿Qué es la ley de Planck y para qué sirve?

Regresemos en el tiempo a finales del siglo XIX, en aquellos días los físicos de la época trataban de responder a la incógnita a la que hoy conocemos como “la catástrofe del ultravioleta”, para entender por qué fue llamada así debemos

comenzar por considerar como un foco, la madera al ser quemada o un metal al calentarse “brillan”.

Pero acaso el hielo, o nosotros mismos, ¿brillamos?, la respuesta es que sí, solo que lo hacemos con radiación infrarroja, la cual es imperceptible para el ojo humano.



Ilustración 21 Comparación entre una fotografía ordinaria (que solo registra la luz visible) y una fotografía infrarroja (que registra la radiación emitida por un ser humano)

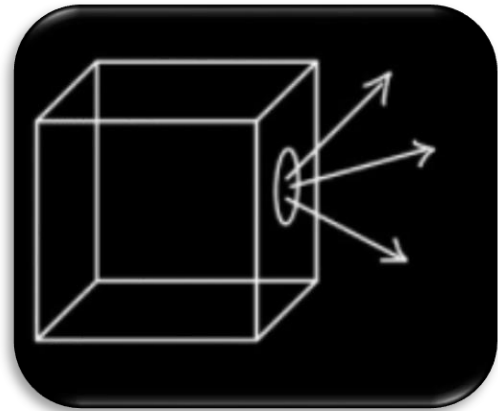


Ilustración 20 Representación de un cuerpo negro.

Los físicos dedujeron entonces que todos los cuerpos emiten radiación con diferentes frecuencias las cuales se relacionaban con la temperatura del cuerpo en cuestión, así se determinó que, a mayor temperatura, mayor será la frecuencia de la radiación que emite un cuerpo, si esta explicación de la física clásica fuese cierta, una lámina de acero al ser calentada y aumentar su temperatura debería emitir radiación térmica de más alta frecuencia hasta llegar a la radiación ultravioleta, la cual por cierto es invisible para el ojo humano, esto significaría que los objetos a muy altas temperaturas ¡se volverían invisibles para el ser humano!, sin embargo un experimento de este estilo resulta ser inviable y muy poco prometedor, el problema de comprobar esta teoría radica en que estudiar la radiación propia de un cuerpo resulta ser extremadamente difícil dado que constantemente somos bombardeados por radiación externa, pensando en esto los físicos de la época pensaron en un experimento al que llamaron “cuerpo negro”, el cual consistía en una caja totalmente oscura con un pequeño orificio que aseguraría que cualquier radiación externa que entrara por dicho orificio no pudiese salir.

De esta manera se aseguraba que la radiación emitida por dicho cuerpo sería solo la correspondiente a su energía térmica, ¿Qué resultados crees que obtuvieron los físicos experimentales?, previo a realizar el experimento se cuestionó a los físicos

teóricos de la época que creían que sucedería con la radiación térmica emitida por este cuerpo.

Dados los conocimientos que se tenían en la época los teóricos predijeron que la radiación electromagnética con una mayor probabilidad de ser emitida sería la luz ultravioleta con una diferencia abismal, ¿pero no era contraintuitivo esperar que un haz de luz ultravioleta de alta energía emanara de un cuerpo negro a temperatura ambiente?, en efecto lo era pues los resultados experimentales arrojaban una combinación del espectro electromagnético muy diferente a la propuesta por los teóricos, es a este desastroso fallo de los teóricos a lo que hoy se le conoce como “la catástrofe del ultravioleta”.

Es en este punto donde se inició un enorme esfuerzo por tratar de explicar el principio físico detrás de la radiación de cuerpo negro, tenemos por ejemplo la ley de Rayleigh-Jeans:

$$E = \frac{8\pi v^2}{c^3} kT$$

(1)

El problema con esta ecuación es que el término de la frecuencia se encuentra elevado al cuadrado y al aumentar la temperatura, aumentaría la frecuencia de la radiación emitida, tendiendo hacia valores de energía infinitos, por lo que esta ley funcionaba bien solo con valores de frecuencia pequeñas.

En otro intento por explicar este fenómeno fue formulada en 1893 la ley de Wien por el físico alemán Wilhelm Wien, expresa de manera cuantitativa el hecho empírico mediante el cual el pico o máximo de emisión en el espectro de un cuerpo negro se desplaza hacia longitudes de onda más cortas (frecuencias mayores) a medida que aumenta la temperatura, sin embargo, esta ley solo permitía explicar el fenómeno a altas frecuencias.

Finalmente en 1900 Max Karl Ernst Ludwig Planck propuso la hoy conocida como ley de Planck quien en lugar de tratar de obtener la explicación del fenómeno a partir de las teorías clásicas se preguntó qué teoría podría adaptarse a los resultados obtenidos en el experimento, fue así como partió de la idea corpuscular de la luz para considerar que la radiación emitida estaba formada por paquetes de energía que discretizaban la energía, es decir que para producir diferentes tipos de radiación electromagnética no bastaba con suministrar cualquier cantidad de energía, no todas las radiaciones de energía requerían la misma energía como lo pensaban los físicos teóricos en ese momento, además esta diferencia de energía mínima necesaria aumentaba cuanto mayor era la frecuencia de la onda, esto explicaba por qué la radiación ultravioleta que era la que tenía mayor probabilidad de emitirse, prácticamente era inexistente en la radiación de cuerpo negro en comparación con otras frecuencias, en esta ley Planck introdujo el término “cuanto de acción” que más tarde sería conocido como constante de Planck y que cimentó los inicios de la mecánica cuántica como la conocemos (Soga, 2006).

$$E = \frac{hv}{e^{\left(\frac{hv}{k_B T}\right)} - 1} \quad (2)$$

¿Qué nuevos avances se han realizado utilizando la ley de Planck?

Uno de los grandes avances en la transferencia de calor por radiación se le conoce como NFRHT por sus siglas en inglés Near-Field Radiative Heat Transfer, el flujo de calor por radiación puede aumentar gracias a la formación de túneles de ondas evanescentes, en condiciones normales (campo lejano) estas ondas evanescentes desaparecen por lo que en la ley de Planck no se consideran, pero cuando los cuerpos están separados por una distancia menor que λ_{th} , cuya magnitud es del orden de nanómetros, las ondas evanescentes pueden propagarse a través de las diferentes capas del dispositivo, esto permite superar el límite establecido por la ley de Planck si se acercan suficientemente los cuerpos. Esta idea fue propuesta por Investigadores de la Universidad de Stanford.

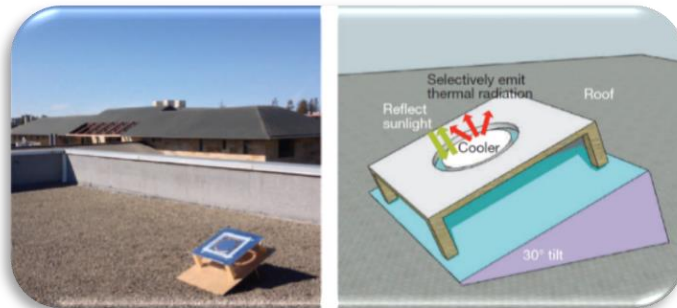


Ilustración 22 Esquema y prototipo de dispositivo de control de temperatura basado en NFRHT (Raman

Este fenómeno tiene aplicaciones tales como que un dispositivo colocado a temperatura ambiente expuesto a la radiación solar se encuentre a una temperatura mucho menor a la temperatura ambiente, pudiendo ser aprovechado como sistema de control de temperatura doméstico.

Pero no es la única aplicación que tiene dicho fenómeno, se ha encontrado que puede ser aprovechado en conjunto con la tecnología de celdas solares para incrementar la eficiencia de estas (Raman et al., 2014).

¿Cómo aplicar el NFRHT (Transferencia de Calor por Radiación de Campo Cercano) a las celdas termo fotovoltaicas?

El enfoque más utilizado para generar energía eléctrica a través de la energía solar es el fotovoltaico en donde la luz solar incide sobre el dispositivo excitando directamente pares electrón-hueco en un semiconductor, otro enfoque se trata de la solar térmica, en donde la luz solar impulsa un motor térmico mecánico.

Recientemente se está buscando aprovechar las ventajas de ambos enfoques y lograr aprovechar todo el espectro de radiación solar, así como una gran escalabilidad, este enfoque se conoce como termofotovoltaico. El principal inconveniente es la recolección eficiente de luz solar, lo que se conoce como la parte absorbente, así como el control espectral, lo que corresponde al emisor, ya que a altas temperaturas se dificultan estos procesos.

Aquí es donde entra en juego el uso de NFRHT en la tecnología termo fotovoltaica, ya que una celda solar de unión simple tiene como límite la eficiencia de conversión de 41% (Cuevas & García-Vidal, 2018), el cual se conoce como límite de Shockley-Queisser. Este límite surge del hecho de que los fotones con energías por debajo de la brecha de energía prohibida no son capaces de generar corriente eléctrica, mientras que parte de la energía de los fotones con energía por encima de la brecha de energía prohibida se pierde en forma de calor gracias a que los portadores de carga fotogenerados primero deben relajarse en el borde de la banda del semiconductor.

La idea principal de las celdas termo fotovoltaicas es colocar un elemento intermedio entre la luz y las celdas solares, este elemento está constituido por una parte absorbente que tiene la capacidad de absorber todo el espectro de radiación solar y otra parte emisora, la cual tiene la función de generar energía y radiación térmica de banda estrecha con frecuencias cercanas a las de brecha de energía prohibida de la celda solar. Esta estrategia podría ayudar a aumentar la eficiencia en las celdas solares y superar el límite Shockley-Queisser, las estimaciones sugieren que se podría alcanzar una eficiencia de hasta el 85% (celdas no recíprocas).

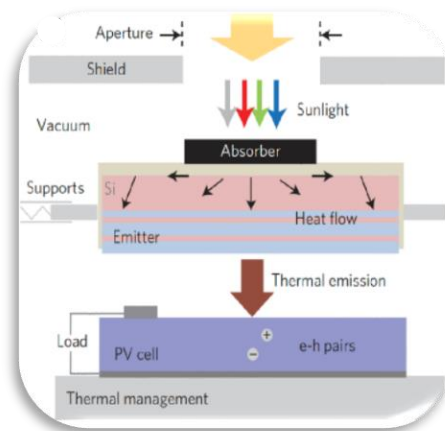


Ilustración 23 Sistema compuesto por un dispositivo absorbente/emisor, una celda solar fotovoltaica y un sistema de enfriamiento por agua (Lenert et al., 2014).

¿Entonces cómo puede una aplicación de la ley de Planck ayudar a mejorar la eficiencia de las celdas solares?

La respuesta se encuentra en las ondas evanescentes antes mencionadas, pues este efecto permitiría aprovechar la energía térmica que normalmente se desperdicia en el amortiguamiento de las mismas, aunado a esto se sabe que cada material tiene una estructura atómica diferente, por tanto la manera particular en que cada material vibra y emite radiación térmica será muy diferente, tomando esta idea como premisa es

posible, utilizando diferentes capas de los materiales correctos, modificar casi a medida la frecuencia y por tanto la energía con que la radiación electromagnética del sol es emitida por los materiales que la absorbieron, permitiendo finalmente aprovechar la gran mayoría de la energía de la luz solar para generar corriente eléctrica, de esta manera se han conseguido realizar prototipos que aumentan hasta en 40 veces la potencia generada por las celdas solares tradicionales de Silicio, permitiendo así superar los límites teóricos de eficiencia para las celdas solares, aún queda mucho trabajo para lograr que dichas celdas solares puedan ser producidas a gran escala, pero sin duda alguna esto podría suponer el inicio de una revolución en la tecnología de celdas solares y con suerte ayudarnos a combatir el tan problemático cambio climático.

Referencias:

- Cuevas, J. C., & García-Vidal, F. J. (2018). Radiative Heat Transfer. In *ACS Photonics* (Vol. 5, Issue 10, pp. 3896–3915). American Chemical Society. <https://doi.org/10.1021/acsp Photonics.8b01031>
- Lenert, A., Bierman, D. M., Nam, Y., Chan, W. R., Celanović, I., Soljačić, M., & Wang, E. N. (2014). A nanophotonic solar thermophotovoltaic device. *Nature Nanotechnology*, *9*(2), 126–130. <https://doi.org/10.1038/nnano.2013.286>
- Martín, D., Datas, A., & Algora, C. (n.d.). *Capítulo 7 ENERGÍA SOLAR TERMOFOTOVOLTAICA*.
- Raman, A. P., Anoma, M. A., Zhu, L., Rephaeli, E., & Fan, S. (2014). Passive radiative cooling below ambient air temperature under direct sunlight. *Nature*, *515*(7528), 540–544. <https://doi.org/10.1038/nature13883>
- Soga, T. (2006). *Fundamentals of Solar Cell*. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-044452844-5/50002-0>

Un vistazo auditivo

Pablo Cesar Hidalgo Mendoza
Escuela Superior de Física y Matemáticas
Instituto Politécnico Nacional
phidalgom1401@alumno.ipn.mx

¿Se puede utilizar otro sentido que no sea la visión para identificar nuestro entorno?

Debido a que nosotros percibimos nuestro entorno principalmente con la visión, encontramos complicado concebir el mecanismo de percepción del mismo entorno, pero ahora por medio de la audición. Si bien es cierto que esta técnica pudo haber sido predicha por medio de la teoría, no fue sino hasta que se empezaron a estudiar a los murciélagos cuando se consideró el provecho que se le podría sacar a esa técnica de percepción.

No es novedad para nosotros el hecho de que los murciélagos sean capaces de volar en la oscuridad, pero si por un momento nos detenemos a pensar en lo ágiles que son y también que en dichas condiciones pueden cazar e identificar a sus crías entonces nos daríamos cuenta que de verdad poseen una habilidad extraordinaria la cual describiré a continuación.

Ecolocación

La ecolocación es un proceso realizado por animales que consiste en la producción de sonido y la subsecuente determinación de la posición (y otros aspectos como la dirección, tamaño y textura) de objetos, dicha información está codificada en reflexiones acústicas (Jones, 2005).

La dirección de los objetos puede ser determinada en planos verticales y horizontales. Varias especies de murciélagos determinan el ángulo vertical de los objetivos interpretando patrones de interferencia causados por sonidos reflejados (Figura 1b). Los murciélagos determinan el ángulo horizontal, o azimutal, de la diferencia de intensidad recibida en cada oído (Figura 1a). La fuerza del eco puede dar pistas sobre el tamaño del objeto, y la textura de la superficie puede ser determinada de los picos y los mínimos de frecuencia (Jones, 2005).

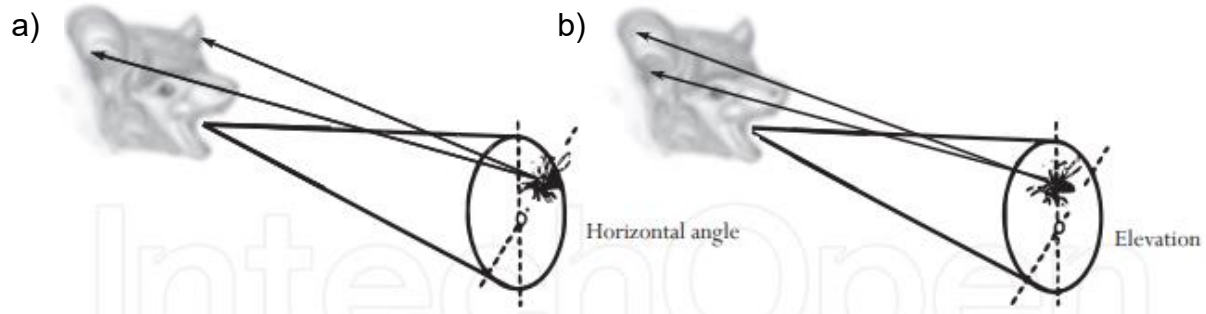


Ilustración 24 Esquema ilustrativo de cómo se vería la determinación de los ángulos por un murciélago usando ecolocación (Gudra et al., 2011):

Las señales de la mayoría de los murciélagos son ultrasónicas (>20 kHz) y por ende inaudibles para humanos.

Tipos de señales

La mayoría de las señales de ecolocación de los murciélagos Microquirópteros consisten de dos tipos: *señales de banda estrecha* y *señales de banda ancha*. Las señales de banda estrecha se subdividen en otros dos tipos: *señales de frecuencia cuasi-constante (QCF)*, que se caracterizan por cambios de frecuencia de pocos kHz entre el inicio y el final de la señal (modulación leve) y señales, de larga duración, de *frecuencia constante (CF) con cambios de frecuencia dentro de la señal* (Schnitzler & Kalko, 2001). La información que puede ser extraída de los ecos de varios elementos de una señal depende de su estructura física y del funcionamiento del sistema auditivo del murciélago. Como una aproximación, la etapa de entrada del sistema de auditivo de la mayoría de los murciélagos puede ser descrita como un banco de filtros neuronales con valores de frecuencia similares. Dependiendo de la frecuencia absoluta, ancho de banda, y nivel de presión sonora (SPL, por sus siglas en inglés), un elemento de señal evoca actividad neuronal en uno o más filtros selectivos de frecuencias. Entre más permanezca una señal en el rango de un filtro, mayor actividad neuronal (Schnitzler & Kalko, 2001).

Utilidad de cada señal

Las señales de ecolocación *CF* o las señales *QCF* son adecuadas para la detección de ecos, porque activan los filtros neuronales que están sintonizados en la banda de frecuencia correspondiente durante todo el eco. Cuando una señal impacta a un insecto revoloteando en un instante favorable cuando las alas del insecto están perpendiculares a la onda incidente, un corto y

pronunciado pico de amplitud en el eco (*destello acústico*), revela el revoloteo del insecto objetivo el cual se puede ver en el recuadro punteado en la figura 2.

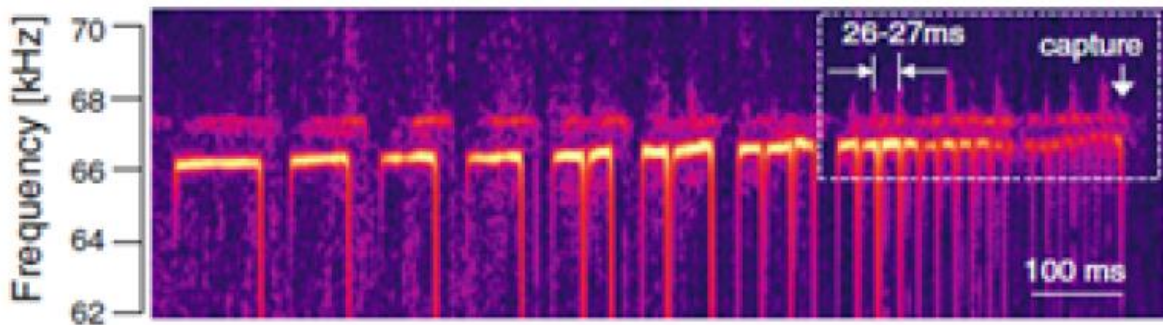


Ilustración 25 Secuencia de sonido grabada mientras el Microquiróptero se acerca a una polilla. Los destellos (picos hacia arriba) que se encierran en el recuadro punteado indican el revoloteo de la polilla (Rial Dieste, 2019).

Las *señales de banda estrecha* son menos adecuadas para localizar objetivos con precisión. El rango está codificado en el tiempo de retardo entre una señal emitida y su señal retornante. Este tipo de señales son indicadores de tiempo imprecisos porque persisten en los filtros neuronales por un tiempo extendido, disminuyendo así la exactitud del rango. El ángulo horizontal está codificado en ecos binaurales (ecos percibidos por ambos oídos), y ecos monoaurales (ecos percibidos por un solo oído). Más aún, estas señales al tener un rango de frecuencias pequeño, activan solo una pequeña cantidad de canales que entregan las señales y eso reduce la determinación precisa del ángulo del objetivo.

Las *señales de banda ancha* como las de *pendiente-moduladas FM* son menos adecuadas para la detección de ecos débiles. Estas señales cambian en frecuencia rápidamente a través de las áreas de sintonización de los filtros neuronales correspondientes de modo que cada detector es activado solo por un corto periodo de tiempo; así las señales pendiente-moduladas FM activan rápidamente los filtros produciendo indicadores de tiempo precisos que se requieren para decodificar el rango del objetivo. La activación consecuente de muchos canales también mejora la precisión en la determinación del ángulo con ancho de banda creciente.

Las señales de frecuencia modulada de un amplio ancho de banda también entregan señales espectrales que puede ser usadas para la clasificación de objetivos. Características como la textura (que afecta la absorción de sonido a diferentes frecuencias) y la forma de la estructura (la cual causa un patrón de interferencia debido a la superposición múltiple de frentes de ondas de los ecos) son reflejadas de alguna forma en el espectro del eco recibido decodificando así la información del objetivo (Rial Dieste, 2019). Un ejemplo de la traducción de señales de sonido a imagen pueden ser los ultrasonidos que se realizan en hospitales.

Cabe mencionar que las señales útiles para detección no son adecuadas para localización precisa y viceversa y por ello en los espectros de algunos murciélagos que llevan a cabo múltiples tareas muestran una combinación de ambas señales. Por otra parte, los murciélagos suelen adaptar su tipo de señales de acuerdo con la saturación de obstáculos u objetos a su alrededor, así como se muestran algunos ejemplos en la figura 3a).

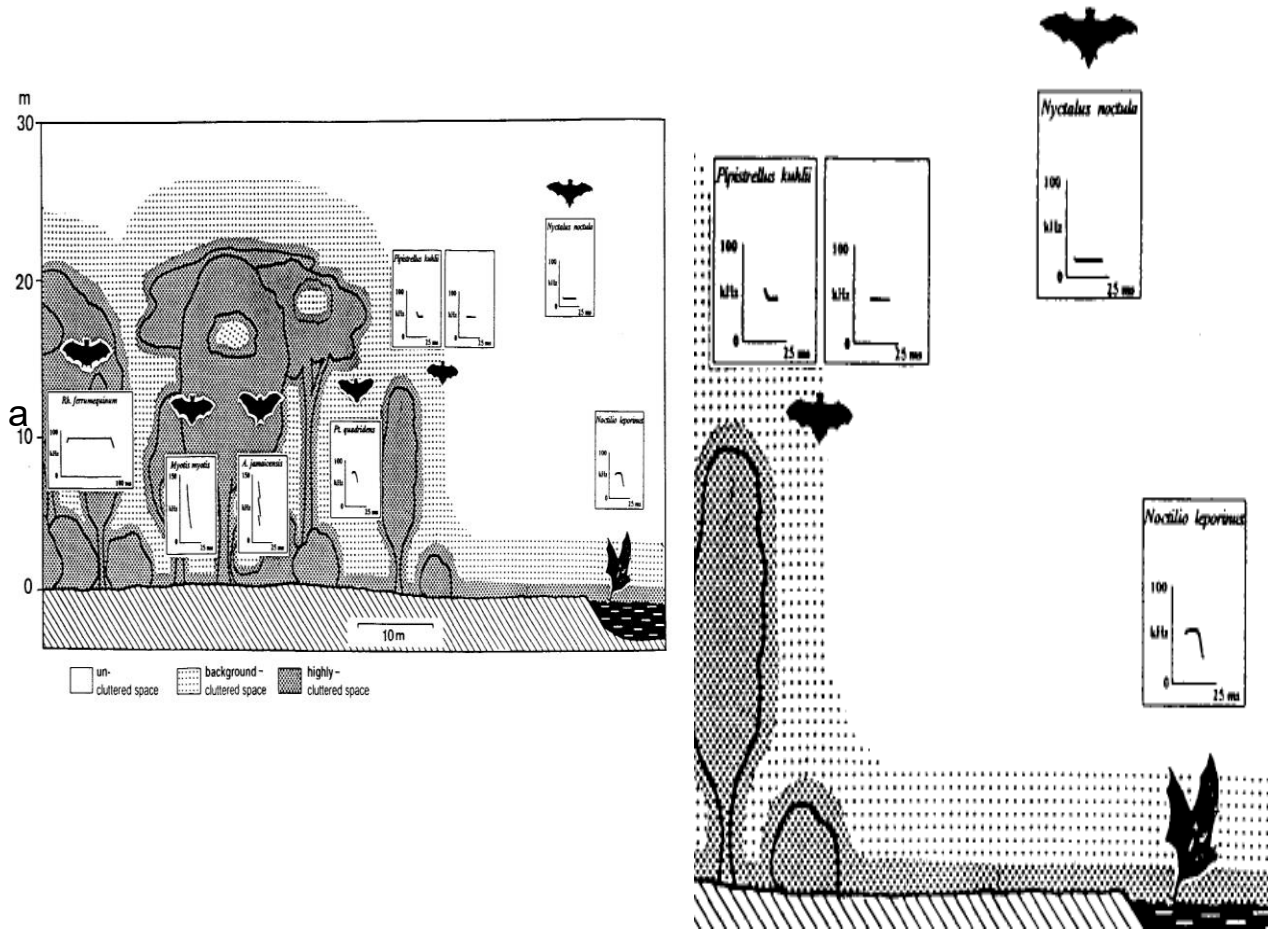


Ilustración 26 a) Esquema de diferentes espectros de diferentes tipos de murciélagos dependiendo el entorno: el fondo blanco indica un entorno despejado, el fondo con puntos indica un entorno obstaculizado y el fondo sombreado indica un entorno altamente obstaculizado

El problema del ocultamiento

La separación del eco de un objetivo de otras señales es una tarea importante que se les presenta a los murciélagos con ecolocación. Las señales de interferencia que preceden el eco del objetivo, como la señal emitida, produce un *efecto de ocultamiento hacia adelante*. Las señales que proceden al eco, como el eco del entorno, produce un *efecto de ocultamiento hacia atrás*.

Cuando un insecto vuela cerca de un murciélago el eco del insecto se superpone a las señales emitidas generando efectos de ocultamiento hacia delante. Este efecto reduce la probabilidad de detección en la zona frontal del murciélago donde la superposición ocurre (zona izquierda sombreada de la figura 4). El alcance de la zona de superposición depende de la duración de la señal. Cuando un insecto vuela tan cerca del entorno que el eco de este último se superpone con el del insecto ocurre el efecto de ocultamiento hacia atrás y se reducen las probabilidades de detección en esta zona (zona derecha sombreada de la figura 4).

En murciélagos con señales CF prolongadas también ocurren dichos efectos, no obstante, las superposiciones no producen efectos de ocultamiento porque, al tener a su vez que compensar el desplazamiento-Doppler, el murciélago se mantiene sintonizado en el rango cercano a su frecuencia constante mientras que las señales que emite son menores en frecuencia a la emitida.

Efecto Doppler acústico

Cuando un oyente está móvil hacia una fuente estacionaria de sonido, el tono (frecuencia) del sonido escuchado es más alto que cuando el oyente está en reposo; es decir, que uno escucha más grave el sonido. En cambio, si el oyente se aleja de la fuente estacionaria, se oirá un tono más bajo; es decir, que uno escucha más agudo el sonido. Los resultados son análogos a cuando la fuente es quien se desplaza y el oyente quien permanece estacionario. Este efecto puede ser percibido

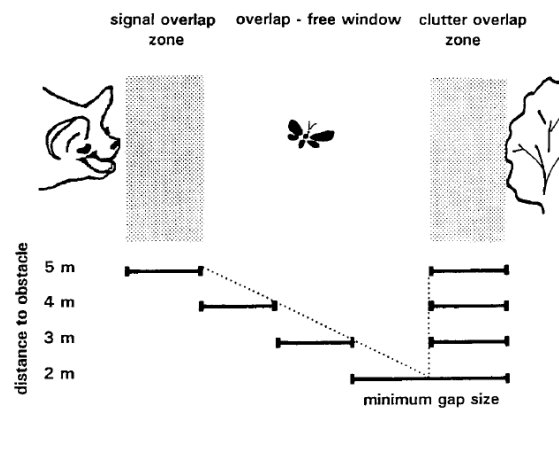


Ilustración 27 Esquema de zonas (sombreadas) de ocultamiento por superposición (Schnitzler & Kalko, 2001).

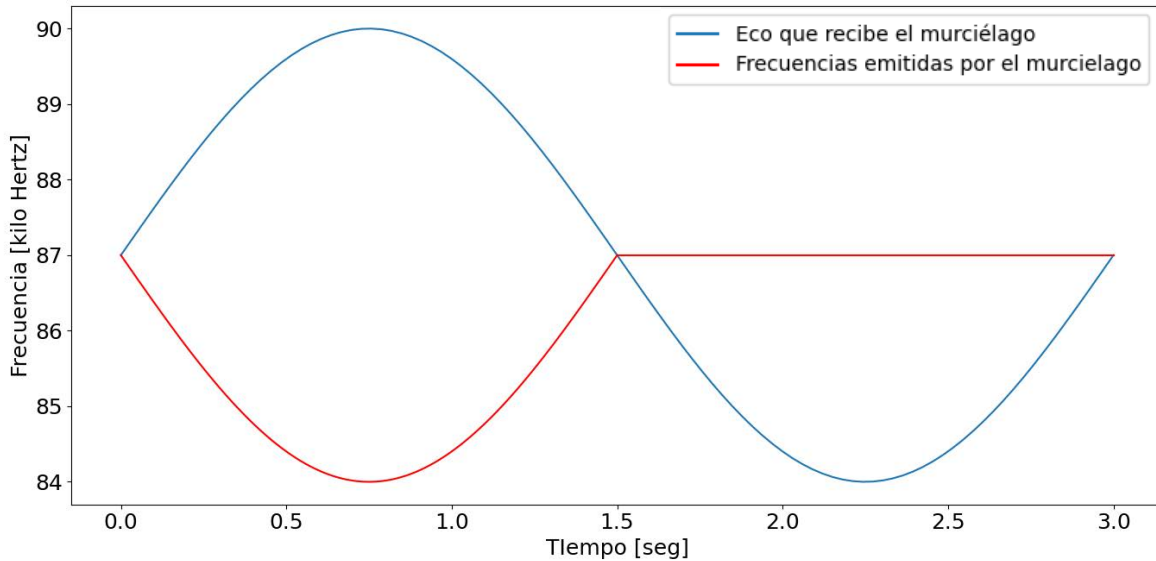


Ilustración 28 Gráfica que simula el espectro de compensación obtenido en un experimento que consistió en columpiar a diferentes especies de murciélagos realizado en Smotherman & Guillén-Servent, (2008).

de forma cotidiana y de forma regular cuando un carro pasa cerca de nosotros o de forma más notoria cuando pasa una ambulancia cerca de nosotros y luego se aleja, tiene a escucharse el sonido más grave y quizás "ahogado" cuando se aleja. Más aún, uno puede conocer la frecuencia de la onda que a uno como observador le llega por medio de la siguiente ecuación

$$v' = v \frac{v \pm v_0}{v \mp v_s} \quad (1)$$

Donde v' es la frecuencia de la onda recibida en Hertz, v es la frecuencia de la onda emitida por la fuente en Hertz, v es la velocidad del sonido en el medio, v_0 es la velocidad a la que se mueve el observador y v_s es la velocidad de la fuente. A la diferencia de frecuencias: recibida y emitida, se le llama desplazamiento Doppler y puede ser determinada fácilmente con la ecuación (1).

Compensación del desplazamiento-Doppler

En combinación con la compensación de desplazamiento-Doppler y un sistema auditivo especializado, las señales CF de larga duración facilitan la detección y clasificación de insectos revoloteando en un ambiente desordenado. Transmisores y receptores de sistemas de ecolocación de murciélagos emitiendo señales CF están adaptados especialmente para procesar este tipo de información. Al disminuir la frecuencia de emisión, los murciélagos compensan el desplazamiento-Doppler (cambio en la frecuencia en la onda de eco) causado por su propio movimiento de vuelo (figura 5). Así, la frecuencia de la componente CF del eco del insecto es almacenada en una "ventana de esperanza".

Respuesta a la pregunta

Si bien es cierto que existen animales que pueden, en efecto, percibir su entorno con precisión para desplazarse con libertad por medio de su sistema auditivo, quizás no sea la misma construcción de imágenes que nosotros obtenemos por medio de la visión, no obstante, esa construcción no parece ser necesaria o al menos no como nosotros lo hacemos. Los seres humanos no tenemos el sistema auditivo adecuado para realizar este tipo de técnica, no obstante, se sabe que la gente invidente o débil visual puede agudizar su sentido de la audición y, si bien es cierto que no realizan precisamente la ecolocación, pueden percibir su entorno y hay dispositivos electrónicos que se han diseñado para potenciar esa percepción.

No olvidemos que la mayor parte de la tecnología que tenemos ha sido producto de emular a la fuente de inspiración y de ideas más grande conocida: La naturaleza.

Referencias

- Gudra, T., Furmankiewicz, J., and Herman, K. (2011). Bats Sonar Calls and its Application in Sonar Systems, Sonar Systems, Prof. Nikolai Kolev (Ed.), ISBN: 978-953-307-345-3, InTech, Disponible en: <http://www.intechopen.com/books/sonar-systems/bats-sonar-calls-and-its-application-in-sonar-systems>
- Jones, G. (2005). Echolocation. *Current Biology*, 15(13), 484-488. doi: 10.1016/j.cub.2005.06.051. PMID: 16005275.
- Schnitzler, H-U., V. Kalko, E. K. (Julio, 2001). Echolocation by Insect-Eating Bats: We define four distinct functional groups of bats and find differences in signal structure that correlate with the typical echolocation tasks faced by each group, *BioScience*, 51(7), Pages 557–569, [https://doi.org/10.1641/0006-3568\(2001\)051\[0557:EBIEB\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1641/0006-3568(2001)051[0557:EBIEB]2.0.CO;2)
- Rial Dieste, D. (2019). *Mecanismos de colocación en Microquirópteros: fundamentos físicos y aplicaciones*. [Tesis de grado en Biología, Facultad de Ciencias de la Universidad de Coruña]. https://ruc.udc.es/dspace/bitstream/handle/2183/26363/RialDieste_Diego_TFG_2020.pdf
- Smotherman, M. & Guillén-Servent, A. (2008). Doppler-shift compensation behavior by Wagner's mustached bat, *Pteronotus personatus*. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 123(6), DOI: 10.1121/1.2912436. Obtenida de <https://www.researchgate.net/publication/5318903>

Regresamos a la luna: Misión Artemis

Sydney Paola Montiel
Mondaca

Escuela Superior de Física y Matemáticas
Instituto Politécnico Nacional
sydpao01@hotmail.com

¿De qué se trata esta misión?

Como parte del plan “Moon to Mars”, la NASA ha decidido regresar a la luna con el programa de exploración lunar “Artemis” que, como uno de sus muchos objetivos, pretende llevar a la primera mujer y persona de color a pisar la superficie del satélite natural de la Tierra en 2024 (Redacción Ciencia, 2021)

Detalles de Artemis Mission

Los principales objetivos que la NASA planteó para la misión son los siguientes (NASA, 2020):



- ✓ Establecer misiones sostenibles a la luna para 2028.
- ✓ Establecer una base lunar habitable, llamada Artemis Base Camp, para el desarrollo de posibles misiones a Marte.
- ✓ Estudiar los polos de la luna, específicamente el cráter Clavius, ubicado en el polo Sur, lugar donde recientemente se encontraron partículas de agua congelada.
- ✓ Poner a prueba nuevas tecnologías.
- ✓ Crecimiento de oportunidades económicas en diversas industrias.
- ✓ Inspirar a las nuevas generaciones; se les llamará, según la NASA, “Artemis Generation”.

➤ Etapas

Esta misión consta de 7 etapas, las primeras 3 son las que dictarán si el programa podrá ser llevado a cabo con éxito.

Se tiene planeado que, para abril de 2022, se ejecute **ARTEMIS I**. Esta etapa consiste en realizar un vuelo sin tripulación para probar juntas las naves Space Launch System (SLS) y Orion. También se probarán sistemas de comunicación y navegación en el espacio profundo. El SLS lanzará además trece pequeños satélites rumbo a la Luna para estudiar campos magnéticos y radiación (NASA, 2020; Senda Estelar, 2021).



Posteriormente, en **ARTEMIS II** se llevará a cabo el primer vuelo tripulado de la misión. Se planea que se ejecute en el año 2023 y los objetivos de esta etapa son revisar la planificación de la misión, así como el rendimiento del sistema (ibidem).

Se planea enviar en este periodo de tiempo los primeros elementos de la estación **Gateway**, una estación espacial en la órbita lunar que servirá como centro de comunicaciones; aquí será donde los astronautas se acoplen con la cápsula Orion y posteriormente bajen a la superficie lunar. Por último, se lanzará el módulo lunar en dos o tres etapas (Senda Estelar, 2021).

Finalmente, para 2024 con **ARTEMIS III** los astronautas aterrizarán en el satélite de la Tierra y tendrán una estancia de una semana en la luna (Senda Estelas, 2021).



Ilustración 30 Prototipo digital de Estación Gateway
<https://www.dw.com/es/airbus-electrificar%C3%A1-la-estaci%C3%B3n-lunar-gateway-el-h%C3%A1bitat-humano-m%C3%A1s-remoto-de-la-historia/a-60393790>

Empresas que contribuyen



Ilustración 31 Módulo lunar "Eagle" de programa Apolo
<https://www.europapress.es/ciencia/misiones-espaciales/noticia-modulo-apollo-11-despego-luna-puede-seguir-orbita-20210802132501.html>

Este proyecto es posible gracias al esfuerzo internacional de distintas empresas como Blue Origin, Dynetics, Lockheed Martin, Northrop Grumman y SpaceX. Estas compañías cargarán con la responsabilidad de llevar con éxito las misiones y se centrarán en el proceso de alunizajes seguros y sostenibles (n/f, 2021).

En específico Blue Origin, Dynetics y Space X trabajan en conjunto para diseñar y construir el módulo de descenso, tarea que muy importante ya que es necesario desarrollar la tecnología para hacerlo reutilizable, así se reducen los costos y hace posible la constante visita a nuestro satélite (Witt & Rowe, 2021).

Diversas empresas europeas también forman parte de Artemis; la Agencia Espacial Europea (ESA) contribuye con componentes del Gateway y la cápsula Orion. Japón y Canadá también están involucrados. Recientemente se firmaron los acuerdos entre México y U.U.S.S. para colaborar en la misión. Nuestro país contribuirá con capital humano y tecnología en la misión, expandiendo la investigación científica y tecnológica (Hambleton, 2021; Mars, 2021).

Acerca del LOGO y datos interesantes

El logo también nos ofrece interesantes datos sobre la visión de la NASA que tiene puesta en esta misión (NASA, 2020). Como visual principal está la "A". La punta de la letra está por encima de la luna, señalando que los esfuerzos de la NASA no terminan ahí. También es la punta de la flecha de la Diosa Artemisa y representa el lanzamiento.



Ilustración 32 Logo "Artemis Mission"
https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Artemis_Logo_NASA.png

- ✓ La trayectoria roja simboliza nuestro camino a Marte.
- ✓ El creciente de la tierra muestra nuestra perspectiva como audiencia de las misiones. Desde la tierra partimos.

¿Sabías que...?

- ✓ El SLS es el cohete más potente jamás construido, y se posiciona en el segundo lugar de los más altos del mundo, solamente detrás de Saturno V. (n/f, 2022)
- ✓ Artemisa es la diosa griega de la Luna y hermana gemela de Apolo. También es la diosa de la caza; su acompañante se llama Orión, nombre que se le puso a la cápsula de la misión (Alicia, 2021).

Importancia del programa

Como lo dijo Neil Armstrong "Es un pequeño paso para un hombre, un gran salto para la humanidad", esta misión establece las pautas para una nueva era en la exploración espacial y, posiblemente, la futura colonización de Marte. Si el plan resulta exitoso, muy probablemente tendremos a la luna como un destino accesible en un futuro no tan lejano.

Por eso es de suma importancia darle más reconocimiento al área de STEAM (Science, Technology, Engineering, Art, Maths), despertando el interés en esos potenciales científicos disfrazados de estudiantes, pues ellos son la generación que verá la exploración espacial como parte de su presente.



Ilustración 33 Parte visible de la luna
<https://www.stickpng.com/es/img/naturaleza/espacio/planetas/luna>

Referencias

- Redacción Ciencia. (2021). Artemisa, la misión con la que la Nasa busca volver a la Luna. Diciembre 10, 2021, de EL TIEMPO Sitio web: <https://www.eltiempo.com/vida/ciencia/nasa-que-es-el-programa-artemisa-que-busca-volver-a-la-luna-591275>
- NASA. (2020). The Artemis Plan. Diciembre 10, 2021, de NASA Sitio web: https://www.nasa.gov/sites/default/files/atoms/files/artemis_plan-20200921.pdf
- Senda Estelar. (2021). Próximas fases de la misión Artemis a la Luna. Diciembre 10, 2021, de SENDA ESTELAR Sitio web: <https://sendaestelar.com/proximas-fases-de-la-mision-artemis-a-la-luna/>
- n/f. (2021). La NASA adjudica contratos del programa Artemis a la Luna. Enero 12, 2022, de Made for minds Sitio web: <https://www.dw.com/es/la-nasa-adjudica-contratos-del-programa-artemis-a-la-luna/a-59184890>
- Witt, M., Rowe, J.. (2021). NASA Selects Five U.S. Companies to Mature Artemis Lander Concepts. Enero 12, 2022, de NASA Sitio web: <https://www.nasa.gov/press-release/nasa-selects-five-us-companies-to-mature-artemis-lander-concepts>
- Hambleton, K. (2021). Artemis Partners. Enero 12, 2022, de NASA Sitioweb: <https://www.nasa.gov/content/artemis-partners>
- Mars, K. (2021). Gateway. Enero 12, 2022, de NASA Sitio web: <https://www.nasa.gov/gateway/overview>
- n/f. (2022) NASA traslada megacohete lunar SLS a plataforma de lanzamiento. Mayo 18, 2022, de DW Sitio web: <https://www.dw.com/es/nasa-traslada-megacohete-lunar-sls-a-plataforma-de-lanzamiento/a-61168468#:~:text=Con%20la%20c%C3%A1psula%20Ori%C3%B3n%20en,Luna%20en%20las%20misiones%20Apolo.>
- Alicia (2021). What is Artemis? And other questions about humanity's return to the Moon. Mayo 18, 2022, de Kennedy Space Center Sitio web: <https://www.kennedyspacecenter.com/blog/what-is-the-artemis-program.>

Números fantásticos y dónde encontrarlos: La Proporción Áurea

Muñoz Castro Yusef
ymunozc1600@alumno.ipn.mx
Escalante Ochoa Crisel
Escuela Superior de Física y Matemáticas
Instituto Politécnico Nacional
cescalanteo1800@alumno.ipn.mx

Hace 2300 años, Euclides de Alejandría encontró una propiedad de la geometría que hasta la fecha no para de sorprender a gente de todas las disciplinas. Estamos hablando de la proporción áurea, pero para quien no sepa qué es o cómo se forma, le explicaremos muy brevemente.

¿Qué es?

En principio Euclides le llamó “media y extrema razón”, que parte de tomar una cuerda AB y dividirla de tal forma que al cortarla en el punto C, el cociente de AC que será el lado más largo, con CB nos debe de dar exactamente lo mismo que el cociente de AB/AC. Si tomamos que el lado más chico tiene un valor de 1, y el lado más largo tiene un valor de x unidades, tomando las condiciones previamente mencionadas tendremos una ecuación de la siguiente forma:

$$\frac{x}{1} = \frac{x+1}{x}$$

Resolviendo para x tomando el resultado positivo tendremos el valor de φ es 1.618033989. este es un número racional al igual que π y e. Puede que hasta ahora no se entienda muy bien por qué se le ha dado en distintos contextos el nombre de “número de Dios”, “número divino” o de “oro”.

$$\frac{AC}{CB} = \frac{AB}{AC}$$

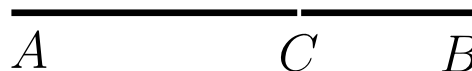


Ilustración 34 cuerda cortada en proporción áurea

Un rectángulo áureo es aquel que se forma de tal forma que $base/altura = \varphi$, a partir de esto, podemos superponer cuadrados a este y obtendremos la espiral áurea que es la imagen que primero se nos viene a la mente cuando pensamos en la “proporción áurea” simplemente tomando un cuarto de círculo y tomando el lado del cuadrado como su radio.

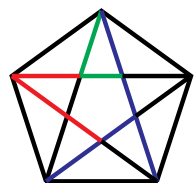
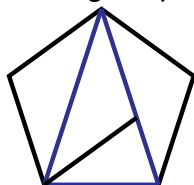


Ilustración 35 a)
Triángulo áureo
en pentágono y b)
Secciones áureas
en el pentágono

De todas las figuras geométricas planas regulares, el pentágono es la única que guarda una íntima relación con la proporción áurea, esto se debe a que podemos trazar un triángulo isósceles dentro de él (azul en Figura 1 a)), llamado triángulo áureo, luego podemos bisecar el ángulo de su base y se puede probar con geometría básica que el punto de intersección divide en proporción áurea a la diagonal que va de vértice a vértice del pentágono. Y esta propiedad tan interesante del pentágono se puede continuar para todos los segmentos de un pentagrama que se muestran en pares de colores en la Figura 2 b), haciendo así que las secciones en orden decreciente de longitud del pentagrama sean menores en un factor igual a φ , es decir, si se toma un lado más largo y se divide entre el inmediatamente más pequeño su resultado será φ .

Nos preguntamos ahora si algunas civilizaciones además de la griega tenían conocimiento de la proporción áurea. Los babilonios aproximaron el área de un pentágono con: “1 40, la constante de la figura de cinco lados”. Dado que los babilonios usaban el sistema sexagesimal, cuya base es 60, el 1 40 se interpreta como $1 + 40/60$ que es igual a 1,6666 ... para el área del pentágono, algo cerca a φ . A pesar de toda esta información, no hay evidencia de que los babilonios conocieran la proporción áurea. El juego de tratar de encontrar a la proporción áurea en las dimensiones de los objetos, puede llevarnos a engaños.

La situación de los antiguos egipcios es mucho más complicada y requiere una cantidad considerable de trabajo detectivesco. Se dice que la proporción áurea fue usada en la tumba de Petosiris [Figura 3]. Por desgracia, los análisis parecen bastante artificiosos, con líneas trazadas convenientemente sobre puntos no aleatorios. Uno bien podría poner el espiral de la Proporción Áurea sobre cualquier imagen y decir que esta se encuentra en lugares donde en realidad tal vez no se encuentre.

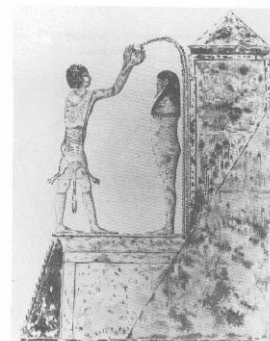


Ilustración 37 Tumba de Petosiris

También, para la gran pirámide de Guiza [Fig. 4] algunas personas afirman la presencia de la proporción áurea. Lo que pasa fue que Martin Gardner en una de sus obras menciona que el historiador Heródoto afirmó «que la Pirámide fue construida para que el área de cada una de sus caras fuera igual al área de un cuadrado cuyo lado fuera igual a la altura de la Pirámide». ¡Esto es lo mismo que decir que la Gran

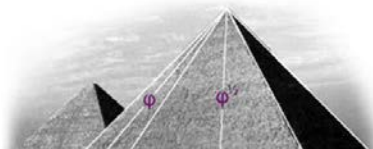


Ilustración 36 Pirámide de Giza y “phi”

Pirámide fue diseñada para que la proporción de la altura de su cara triangular hasta la mitad del lado de la base fuera igual a la Proporción Áurea

Dado que el cálculo de las dimensiones no puede alterarse y que nadie puede interrogar a un hombre que vivió hace 2.500 años, solo queda investigar a fondo el testimonio de Heródoto. Al menos cuatro investigadores se han embarcado en este trabajo detectivesco y ¿adivinen qué?, fue falso, pues Heródoto escribió algo muy distinto, además de que las medidas exactas de la pirámide, sin contar incertidumbres de los instrumentos y observadores, se acercan a φ por muy poco.

Veamos ahora ejemplos donde sí que encontramos a la Proporción Áurea.

El primer ejemplo son los sólidos platónicos [Fig. 5]: el tetraedro (cuatro caras, que son triángulos equiláteros), el hexaedro o cubo (seis caras, que son cuadrados), el octaedro (ocho caras, que son triángulos equiláteros), el dodecaedro (12 caras, que son pentágonos) y el icosaedro (20 caras, que son triángulos equiláteros). Resulta que, si tomamos nuestro bien conocido plano tridimensional y centramos a cada uno de los sólidos platónicos en el origen, sus coordenadas quedan completamente descritas por φ . También, los vértices del icosaedro están en los vértices de tres rectángulos áureos que son perpendiculares entre sí y que comparten centro [Fig 6].

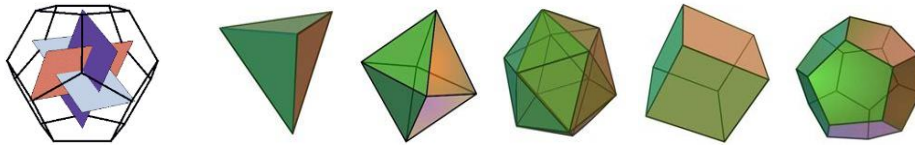


Ilustración 38 : Sólidos platónicos

En el arte también hay muchos ejemplos del uso de la proporción áurea, como en distintas obras de Dalí, por ejemplo, en su obra 'Semitaza gigante volante, con anexo inexplicable de cinco metros de longitud' [Figura 7] lo podemos ver, también, cuando el pintor recrea la escena de la última cena [Figura 8], lo hace dentro de un dodecaedro, que como vimos, guarda una estrecha relación con φ . Dalí usó en un par de pinturas más referencias a la matemática y a la ciencia, sin embargo, esto mismo no se puede asegurar de otras pinturas como La Gioconda o las Meninas de Velázquez, dado que la proporción no aparece hasta después de análisis muy enrevesados que tienden a ser parciales y, además, no existe un registro escrito que indique que artistas como Leonardo da Vinci o Velázquez hayan hecho uso de la proporción áurea adrede.

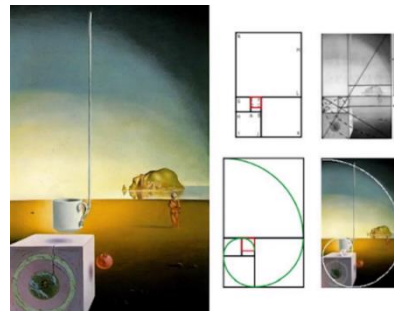


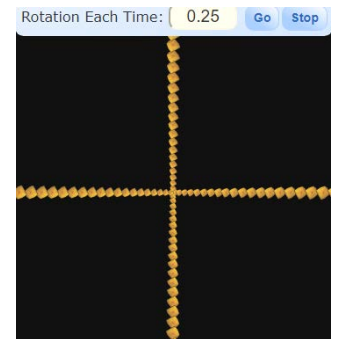
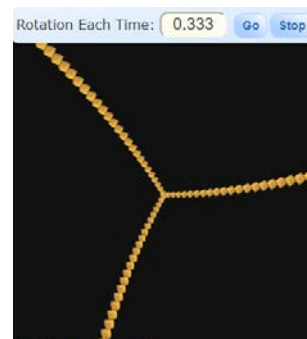
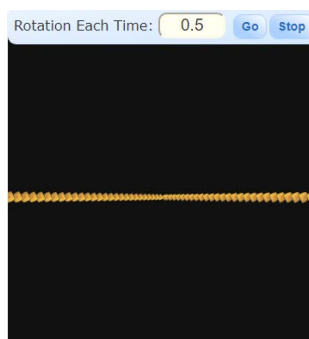
Ilustración 39 La última cena de Dalí y "Semitaza gigante volante, con anexo inexplicable de cinco metros de longitud"

Sorprendentemente, φ se encuentra a simple vista en la naturaleza, por ejemplo, los conejos tardan dos meses en alcanzar la madurez, y después de eso dan a luz a otro par de conejos cada mes. ¿cuántos pares de conejos habría en un mes determinado?

- i. Durante el 1º mes tienes un par de conejos y, como no han madurado, no pueden reproducirse.
- ii. Durante el 2º mes, todavía hay un solo par.
- iii. Pero a principios del 3º mes, la primera pareja se reproduce por primera vez, por lo que hay 2 pares de conejos.
- iv. Al comienzo del 4º mes, el primer par se reproduce de nuevo, pero el segundo par no está lo suficientemente maduro, por lo que hay 3 pares.
- v. En el 5º mes, el primer par se reproduce y el segundo par se reproduce por primera vez, pero el tercer par es todavía muy joven, por lo que hay 5 pares.

El ritual de apareamiento continúa, pero lo que pronto se puede notar es que la cantidad de parejas de conejos que tienes en un mes dado es la suma de las parejas de conejos que se han tenido en cada uno de los dos meses anteriores, así que la secuencia continúa. Este problema y sucesión aparentemente inocentes, se formularon por primera vez en el libro Liber Abaci de Leonardo Fibonacci, haciendo que el matemático Eduard Lucas, años después, bautizara a la sucesión donde cada término es la suma de los dos anteriores como la sucesión de Fibonacci (1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, ...). La relación de la sucesión con phi, la descubrió Johannes Kepler al dividir el $n+1$ término entre el n -ésimo término de la sucesión, sin embargo pasaron más de 100 años para que esta pudiera ser probada.

Por otro lado, los girasoles, con la evolución se van acercando a la forma más eficiente de distribuir sus semillas en cierto espacio. En este caso en la circunferencia de su centro. El espiral se forma de manera natural pues cada nueva semilla se forma luego de un giro. ¿Cuál será la razón por la cual se desperdicie menos espacio entre la distribución? Si no se gira nada, se consigue una línea recta. si se da medio giro, se crean dos rectas. si se da $\frac{1}{3}$ de giro, 3 rectas, $\frac{1}{4}$ de giro 4 rectas y así sucesivamente. Veamos qué pasa con $e = 2.71828$ y $\pi = 3.14159$ y 3.16. Finalmente, con φ se obtiene la mejor distribución.



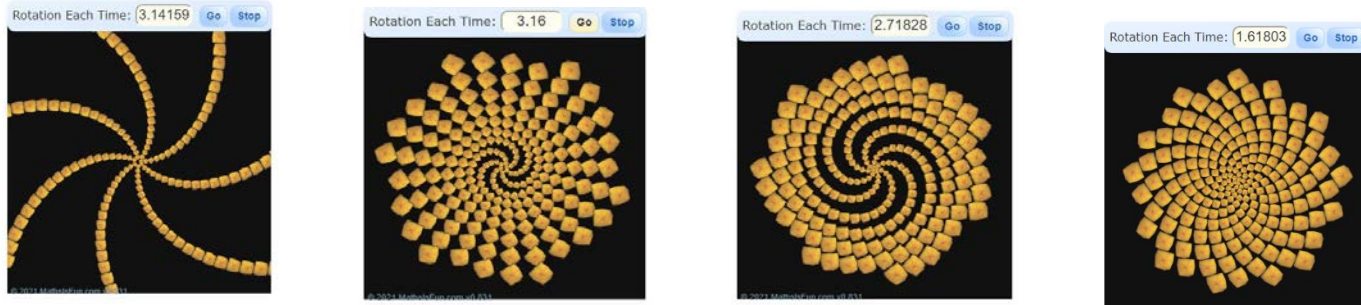


Ilustración 40 Distribuciones de las semillas de un girasol con diferentes valores.

Cualquier número que sea una fracción simple, después de un tiempo, formará un patrón de líneas que se acumulan, lo que genera espacios. Un número irracional nos ayudaría, ya que sus decimales no se acercan a ninguna fracción.

Así como el Girasol, muchas plantas usan la proporción aurea para distribuir sus semillas, sus hojas, etc. Algunas son la piña, la alcachofa, las piñas de los pinos, o el árbol genealógico de las abejas.

Los machos de una colmena de abejas tienen un árbol genealógico que cumple con la sucesión de Fibonacci. Para trazar el árbol genealógico partimos de un zángano (macho de la abeja), al que denotaremos con el término 1 de nuestra particular serie de Fibonacci. Debemos tener en cuenta que éstos no tienen papá, pero obviamente sí tienen una mamá (1, 1), dos abuelos (los padres de la abeja reina, es decir, 1, 1, 2 conforme subimos en el árbol genealógico), tres bisabuelos (el padre de la reina no tiene padre, luego lo denotaríamos con las cifras (1, 1, 2, 3), cinco tatarabuelos (1, 1, 2, 3, 5), ocho tras tatarabuelos (1, 1, 2, 3, 5, 8) y así sucesivamente con el resto de ascendentes familiares. Si alguien se atreve a dividir el número de hembras entre el número de machos de esta singular genealogía apícola apreciará que los resultados se aproximan con el paso de las generaciones a la razón áurea (cuyo valor es 1,618033).

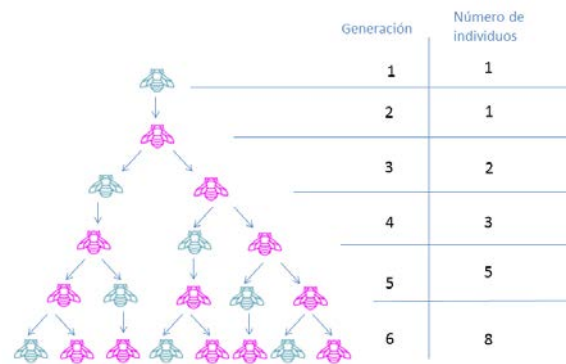


Ilustración 41 Árbol genealógico de un zángano

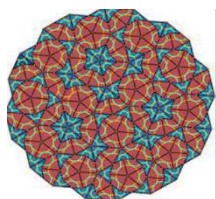


Ilustración 43
Teselado de Penrose

Como vimos anteriormente, el pentágono guarda una estrecha relación con φ , sin embargo, es curioso que los pentágonos no pueden generar mosaicos con una simetría que llene el plano como pueden los cuadrados, los triángulos y hexágonos, durante siglos se pensó que esto la simetría multiplicada por 5 no era posible,

hasta que en 1974 llegó Penrose y creó los dardo y cometa [Figura 19], que se

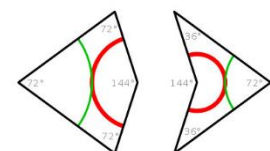


Ilustración 42 Dardo y Cometa de Penrose

los de

componen de los tres triángulos que podemos extraer de un pentágono al insertarle el triángulo áureo, estos pueden hacer algo que los pentágonos no, y es rellenar el plano mostrando además algo que nunca se había visto, una simetría multiplicada por cinco, creando así los teselados de Penrose [Figura 18], sin embargo, algunas reglas deben de seguirse en orden de que el plano se llene y la periodicidad se cumpla, algo así como un rompecabezas. Algo también muy curioso, es que mientras más área se llene de mosaicos, el número de cometas será aproximadamente phi veces más que el número de dardos. De hecho, hay un material que se pensaba imposible llamado “cuasi-cristal” que cumple estas mismas propiedades, pero no en el espacio de dos dimensiones, sino en el de 3. Ahora que hemos visto dónde sí y dónde probablemente no se encuentra la proporción áurea, podríamos pensar que ahí termina toda la diversión, sin embargo, por último, quisiéramos hablarles de los fractales y de la proporción áurea. La dimensión fractal es la medida de la arruga del fractal, o de a qué velocidad la longitud o superficie se incrementan si lo medimos con respecto a escalas siempre decrecientes, es aquí donde empezaremos a usar las dimensiones fraccionarias de Hausdorff, y para no hacer el cuento largo, resulta que podemos usar la proporción áurea para saber cuál es el factor de reducción para que las ramificaciones se toquen sin solaparse, veamos qué pasa con el fractal de árbol [Figura 20] usando diferentes dimensiones y al final con dimensión $1/\varphi = 1 - \varphi$, esperamos que la simple división de una cuerda les haya llamado la atención tanto como a nosotros, y de ser así, se dejan un par de lecturas recomendadas en las referencias de este trabajo.

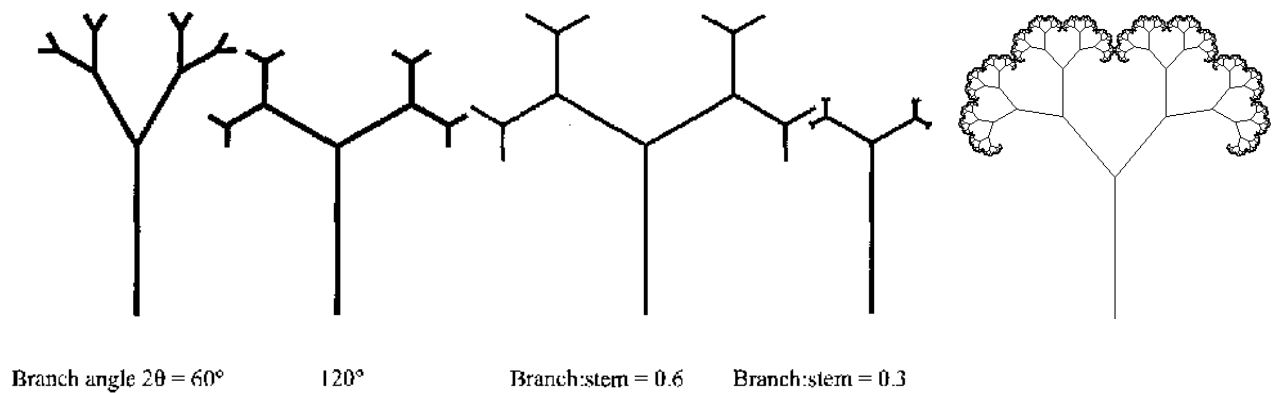


Ilustración 44 Fractal de árbol con diferentes dimensiones

Referencias

Livio, M. (2013). *LA PROPORCIÓN ÁUREA La historia de phi, el número más enigmático del mundo*. Planeta.

<https://culturacolectiva.com/arte/obsesion-de-salvador-dali-con-la-proporcion-aurea/#:~:text=El%20pintor%20demostr%C3%B3%20que%20su,Hablam%20de%20l a%20proporci%C3%B3n%20%20C3%A1urea>

<https://www.mathsisfun.com/numbers/nature-golden-ratio-fibonacci.html>

Enseñanza de la cinemática en telesecundaria con una red de actividades de Modelación-graficación

Adriana Atenea de la Cruz Ramos,
Secretaria de Educación del
Estado de Chiapas – Telesecundaria
Guillermina Ávila García,
Instituto Politécnico Nacional - CECyT 11
Liliana Suárez Téllez
Instituto Politécnico Nacional - DFIE
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 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

Inicio:

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?

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: 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). El profesor proyecta el video: 1. Rapidez https://www.youtube.com/watch?v=7DSfgq7040s&feature=emb_logo&ab_channel=Acervo-Televisi%C3%B3nEducativa</p> <p>Tiempo: 10 minutos</p>																							
<p>Desarrollo: 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" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th style="width: 25%;">Fauna local</th> <th style="width: 25%;">Distancia (cm)</th> <th style="width: 25%;">Tiempo (s)</th> <th style="width: 25%;">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: Evaluación del trabajo</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Presentación de video o foto o dibujo de la toma de datos, así como de las dificultades presentadas para dicha actividad. <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

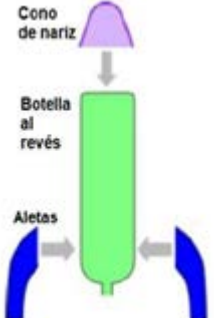
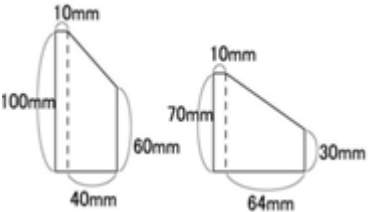
Secuencia de la Fase 3
<p>Partiendo del recorrido realizado previamente por parte de los estudiantes, se les cuestiona qué diferencia habría si estuviera plano el terreno o bien si ellos fueran corriendo.</p> <p>Tiempo: 10 minutos</p>
<p>Se les pide a los estudiantes que en equipos analicen los datos tomados anteriormente con la fauna local: ¿puedes calcular la rapidez de tu movimiento durante el trayecto? ¿Por qué? Utilizando la fórmula para determinar la velocidad en equipos realiza el cálculo de la velocidad de cada animalito. Recuerda ser explícito en los procedimientos realizados</p> <p>Fórmula: $V = d/t$ Para el caso del cotorro: $v = (50 \text{ cm}) / (9\text{s}) = 5.55 \text{ cm/s}$</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”)</p> <p>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	
<p>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</p> <p>Tiempo: 20 minutos</p>	
<p>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 y corcho.</p> <p>Tiempo: 30 minutos</p> <p>La construcción del cohete:</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  </div> <div style="text-align: center;"> <p>Se realizará el cono de nariz que se colocará en la punta de la botella, ya sea de pet o bien de cartulina.</p> <p>Para construir las aletas se puede hacer de la siguiente manera con pvc o con cartulinas:</p>  </div> </div>	

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: 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: 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: 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:

En esta fase (3), los estudiantes explican su comprensión conceptual y el profesor introduce nuevos conceptos o bien, explican 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 esta 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 esta 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), ya que explica la importancia de retomar los aspectos socioculturales, los cuales pueden ser considerados en el aula y usados a fin de 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 sino, 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.AlanAl
ejand](https://www.youtube.com/watch?v=xll4c_hmfWY&ab_channel=Profr.AlanAl
ejand)

Análisis de la transferencia de calor en una quesadilla de queso Oaxaca. Un acercamiento didáctico al concepto de transferencia de calor

L.S. Sánchez-Fernández,
Departamento de Física, ESFM-IPN, CDMX, México
leonardosebastian19@gmail.com

R. González García,
Departamento de Ciencias Básicas, ESCOM-IPN, CDMX, México
rafaelimm95@gmail.com

M.L. Albor-Aguilera
Departamento de Física, ESFM-IPN, CDMX, México
lourdesalbor10@gmail.com

Resumen

Se realizó el análisis de la transferencia de calor de una quesadilla de queso Oaxaca, dando como resultado final el tiempo en que la quesadilla esta lista, tomando en cuenta las propiedades del queso, la tortilla y el comal. Idealizando el problema despreciando la atmosfera y comparando el resultado teórico con el tiempo experimental, se llega a un error porcentual que nos brinda un acercamiento didáctico al concepto de transferencia de calor al aplicarlo a la vida cotidiana, teniendo como conclusión que la ciencia esta presente en todos los aspectos de nuestra vida. Incluso tomando en cuenta otros factores para profundizar en la descripción física, es posible en un futuro encontrar un aplicación en la vida real, con la finalidad de optimizar los tiempos de preparación y evitar posibles gastos energéticos innecesarios, los resultados teóricos habrán de compararse con una prueba experimental para determinar cuan grande es el error asociado al modelo teórico, cabe mencionar que el presente trabajo es meramente de carácter ilustrativo y didáctico, dado que un trabajo más riguroso requeriría el análisis exhaustivo del sistema, apoyado por técnicas de caracterización adecuadas.

Objetivo

Proponer un acercamiento didáctico al concepto de transferencia de calor aplicado a la vida cotidiana, mediante el cual se muestra el alcance de ciencia para explicar procesos, y optimizarlos.

Marco teórico

La ciencia forma parte de la vida cotidiana de todas las personas en todo momento, incluso cuando no se está consciente de ello, desde los aparatos electrónicos que llevamos con nosotros hasta la cocina. Muchos pensarán que en los utensilios y máquinas que utilizamos, pero también en los mismos alimentos que ingerimos. Uno de los platillos más consumidos por los mexicanos es la quesadilla, por su gran sabor y fácil preparación. Para el propósito de este trabajo y sin entrar en polémicas definiremos una quesadilla como un platillo mexicano hecho de tortilla de maíz doblada a la mitad con un relleno de queso que se ha fundido por la acción del calor. Si bien en el centro del país el relleno puede ser de otros guisos o diferentes tipos de quesos, se tomará como base el quesillo (Queso Oaxaca) ya que es el tipo de queso más común que se utiliza como relleno.

El analizar un fenómeno o compartimento de lo que nos rodea cotidianamente podría parecer ocioso o superficial, como lo puede ser la termodinámica que involucra la preparación de una quesadilla en su preparación, pero la curiosidad ha sido y será siempre una de las grandes motivaciones impulsoras de la ciencia, el poder describir con un lenguaje formal un fenómeno nos ayuda a comprender mejor como es que funciona.

Es necesario entonces definir algunas de las propiedades termodinámicas básicas de los materiales a utilizar en este trabajo, entre los cuales encontramos: Tortillas de maíz, queso Oaxaca, comal de acero al carbono y la flama de la estufa generada por la combustión de gas natural, es bien sabido que las propiedades termodinámicas de los materiales antes mencionados varían en función de su preparación, composición y origen y por tanto no puede darse por hecho que este trabajo sea reproducible en su totalidad, sin embargo pretende ilustrar el alcance de la ciencia y su influencia en la vida cotidiana.

En primer lugar, habrá de definir las propiedades termodinámicas del queso Oaxaca, el cual es quizás el tipo de queso fresco de “pasta hilada” de mayor consumo en México. Es un queso suave de coagulación enzimática que incluye, sin embargo, adición previa de microorganismos (30-35 °C). Generalmente es elaborado a partir de leche entera cruda y se produce ampliamente a nivel casero e industrializado en diferentes regiones de nuestro país.

Respecto a sus propiedades fisicoquímicas, contiene una humedad entre 40-46%, 23% de grasas y 24% de proteína, así como un pH entre 5.0-5.5 (Guisa, 1999). Se caracteriza por tener una textura fibrosa única, excelentes propiedades de fundido, sabor ligero, cuya presentación final en madeja de hilo es también muy característica (Ramírez & Vélez-Ruiz, 2012).

Punto de fusión: En la tabla I se han reportado los resultados experimentales que describen la temperatura de fusión para diferentes industrias asentadas en el valle de Tulancingo, Hidalgo (García, 2006). En este caso el fundido puede ser definido como la tendencia del queso a suavizarse bajo calentamiento, aunque desde el punto de vista físico, una sustancia funde cuando ocurre una transformación de una fase sólida a una fase líquida. Con fundamento en lo anterior, el fundido puede describirse por dos fenómenos, uno de suavizado y otro de fluido. El suavizado está caracterizado principalmente por la pérdida de la elasticidad, cosa que ocurre en todos los quesos cuando son calentados, en otras palabras, el queso durante un proceso térmico, primero se suaviza y luego fluye, los datos reportados a continuación corresponden a la temperatura donde comienza el suavizado del queso (Aceves, 2013).

TABLA I	
Temperaturas de inicio de fusión del queso Oaxaca	
Industria	Temperatura °C
1	36
2	33
3	33
4	33
5	33
6	33
7	33
8	34
9	33
10	34
Promedio	33 ±1

Los quesos de pasta hilada presentan la propiedad de fluir cuando alcanzan una temperatura suficiente (entre 65 °C y 75 °C) en el interior del queso, dependiendo de la composición.

Calor específico a presión constante (C_p):

La cantidad de calor (Q) necesaria para variar la temperatura de una masa (m) de una sustancia es proporcional al cambio en su temperatura (ΔT) y a dicha masa, o sea decir:

$$Q = mC_p(\Delta T) \quad (1)$$

Donde C_p es un coeficiente de proporcionalidad el cual se conoce como calor específico y representa la cantidad de calor necesaria para elevar en 1°C la temperatura de 1 kg de una sustancia a presión constante. Las unidades del calor específico en SI son $\text{J}/(\text{kg}\cdot\text{K})$ o $\text{J}/(\text{kg}\cdot^\circ\text{C})$ (Sears et al, 2013)

En la literatura se reportan valores experimentales de calor específico, aunado a ecuaciones que permiten calcular un valor teórico en función de la composición de los alimentos, en este caso se utilizará el valor experimental reportado y será comparado con un valor teórico calculado mediante la siguiente ecuación (Choi y Oikos, 1983) (Heldman & Singh, 1981)

Para el calor específico, y para alimentos de composición conocida, por encima de su punto de congelación:

$$c_p = 4.18a + 1.711p + 1.928g + 1.547c + 0.908\zeta \quad (2.0)$$

Donde:

a Fracción másica del agua

p Fracción másica de la proteína

g Fracción másica de la grasa

c Fracción másica de los carbohidratos

ζ Fracción másica de las cenizas

El valor experimental del calor específico para el queso Oaxaca se presenta en la tabla II:

TABLA II						
Valor experimental del calor específico y composición del queso Oaxaca						
Producto.	Agua (%).	Proteínas (%).	Carbohidratos (%).	Lípidos (%).	Cenizas (%).	Calor específico experimental (kJ/kg °K).
Queso Oaxaca	65	25	1	2	7	3.265

Calor sensible: Es la energía calorífica que, suministrada a un cuerpo o un objeto, hace que aumente su temperatura sin afectar su estructura molecular y por lo tanto su fase, El nombre proviene de la oposición a calor latente que se refiere al calor "escondido", el calor sensible sí se percibe, puesto que aumenta la temperatura de la sustancia, haciendo que se perciba como "más caliente".

El calor sensible se puede calcular en algunos casos simples:

$$Q_s = \Delta H = mC_p(\Delta T) \quad (3)$$

Calor latente de fusión: El calor que absorbe o cede una cierta unidad de materia durante un cambio de estado fase a temperatura constante se denomina calor latente.

Las unidades del calor latente en el SI son J/kg. El calor latente para un cambio de fase de sólido a líquido se denomina calor latente de fusión (Lf) [6].

No se encontraron valores experimentales reportados en la literatura del calor latente de fusión para el queso Oaxaca, por lo que se determinó experimentalmente.

Conductividad térmica (k): La conductividad térmica (a menudo expresada como k) se refiere a la habilidad intrínseca de un material de transferir o conducir calor.

La conductividad térmica se da a través de la agitación molecular y contacto, y no es el resultado del movimiento de masa del sólido en sí mismo. El calor avanza con un gradiente de temperatura, desde un área de alta temperatura y alta energía molecular a un área con temperatura menor y menor energía molecular (Nave, s.f.).

La conductividad térmica reportada en la literatura para el queso a una temperatura de 26 °C es de $0.366 \frac{W}{m \cdot ^\circ K}$ (Heldman & Singh, 1981).

En el caso de la tortilla de maíz y el comal de acero al carbono, la única propiedad de interés para este trabajo es la conductividad térmica. Para el caso de la tortilla de maíz, dado que dicho valor no se encuentra reportado, se calculó a partir de un flujo de calor esperado; en el caso del comal de acero, la conductividad térmica reportada es de $50.2 \frac{W}{m \cdot ^\circ K}$.

Desarrollo

Se realizó el cálculo del calor sensible, calor latente de fusión, entropía total, y flujo de calor presentes durante la preparación de una quesadilla y la conductividad térmica teórica en el caso específico de la tortilla de maíz, los resultados se presentan a continuación. Todos los cálculos fueron realizados utilizando las siguientes unidades: Kg, KJ, m, s, °K, W.

Dados los datos mencionados en la introducción, se sabe que la temperatura de suavizado se alcanza aproximadamente a los 33°C, seguido de esto la temperatura de flujo se alcanza entre los 65 y 75 °C dependiendo del queso, por lo cual es posible determinar la cantidad de calor absorbido entre el valor de temperatura ambiente, la cual en este caso será considerada como 24°C, y los 33°C cuando comienza el suavizado. El valor de este calor absorbido correspondería al valor del calor sensible, considerando una masa de queso de 0.025 Kg (25 g):

Calculando Q de la ecuación 1.0 se tiene:

$$Q_s = (0.025 \text{ Kg}) \left(3.265 \frac{\text{KJ}}{\text{Kg} * \text{K}} \right) (306.15 \text{ K} - 297.15 \text{ K})$$

Seguido de esto se realizó el cálculo del calor que va desde los 33°C a los 65°C en donde se alcanza la temperatura de flujo, este valor correspondería al calor latente de fusión:

$$Q_{Lf} = (0.025 \text{ Kg}) \left(3.265 \frac{\text{KJ}}{\text{Kg} * \text{K}} \right) (338.15 \text{ K} - 306.15 \text{ K})$$

El calor total del sistema es entonces igual a la suma del calor sensible y el calor latente de fusión:

$$Q_T = Q_s + Q_{Lf} = 3.342 \text{ KJ}$$

Ahora, con la finalidad de calcular la conductividad térmica de una tortilla recurriremos al valor de su calor específico, reportado en la literatura como

$$11.11 \frac{\text{KJ}}{\text{Kg} * \text{K}}$$

Comenzamos por calcular el calor absorbido por la tortilla entre 24°C y 65°C, utilizando la ecuación 1.0 y considerando que la masa de una tortilla es de 0.028 Kg (28 g) y que el sistema es isotérmico y todos los componentes del sistema se encuentran a la misma temperatura en intervalos iguales de tiempo, se sabe que en realidad esto no es así, pero dadas las limitaciones técnicas para este trabajo será considerado así:

$$Q_T = (0.028 \text{ Kg}) \left(11.11 \frac{\text{KJ}}{\text{Kg} * \text{K}} \right) (338.15 \text{ K} - 297.15 \text{ K})$$

$$Q_T = 12.75 \text{ KJ}$$

Considerando este valor y utilizando la Ley de Fourier (4.0), al despejar obtenemos el valor de la conductividad térmica teórica de una tortilla de maíz:

Considerando un área igual a 0.017 cm^2 y un espesor de 0.003 m

$$Q = kA \frac{\Delta T}{L} \quad (4)$$

Donde:

Q = Flujo de calor en un tiempo determinado.

k = Conductividad térmica

A = Área de sección transversal

ΔT = Diferencia de temperatura

L = Espesor del material

El tiempo necesario para calcular Q en Watts se determinó experimentalmente midiendo el tiempo necesario para que una tortilla vaya de $24 \text{ }^\circ\text{C}$ a $65 \text{ }^\circ\text{C}$, utilizando un multímetro con termopar tipo K modelo, arrojando un intervalo de tiempo de 137 segundos:

Por lo tanto, $Q = 12.75 \text{ KJ} / 137 \text{ s} = .093 \text{ KW}$

Despejando k tenemos:

$$k = \frac{QL}{A(\Delta T)} = \frac{(93 \text{ W} * 0.003 \text{ m})}{0.017 \text{ cm}^2 * (338.15 - 297.15)}$$

Teniendo este valor es posible calcular la conducción de calor a través de todo el sistema, el cual se representa en la Fig. 1:

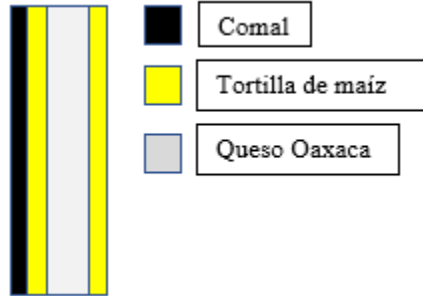


Fig. 1 Diagrama de paredes compuestas considerado para una quesadilla en un comal, el diagrama no se encuentra realizado a escala.

Quedando como:

$$Q = \frac{\Delta T}{\left(\frac{L_{comal}}{K_{comal}} + \frac{L_{tortilla}}{K_{tortilla}} + \frac{L_{queso}}{K_{queso}} + \frac{L_{tortilla}}{K_{tortilla}}\right)}$$

$$Q = \frac{(338.15 - 297.15)}{\frac{0.001 \text{ m}}{50.2 \frac{W}{m \cdot K}} + \frac{0.003 \text{ m}}{0.4 \frac{W}{m \cdot K}} + \frac{0.01 \text{ m}}{0.366 \frac{W}{m \cdot K}}}$$

Por último, es posible determinar el cambio en la entropía en el queso al fundirse mediante la interpretación integral de la tercera Ley de la termodinámica que enuncia que "La entropía de un sólido puro, perfecto y cristalino, en el cero absoluto, es cero".

Una importante aplicación de esta ley la constituye el determinar el valor absoluto de la entropía, S, a cualquier temperatura, sabiendo que:

$$S_T = \int_0^T \frac{c_p}{T} (dT) = C_p \left(\ln \frac{T_2}{T_1} \right) \quad (5)$$

Si existe una transformación de fase es necesario considerar el valor del calor latente de fusión y sumarlo a la ecuación 5.0.

Quedando como:

$$S_T = \int_{T_1}^{T_2} \frac{c_p}{T} (dT) + \frac{c_{Lf}}{T_f} = C_p \left(\ln \frac{T_2}{T_1} \right) + \frac{c_{Lf}}{T_f} \quad (6)$$

Aplicando la ecuación 3.0:

$$S_T = \left(3.265 \frac{KJ}{Kg * K} \right) \ln \left(\frac{306.15 K}{297.15 K} \right) + \frac{2.612 KJ}{338.15 K}$$

Finalmente es posible determinar cuánto tiempo tardaría teóricamente una quesadilla en estar lista si se conoce la potencia asociada a la flama, lo cual se puede determinar de manera experimental mediante el calentamiento de 1 litro de agua utilizando la ecuación número 1.0, sabiendo que el calor específico del agua es de $4.1 \frac{KJ}{Kg * K}$, que un litro de agua pesa 1 Kg, se mide el tiempo en que el volumen de agua antes mencionado comienza a hervir, sabiendo así que el gradiente de temperatura va de 24°C a 100°C:

$$Q = (1 Kg) \left(4.1 \frac{KJ}{Kg * K} \right) (373.15 K - 297.15 K)$$

Finalmente utilizando la siguiente ecuación, que determina la potencia de un sistema:

$$P = Q/\Delta t$$

Obtenemos la potencia asociada a la flama de la estufa

Resultados

A continuación, se presentan los resultados obtenidos con respecto a los cálculos y procedimientos previamente mencionados en este trabajo:

Calor sensible, el cálculo de dicho valor arrojó los siguientes resultados:

$$Q_s = 0.73 \text{ KJ}$$

Calor latente de fusión, el valor calculado corresponde a los siguientes resultados:

$$Q_{Lf} = 2.612 \text{ KJ}$$

El calor total del sistema calculado de manera teórica es el siguiente:

$$Q_T = Q_s + Q_{Lf} = 3.342 \text{ KJ}$$

El cálculo del valor teórico para la conductividad térmica de una tortilla de maíz es el siguiente:

$$k = 0.4 \frac{W}{m * K}$$

El cálculo del flujo de calor a través del sistema tiene los siguientes valores:

$$Q = 146.040 \text{ W}$$

El valor del cambio de entropía calculado para el sistema tiene los siguientes valores:

$$S_T = 0.105 \frac{KJ}{Kg}$$

El experimento asociado a la potencia de la flama permitió determinar que el agua alcanzo su punto de ebullición después de un total de 1500 segundos, requiriendo un calor igual a:

$$Q = 311.6 KJ$$

Calculando de esta manera una potencia igual a:

$$P = 0.207 KW = 207.73 W$$

Sabiendo esto, pero ahora utilizando los valores propios de una quesadilla tenemos que el tiempo necesario para que una quesadilla se funda será:

$$t = \frac{Q}{P} = \frac{33.42 KJ}{.207 KJ/s} = 161.4 s$$

Se realizó el experimento, en donde se calentó una quesadilla, utilizando una tortilla con las mismas dimensiones y masa que las propuestas en los cálculos teóricos, de igual manera utilizando la misma masa y espesor de queso sugeridos en los cálculos teóricos, obteniendo así un queso fundido a 72°C después de 195 segundos, lo que implica un valor cercano al teórico.

Discusión

Pese a que los resultados experimentales tienen un porcentaje de error considerable, lo que se puede atribuir a las posibles variables a considerar en la composición y tratamiento de los materiales utilizados, aunado a las limitaciones técnicas del estudio, lo cual por acumulación provocaría al final un sesgo considerable entre los datos teóricos y experimentales, pese a estos inconvenientes ha sido posible demostrar que es plausible realizar aproximaciones bastante aceptables partiendo solo de los fundamentos teóricos establecidos para definir el comportamiento de un sistema.

$$\%Error = \frac{Valor\ exp - Valor\ teorico}{Valor\ exp} \times 100 = \frac{195 - 161.4}{195} \times 100 \approx 17\% Error$$

Aprendizajes esperados

La modelación y descripción termodinámica de un sistema como lo es el proceso de elaboración de una quesadilla de queso Oaxaca brindada información valiosa que se puede comparar con elementos más familiares, por ejemplo, la conducción de calor a través de todo el sistema es de 146.040 W y un televisor a color de 49 pulgadas necesita una potencia aproximada de 140 W y un consumo de 140 W por hora.

Una de las aplicaciones cotidianas que se puede aprovechar de este artículo es tener en cuenta el tiempo que tardaría una quesadilla en estar lista, evitando así el desperdicio de combustible y por lo tanto de energía. Si bien en la vida diaria es difícil estar censando la temperatura y midiendo el tiempo a cada platillo que preparamos, estos datos pueden servir para algún sistema automatizado de preparación de quesadillas, en donde se optimice el uso de combustible y energía necesaria para prepararlas.

En cada una de las actividades que se realizan de manera cotidiana, la ciencia se puede aplicar. El primer paso es describir con un lenguaje formal los fenómenos que nos rodean, en este ejercicio se pudo describir la termodinámica de la preparación de una quesadilla de queso Oaxaca, idealizando situaciones y suponiendo otras, siendo aun así un acercamiento a la realidad, lo que motiva a seguir indagando y en un futuro seguir agregando variables y condiciones diferentes a las que se pueda estar sometida la preparación de este platillo mexicano, como lo pueden ser el tipo de masa con el cual está hecho la tortilla, el tipo de queso que se esté utilizando.

Referencias

Ramírez, C. & Vélez-Ruiz, J. (2012). Quesos frescos: propiedades, métodos de determinación y factores que afectan su calidad. *Temas Selectos de Ingeniería de Alimentos* 6 - 2 (2012): 131 – 148.

García, B. (2006) *Caracterización físico-química de diversos tipos de quesos elaborados en el valle de Tulancingo Hgo. con el fin de proponer normas de calidad*. Licenciatura, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.

Aceves, J. *Caracterización del fundido y textura de queso Oaxaca y queso Oaxaca de imitación comercial*, Doctorado, Universidad Autónoma del Estado de México, 2013.

Sears, F.W., Zemansky, M.W., Young, H.D., & Freedman, R.A. (2013). *Física Universitaria*. Volumen I. Décimo tercera edición. Pearson Education

Heldman, D. y Singh, R. (1981). *Food Process Engineering*, segunda edición, Avi Publishing Company, 100-108, 401-403.

Tippens, Paul E. (1988). *Física: conceptos y aplicaciones*. McGraw-Hill. ISBN 968-422-031-6.

Nave, R. HyperPhysics. *Thermal Conductivity* (conductividad térmica). Universidad del Estado de Georgia. Disponible en: <http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/thermo/thercond.html#c1>

La física escondida en las burbujas de jabón

Moreno Moranchel Jimena
Robles Huervo Valeria
Albor Aguilera María de Lourdes
Escuela Superior de Física y Matemáticas
Instituto Politécnico Nacional
González Trujillo Miguel Ángel
Escuela Superior de Cómputo
Instituto Politécnico Nacional
jime.moranchel@gmail.com,
vrh179@gmail.com,
lourdesalbor10@gmail.com

Resumen

Las burbujas de jabón son, para la mayoría de nosotros, sumamente hermosas y divertidas. De manera sutil, forman parte de nuestra vida diaria y aunque no les prestemos mucha atención, las burbujas esconden un sinnúmero de secretos y sorpresas científicas que pueden ser descubiertas si se es suficientemente curioso y observador. El famoso físico del siglo XIX Lord Kelvin decía:

"Haz una burbuja de jabón y obsérvala. Puedes estudiarla toda tu vida y obtendrás una lección de física tras otra"

En este trabajo, que va dirigido a alumnos a partir de educación secundaria, se explican, mediante un experimento sencillo con burbujas de jabón, los conceptos de tensión superficial y la reflexión de la luz.

Objetivo

Explicar la tensión superficial y la reflexión de la luz usando como modelos las burbujas de jabón.

Marco teórico

Burbujas de jabón

Una burbuja de jabón está formada por una fina capa de agua atrapada entre dos capas de moléculas de tensoactivo, en este caso jabón. Así, una burbuja es una película delgada de líquido que encierra aire dentro de sí misma. Las burbujas se forman debido a un fenómeno que se presenta en los líquidos llamado tensión superficial.

Tensión superficial

La tensión superficial es una fuerza delicada y fascinante que se presenta en los líquidos. De manera general la podemos definir como la cantidad de energía

necesaria para aumentar la superficie libre del líquido referida a la unidad de área y que tiene su origen en las fuerzas de cohesión entre las moléculas que forman el líquido. Una forma sencilla de explicar lo que sucede es tomar como ejemplo una molécula de agua: H_2O .

Cuando los átomos de Hidrógeno se unen al Oxígeno, la molécula no queda recta, por lo que un lado de la molécula es ligeramente positiva y el otro, ligeramente negativa, como se muestra en la Figura 1.

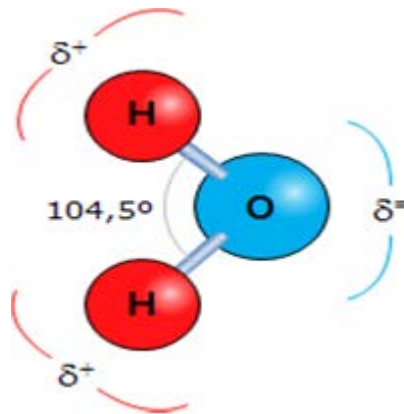


Figura 1. Molécula de agua EDUCAPEDIA, UNAM (2020)

Cuando las moléculas de agua interaccionan entre sí, la parte positiva de una molécula atrae a la parte negativa de otra, formando enlaces relativamente fuertes llamados puentes de hidrógeno, este se puede observar en la Figura 2.

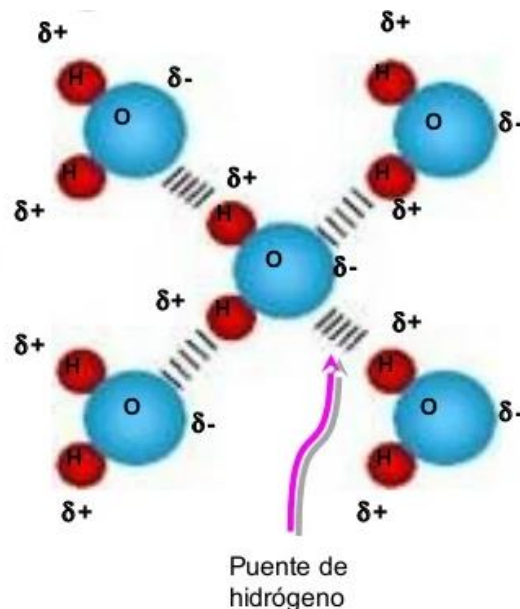


Figura 2. Unión de las moléculas de agua. Sandoval, M.O (2015)

Estos enlaces “jalan” a las moléculas de la superficie hacia el interior del líquido, como si no quisieran dejarlas ir.

Entonces, ¿por qué no podemos hacer burbujas solo con agua? Debido a que la tensión superficial del agua es muy grande y destruye las burbujas. Para que las delgadas películas de las burbujas puedan existir, es necesario reducir la tensión superficial del agua agregando jabón: sus moléculas se intercalan con las del agua reduciendo la tensión de la superficie, esto se puede observar en la Figura 3, que muestra la estructura de una burbuja de jabón. Gracias a ello, vemos burbujas cada vez que nos enjabonamos.

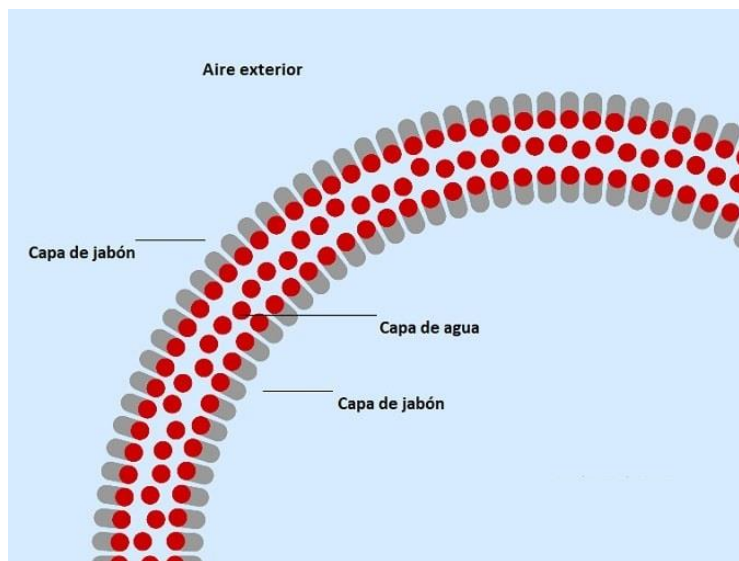


Figura 3. Estructura de una burbuja de jabón. Morrón Luis, L. (2017).

¿Por qué vemos distintos colores en la superficie de las burbujas de jabón?

Los colores que se observan en una burbuja de jabón son debidos a la interferencia entre la luz reflejada en cada una de las caras, interior y exterior, de la burbuja.

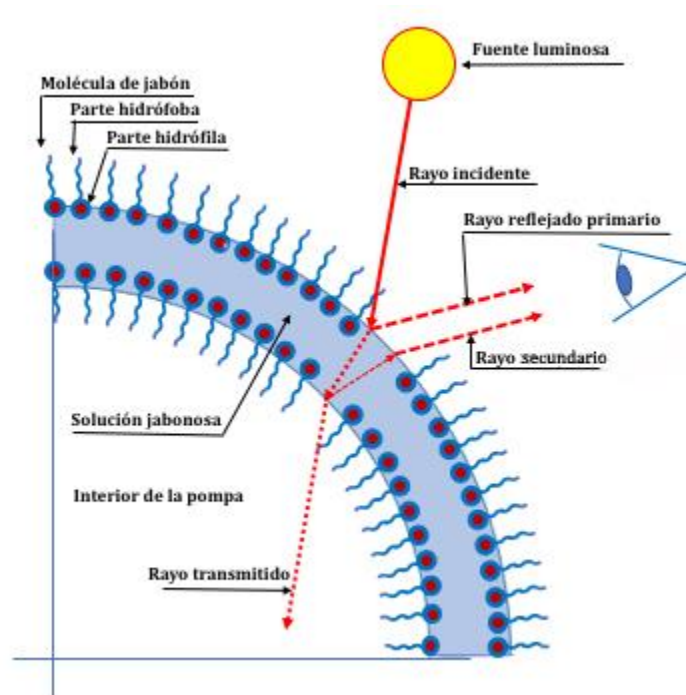


Figura 4. Estructura simplificada de una burbuja de jabón y trayectoria de los rayos luminosos. Morrón Luis, L. (2017).

La burbuja de jabón está compuesta de dos películas, así como se observa en la Figura 4. Cuando la luz se refleja en las dos películas, se produce un fenómeno llamado interferencia. En la figura 5 se puede observar la trayectoria sucesiva de los rayos de luz a través de estas dos películas.

Volviendo a la composición de la burbuja de jabón. En ella tenemos dos superficies, la externa y la interna. Una parte de la luz incidente se refleja en la primera superficie, mientras que el resto se transmite hasta la segunda superficie, donde una parte también se refleja y sale fuera de la burbuja, la luz reflejada en la primera interfiere con la reflejada en la segunda, esta interferencia puede ser constructiva o destructiva, dependiendo del grosor de la película y de la longitud de onda de la luz incidente.

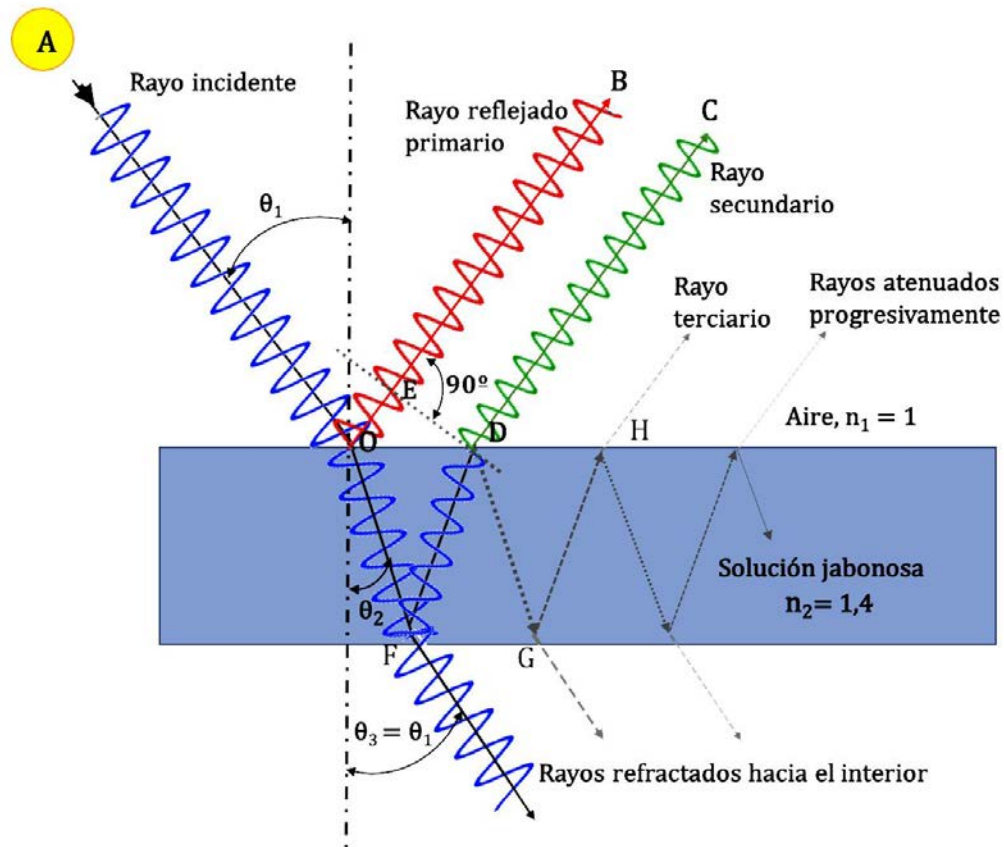


Figura 5. Trayectorias sucesivas de los rayos luminosos. Morrón Luis, L. (2017)

Cuando iluminamos la burbuja con luz blanca, que está formada por luz de muchas longitudes de onda, la condición de interferencia destructiva o constructiva es diferente para cada una, por lo que unas longitudes de onda se anulan y otras no.

Además, dependiendo del grosor de la película de jabón, desaparecerán unas longitudes de onda u otras, dando lugar a distintos colores resultantes. En una burbuja el grosor va variando a lo largo de la altura y por eso a distintas alturas vemos franjas de diferentes colores.

En resumen:

Los colores que observamos están en función de:

- El espesor de la película. Dicho espesor varía por la acción de la gravedad y la evaporación.
- El ángulo de incidencia del rayo luminoso

- Los índices de refracción. El índice de refracción se refiere al cambio de dirección que sufre la luz al pasar de un medio a otro, en este caso del aire a la película de jabón, estos afectan a la longitud del recorrido y por tanto a los colores que la burbuja va presentando.

Cuando la luz incide en la película, parte de ella es reflejada por la parte exterior de la superficie mientras que otra parte entra dentro de la película y resurge tras ser reflejada varias veces por las dos superficies. La reflexión total que se observa está determinada por la interferencia de todas estas reflexiones. Debido a que la luz es una onda electromagnética puede presentar este fenómeno ondulatorio, la “interferencia”, que consiste en la superposición de dos o más ondas, cuando las crestas y los valles de las ondas coinciden, tenemos una interferencia constructiva y la onda resultante es de mayor intensidad, como podemos observar de lado derecho de la Figura 6, en cambio, cuando las crestas de una onda coinciden con los valles de otra onda la intensidad se anula y se trata de una interferencia destructiva.

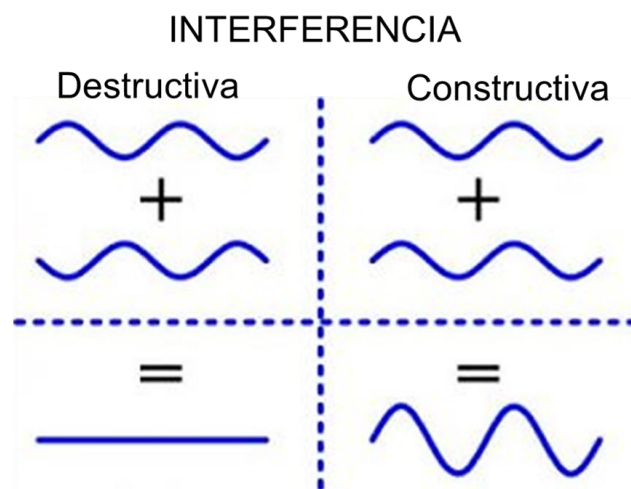


Figura 6. Interferencia destructiva y constructiva

Los efectos de interferencia también dependen del ángulo en el que la luz incide sobre la película, un efecto llamado iridiscencia. Por tanto, aunque la pared de la burbuja tuviera un grosor uniforme, se seguirían viendo variaciones de color debido a la curvatura y/o al movimiento. Sin embargo, el grosor de la pared cambia continuamente porque la gravedad atrae al líquido hacia la parte baja, de manera que normalmente también se pueden observar bandas de color que se mueven hacia abajo.

Desarrollo

Actividad 1: Tensión superficial

Para reafirmar la parte teórica de la tensión superficial se llevará a cabo el experimento que se describe a continuación.

Materiales

- Jabón líquido
- Agua
- Glicerina
- 1 aro para hacer burbujas
- Cucharas
- 3 vasos

Procedimiento

1. En un vaso añadimos dos partes de agua y una de jabón (por ejemplo, 1 taza de jabón y dos tazas de agua).
2. Mezclamos suavemente evitando en lo posible la formación de espuma.
3. En el segundo vaso, repetimos el paso uno y dos pero añadimos la misma cantidad de glicerina que de jabón.
4. En el tercer vaso, colocamos solo agua.
5. Con nuestras tres mezclas listas, tomamos el aro para hacer burbujas y probamos soplar burbujas con cada mezcla.

Observaciones

Al analizar los resultados se pueden responder las siguientes preguntas:

¿Con qué mezcla se formaron mejores burbujas? ¿Por qué?

¿Se formaron burbujas solo con agua?

Discusión de resultados:

Se debe discutir la diferencia entre las soluciones con y sin jabón, atendiendo al efecto que tiene cada ingrediente en la obtención de burbujas. Aquella que contiene glicerina nos permite obtener burbujas más grandes y resistentes, esto debido a que disminuye su tensión superficial al intercambiar sus moléculas entre las moléculas del agua, al igual que el jabón. No se pueden obtener burbujas únicamente con agua, esto debido a que la tensión superficial es muy grande.

¿Qué ingredientes agregarías a la solución jabonosa para poder formar mejores burbujas tomando en cuenta que debes reducir la tensión superficial? Sugiere a tus estudiantes proponer su propia receta.

Actividad 2: Colores en las burbujas de jabón

Materiales

- Jabón líquido
- Agua
- Aros para hacer burbujas
- Cuchara
- 1 vaso

Procedimiento

1. En un vaso añadimos dos partes de agua y una de jabón (por ejemplo, 1 taza de jabón y dos tazas de agua).
2. Mezclamos suavemente evitando en lo posible la formación de espuma.
3. Con un aro para hacer burbujas soplar burbujas en una superficie con suficiente luz.
4. Posteriormente, observar desde diferentes ángulos la burbuja notando los colores en ella.

Observaciones

Después de realizar el experimento se puede discutir la respuesta a las siguientes preguntas:

¿De qué color son las burbujas?

¿Tienen las burbujas el mismo color a lo largo de toda su superficie?

¿Influye el ángulo con el que observas la burbuja?

¿Cómo crees que influye la iluminación en los colores de la burbuja?

Discusión de resultados

La razón por la que observamos diferentes colores en una burbuja de jabón es debido al ángulo en el que la luz incide sobre estas, las longitudes de onda involucradas y al espesor de la película que tiene la burbuja, ya que éste cambia debido a la gravedad y la evaporación.

¿Cambiarían los colores de las burbujas si variamos el color de la luz con que observamos las burbujas? De ser posible, conseguir lámparas que proporcionen diferentes colores de luz y repetir el experimento.

Aprendizajes esperados

- Concepto de tensión superficial
- Interferencia constructiva y destructiva

Referencias

OSCAR-UCM *Tensión superficial y películas de jabón* (2022). Madrid, U. C. Universidad Complutense de Madrid. Obtenido de <https://webs.ucm.es/centros/webs/oscar/>

BBC *Los fascinantes y coloridos secretos de la física que esconden las pompas de jabón*. (2018, October 27). BBC. Retrieved January 18, 2022, from <https://www.bbc.com/mundo/noticias-45960293>

López, R. (2014) *Experimentos con pompas de jabón (2014)*. Facultad de Ciencias UGR. Retrieved January 18, 2022, from <https://fciencias.ugr.es/20-cursos/semana-de-las-ciencias/1818-experimentos-con-pompas-de-jabon-2014>

Marcos, L., & Colado, P. (2019, August 13). *¿Cómo se forman las pompas de jabón y por qué duran tanto?* Muy Interesante. Retrieved January 18, 2022, from <https://www.muyinteresante.es/ciencia/preguntas-respuestas/por-que-duran-tanto-las-pompas-de-jabon-151445505688>

Enseñanza de química orgánica y reflexión docente. Un estudio durante la residencia de futuros profesores

Andrea C. López
Guillermo Cutrera
Facultad de Ciencias Exactas y Naturales.
Universidad Nacional de Mar del Plata.
Deán Funes 3350, B7602AYL
Mar del Plata, Buenos Aires
andreaclopez@gmail.com

Resumen

Este trabajo de investigación tiene como objetivo analizar la práctica de enseñanza de una docente en formación respecto a la condensación de significados presentada en una clase dedicada a la enseñanza de la polaridad de moléculas orgánicas. La misma fue destinada a un grupo de estudiantes del segundo año del profesorado en Biología en un instituto de la Provincia de Buenos Aires. La clase considerada se desarrolló en una secuencia didáctica de tres clases que fue desarrollada en su totalidad bajo la modalidad virtual en el contexto de la medida de Aislamiento Social Preventivo y Obligatorio (ASPO) decretado por el gobierno argentino para hacer frente a la pandemia por COVID19.

En este trabajo se seleccionaron y analizaron las líneas de la transcripción de la clase correspondientes al discurso de la futura docente que permitieron identificar la condensación de significados en el término polaridad. Además, se recuperaron sus diarios de clase, una herramienta fundamental a través de la cual la docente valoró sus propias intervenciones. En este estudio se encontró que la residente se valió de diferentes ideas centrales de la química para la construcción del término general polaridad.

Es importante aclarar que este trabajo forma parte de un proceso reflexivo más amplio como parte del análisis de las experiencias vivenciadas durante las prácticas docentes. Esta forma de promover prácticas reflexivas a través de la escritura es un mecanismo importante para la práctica profesional que modela un conjunto de competencias reflexivas como un modo de promover la formación de profesores críticos y reflexivos sobre su propia actuación profesional con la finalidad de mejorar sus prácticas.

Palabras clave

Prácticas docentes reflexivas - Condensación de significados - Formación inicial docente - Enseñanza de química orgánica

Introducción

La reflexión docente es una práctica que puede transformar el trabajo diario de los profesores, ayudándolos a adoptar decisiones que permitan generar mejoras en sus prácticas.

Este trabajo se centra en las prácticas de enseñanza de una futura profesora de química durante su formación inicial. Se analizan las reflexiones de la practicante luego de una secuencia didáctica que incluyó, entre otros aspectos, la noción de “polaridad” de las moléculas orgánicas.

El objetivo de este trabajo es analizar las reflexiones de la futura profesora a partir del análisis de episodios correspondientes a una clase centrada en la enseñanza de la polaridad de las moléculas orgánicas.

La residente identificó y construyó una problemática didáctica centrada en identificar instancias de empaquetado y desempaquetado durante la construcción conjunta de la noción “polaridad”.

Organizamos el trabajo centrando la perspectiva teórica en la importancia de la práctica reflexiva en la formación inicial docente; a continuación, desarrollamos las consideraciones metodológicas para, finalmente, presentar los resultados y su análisis.

Marco Teórico

Según Dewey (1989), el pensamiento reflexivo es el examen activo, persistente y cuidadoso de toda creencia o supuesta forma de conocimiento a la luz de los fundamentos que la sostienen y las conclusiones a las que tiende. En estos términos la reflexión, asumida como dimensión central en la formación profesional docente, permitirá una actitud frente a la práctica guiada por la problematización y análisis de las acciones, creencias y, en sentido más amplio, de los esquemas de acción (Brookfield, 2009)

El aprendizaje de una práctica reflexiva requiere de guía y sistematicidad (Perrenoud, 2004). La reflexión exige pausas, entendidas en términos de recuperar el espacio y un tiempo para su desarrollo. Estas pausas no son generadas espontáneamente y necesitan ámbitos colectivos para producirlas y utilizarlas (Zeichner & Liu, 2010). Es necesario explorar múltiples oportunidades y diversos formatos para promover esta práctica de reflexión en futuros docentes. En este contexto, uno de los dispositivos privilegiados para el desarrollo de una práctica reflexiva es la escritura (Alger, 2006). La escritura reflexiva requiere de la reconstrucción de las acciones. En tanto que se escribe, se evocan los hechos, se justifican y pueden preverse acciones para próximas oportunidades (Zabalza Beraza, 2004). Su importancia radica en la posibilidad que los futuros profesores

narren, describan, analicen sus prácticas y los contextos escolares donde se desarrollan.

En este trabajo se recuperan las reflexiones de una futura profesora de química durante su residencia docente y se analiza el contenido de los textos elaborados por ella, utilizando un dispositivo de escritura reflexiva. La reflexión se desarrolló a partir de la indagación sobre cómo vehiculizó a los estudiantes, a partir de su discurso oral, el aprendizaje de las relaciones entre estructura y polaridad de moléculas orgánicas sencillas. Este análisis, como se indica seguidamente, se relaciona en términos de los procesos de condensación y desempaquetamiento de significados en la construcción del concepto de “polaridad”. Estos procesos corresponden a instancias durante las cuales la docente transita discursivamente de un símbolo o término que denota un pequeño número de significados hacia uno que implica una mayor variedad de significados (condensación) o bien, en sentido inverso (desempaquetado).

La relevancia de este análisis se inscribe en evidenciar cómo, a través de su habla, el docente naturaliza condensaciones de significados en movimientos discursivos que se presentan, generalmente, como obstáculos para la comprensión de los estudiantes.

Metodología

El presente trabajo se enmarca en una investigación cualitativa (Denzin & Lincoln, 2012) centrada en un estudio de casos (Stake, 2012). La practicante desarrolló una secuencia didáctica de tres clases bajo la modalidad de pareja pedagógica en un curso de un profesorado en Biología, en una institución de Formación Docente de nivel terciario de la Provincia de Buenos Aires, Argentina, en el contexto de una materia relacionada con contenidos de química orgánica. La temática trabajada correspondió a la relación entre estructura de compuestos químicos orgánicos sencillos y polaridad de las moléculas. El propósito de la practicante estuvo centrado en analizar cómo vehiculizó discursivamente los movimientos de condensación o empaquetamiento y desempaquetamiento de significados en el término “polaridad”, durante la explicación entre estructura de moléculas orgánicas y polaridad de las mismas. Es importante destacar que dichas clases se inscribieron en el marco del Aislamiento Social Preventivo Obligatorio (ASPO) decretado por el gobierno argentino para hacer frente a la pandemia por COVID19 y fueron llevadas a cabo a través de la plataforma ZOOM.

Las clases fueron grabadas, transcritas y luego divididas en episodios por la futura docente. Posteriormente, la practicante seleccionó un episodio de su interés en el que reconoció las interacciones más importantes vinculadas con la presentación de la noción de “polaridad”, no obstante, en ese episodio la residente seleccionó el fragmento que abarca de la línea 53 a 73, de los cuales escogió aquellos pasajes donde sus intervenciones daban evidencia de los movimientos discursivos de

condensación y de desempaquetado de los significados respecto al término “polaridad”. Además, para la elaboración del trabajo reflexivo, la futura docente incluyó pasajes de sus diarios de clase (Zabalza Beraza, 2004). En ellos dejó reflejado que su intención inicial para esa clase fue “*crear una herramienta de análisis de la polaridad de las moléculas orgánicas buscando que se produzca una sistematización y así facilitarles -a las y los estudiantes- el análisis de las interacciones intermoleculares que se producen entre las sustancias y de la solubilidad de las sustancias en distintos solventes*” (diario de clase de la residente, clase n°2) y que, de esta manera, las y los estudiantes logren efectuar predicciones respecto a la solubilidad y las interacciones entre las sustancias y así poder corroborarlas de forma experimental en el siguiente encuentro.

Resultados

Los movimientos de condensación y desempaquetado (o bien, de apertura y cierre) identificados por la practicante en su análisis fueron diversos. En cada caso, su análisis se extendió a valorar su intervención didáctica. A continuación, nos detenemos en algunas de estas intervenciones.

En la siguiente intervención, la practicante construye el concepto de “enlace covalente” en los siguientes términos:

*P1: “[...] Podemos analizar que presenta un átomo de oxígeno como átomo central de la molécula y **dos uniones covalentes simples**, donde se están **compartiendo un par de electrones** entre el átomo de hidrógeno y el átomo de oxígeno[...]*” (Línea 15, episodio 1, clase 2 - Los significados involucrados se marcan con negrita y P1 representa a la practicante)

En esta cita se caracteriza el tipo de enlace covalente simple con el concepto “pares de electrones compartidos entre el átomo de hidrógeno y el átomo de oxígeno”; por lo tanto, entendemos que esa modalidad de presentación ejemplifica un desempaquetado del término “enlace covalente simple”.

Contrariamente, en otros movimientos discursivos llevados a cabo por la practicante se vincula una relación de significados más particulares en un término más amplio como es el término “distribución asimétrica de cargas” y por lo tanto entendemos que se produjo una condensación o empaquetado de los significados “diferencia de electronegatividad”, “compartir de electrones” y la “cercanía al núcleo” en el término “distribución asimétrica de cargas”:

*P2: “[...] Al haber una **diferencia de electronegatividad** lo que sucede es que ese **compartir de electrones** no se hace de la misma manera. ¿Qué quiere decir esto? Que - el par de electrones - está **más cerca del núcleo de uno de los átomos que del otro**. A eso es a lo que nos referimos cuando hablamos de **distribución asimétrica de las cargas**[...]*” (Línea

53, episodio 2, clase 2 - Los significados involucrados se marcan con negrita y P2 representa a la practicante)

Estos movimientos en el caso particular del término “polaridad”, se complejizaron por la cantidad de términos involucrados en una misma interacción. Podemos distinguir quince diferentes conceptos centrales de la química en sólo siete de sus intervenciones los cuales se sintetizan en la figura 1.

Términos utilizados por la practicante para definir polaridad	1.	Electronegatividad
	2.	Distribución asimétrica de cargas
	3.	Zonas positivas y zonas negativas
	4.	Distribución electrónica (sinónimo de zonas provistas y desprovistas de electrones)
	5.	Pares libres
	6.	Ángulos de enlace
	7.	Geometría molecular
	8.	Momento dipolar de enlace
	9.	Momento dipolar final
	10.	Zonas de diferente polaridad
	11.	Distribución de cargas
	12.	Zonas desprovistas de electrones
	13.	Zonas de polaridad
	14.	Distribución asimétrica y simétrica de electrones compartidos
	15.	Zonas de diferente densidad electrónica

Figura 1. Términos utilizados por la residente para definir polaridad. Los conceptos fueron identificados por la futura docente al realizar la reflexión de sus intervenciones. Fuente: Elaboración propia.

En la figura 2 se representan de forma gráfica los términos utilizados por la residente por medio de los cuales se desarrollan el desempaquetado los significados en el término “polaridad” y la condensación de significados en el término “polaridad”. Lo que corresponde a la figura 2 a y 2 b respectivamente.

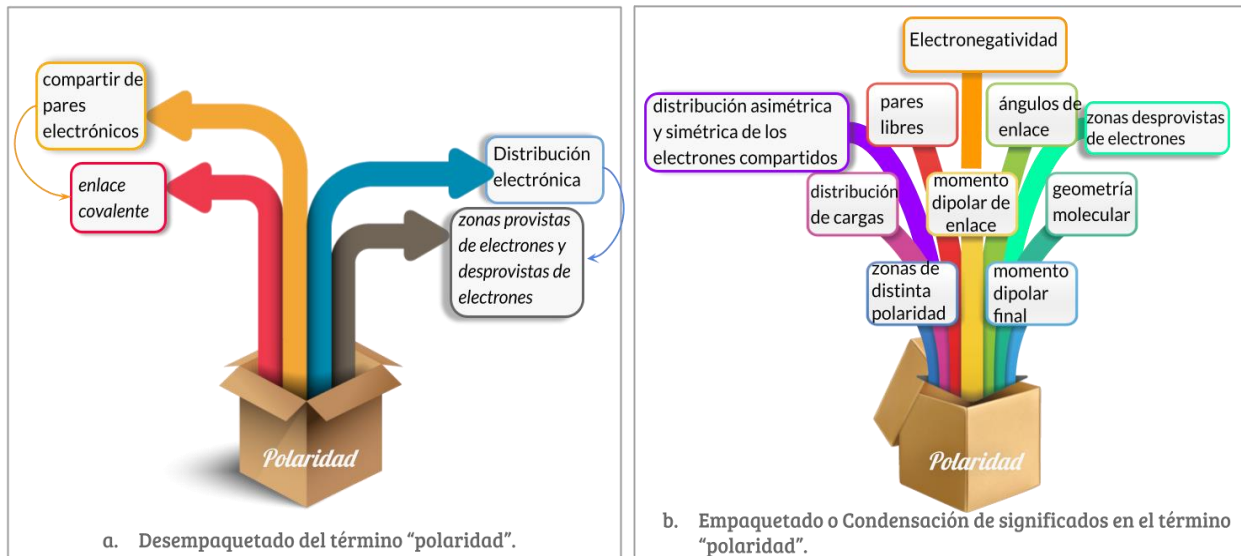


Figura 2. (a) Términos utilizados por la residente por medio de los cuales se desarrollan el desempaquetado los significados en el término "polaridad" y (b) la condensación de significados en el término "polaridad". Fuente: Elaboración propia.

En la siguiente figura, la figura 3, se presentan algunos pasajes correspondientes a las intervenciones discursivas escogidas por la futura docente. La practicante evidencia con estas intervenciones, por un lado, el movimiento de desempaquetado y condensación de los términos que utiliza al conceptualizar el término "polaridad", y por otro lado, la carga conceptual depositada en su discurso; en particular en el ejemplo 2 (figura 3) la futura docente utiliza los significados "pares de electrones libres", "geometría molecular", "ángulos de enlace" y "momento dipolar de enlace" y los condensa o empaqueta en un concepto más amplio, el "movimiento dipolar final de la molécula" y es interpretado como una intervención con alta carga conceptual debido a la variedad de relaciones semánticas establecidas en ella. Así mismo, queda reflejado en el ejemplo 1 (figura 3) que la practicante utiliza el concepto "zonas de polaridad" como una nueva forma de conceptualizar el término "polaridad". Este ejemplo es interpretado como un desempaquetado de significados ya que caracteriza el concepto "zonas de polaridad" en términos de distinta "distribución electrónica" -como sinónimo de zonas provistas y desprovistas de electrones- y en referencia a los "pares de electrones compartidos de forma asimétrica". El resto de los ejemplos de la figura 3 fueron analizados por la practicante de modo similar y son interpretados como condensaciones de significados con alta carga conceptual debido al corto tiempo en que se producen los intercambios discursivos.

**Ejemplo 1.
Desempaquetado**

60. P2: “[...]Lo que nosotras vamos a decir es que vamos a encontrar zonas o partes de la molécula con distinta polaridad, ¿sí? con distinta distribución electrónica. No perdamos de vista eso, ¿sí? cuando hablamos de polaridades o de zonas de polaridad, implica distribuciones electrónicas, pares de electrones que se están compartiendo, o no.[...]”

**Ejemplo 2.
Condensación**

62. P2: “[...] Esos pares de electrones que no están enlazados [...] me aumentan la diferencia en la polaridad. ¿Por qué? Porque de esa molécula, como bien dijeron con Luciana recién, esa molécula, ese enlace que se forma ahí tiene una geometría particular, ¿sí? es una geometría angular, pero no es angular típica sino que tiene ángulos distintos, eso me hace que la polaridad en ese lugar, si yo analizo cada momento dipolar de cada enlace, me va a dar una polaridad dirigida hacia esta zona de acá, ¿sí? como se ve en las líneas, no sé si se llega a apreciar, este sería el momento dipolar final de esta molécula.[...]”

**Ejemplo 3.
Condensación**

64. P2: Pero tengo que ver la molécula entera aparte de ver el oxígeno. El oxígeno me da una pauta, si se quiere, un principio de que yo voy a tener zonas bastante marcadas de diferente polaridad, pero este momento dipolar final sale de compensar todos los momentos dipolares. [...]

**Ejemplo 4.
Condensación**

69. P2: “[...]lo que estoy mostrando con el mouse, - la representación gráfica del momento dipolar total de la molécula de etanol - yo tendría que poder ver la molécula y decidir más o menos dónde voy a encontrar zonas de polaridad o no, y qué me están diciendo esas zonas de polaridad, ¿sí? ¿Qué pesa más? ¿Es la zona polar o es la zona no polar de esa molécula? Eso es lo que vamos a intentar que quede claro en esta clase.[...]”

**Ejemplo 5.
Condensación**

71.P2: “[...] Hablábamos de distribuciones de cargas, bien. Lo que me muestran esas figuras son esas distribuciones de cargas. [...]. A mí las zonas rojas de la representación lo que me está indicando es que hay una zona con mucha carga electrónica, o sea una zona polar.”

Figura 3. Ejemplos de los términos utilizados por la residente por medio de los cuales vehiculiza la conceptualización del término “polaridad”. La numeración de los ejemplos indica el número de línea siendo P2 la futura docente. Fuente: Elaboración propia.

Conclusiones

El análisis del contenido de las reflexiones de la futura profesora permite evidenciar aspectos de las prácticas de enseñanza que suelen estar fuertemente rutinizadas. Estos aspectos fueron reconocidos como tales en otras instancias del análisis elaborado por la practicante, no considerados en esta presentación.

La practicante, en sus intervenciones discursivas, evidenció una tendencia a condensar, en diferentes términos -y en particular en el de "polaridad-, una variedad y cantidad de conceptos y relaciones semánticas que, en principio, representarían un potencial obstáculo para la comprensión de los estudiantes. Esta dificultad deriva, entre otros aspectos, de intervenciones discursivas que transcurren en cortos tiempos y con elevada densidad léxica.

En este trabajo se recupera la importancia de promover prácticas reflexivas durante la formación docente que permitan desnaturalizar intervenciones discursivas docentes que, frecuentemente, se evidencian en las aulas de ciencia. En particular, en esta presentación, evidenciamos la importancia de considerar como objeto de análisis aquellas prácticas discursivas centradas en la condensación de significados. La relevancia de este estudio se impone desde un doble aspecto: por un lado, porque el conocimiento en química, en tanto científico, encuentra en la condensación de significados una estructura conceptual distintiva; por otra parte, y en tanto rasgo distintivo del conocimiento químico, es una práctica frecuente en las intervenciones docentes en las aulas de química. En todo caso, lo relevante, desde el punto de vista didáctico, es como un docente vehiculiza discursivamente estas instancias de condensación de significados. En este trabajo, ejemplificamos estas instancias a partir de diferentes términos y, en particular, el correspondiente a la idea de "polaridad", teniendo en cuenta las consideraciones estructurales de las moléculas. El análisis de las reflexiones de la futura profesora evidenció, además, la necesidad de una reflexión sobre la discusión didáctica relacionada a la extensión y profundidad con las que son delimitados didácticamente los términos, tendiente, por ejemplo, a evitar confusiones entre ellos.

Estas últimas consideraciones permiten enfatizar en la naturaleza del conocimiento para la enseñanza, en términos de detentar un estatus propio, diferente y especializado respecto del conocimiento disciplinar. Es importante destacar que este trabajo ejemplifica una manera, por medio de la cual una futura docente pudo realizar su residencia analizando un aspecto de su práctica. Este tipo de trabajos de análisis de las propias prácticas no es habitual en la formación inicial pero consideramos que es de significativa importancia que formen parte de esta instancia formativa, entendiéndolo que dar cuenta de cómo son puestos a disposición de los estudiantes los significados en el aula, es poner en valor a la enseñanza. Por otra parte, en este trabajo también se ejemplifica una modalidad para poder promover prácticas reflexivas a partir del análisis de la transcripción de clases, de la recuperación de esas transcripciones como parte del análisis, de la elección de una situación problemática y de la redacción de la instancia de análisis y reflexión.

Referencias

- Alger, C. (2006). 'What went well, what didn't go so well': growth of reflection in pre-service teachers. *Reflective Practice*, 7(3), 287-301.
- Brookfield, S. (2009). The concept of critical reflection: promises and contradictions. *European Journal of Social Work*, 12(3), 293-304.
- Denzin, N. K., & Lincoln, Y. S. (2012). Estrategias de investigación cualitativa (Vol. III, pp. 154-197). Barcelona: Gedisa.
- Dewey, J. (1989). *Cómo pensamos*: Barcelona: Paidós.
- Perrenoud, P. (2004). *Desarrollar la práctica reflexiva en el oficio de enseñar: profesionalización y razón pedagógica* (Vol. 1): Graó.
- Stake, R. (2012). El estudio de casos cualitativos. In Gedisa (Ed.)
- Zabalza Beraza, M. Á. (2004). *Diarios de clase: un instrumento de investigación y desarrollo profesional* (Vol. 99). Madrid: Narcea Ediciones.
- Zeichner, K., & Liu, K. Y. (2010). A critical analysis of reflection as a goal for teacher education. In *Handbook of reflection and reflective inquiry* (pp. 67-84): Springer.

Quebrantahuesos matemáticos

Gisela Espinosa Guia. México
Wejen Kajen Indigenous Research Institute International A.C.
guia95@gmail.com

Francisco Enrique Rain Hermosilla, Chile
Colegio Kimen Montessori
franciscoenrique.rainhermosilla@gmail.com

Resumen

Los quebrantahuesos son poemas visuales que buscan la interpelación de los lectores, por medio de mensajes simples y directos. Estos mensajes tuvieron en el pasado el fin de promover la crítica social y política, actualmente en Chile cumplen un rol pedagógico, pues desde la poesía se promueve la creación en los primeros niveles de educación primaria.

A partir de esta base, aquí se propone un trabajo dirigido al área de las ciencias y las matemáticas. Esto se hace enlazando la biografía del antipoeta Nicanor Parra, quien fuera físico y matemático. Desde este punto de partida se propone un trabajo de enlace en el cual los conocimientos de ciencias pueden ser trabajados por medio de este recurso literario.

Finalmente, el ejercicio debe llevar a la reflexión sobre el aprendizaje significativo que se genera por medio de su realización. El estudiante al interiorizar sus conocimientos previos, construye su propio aprendizaje y, además les da significado.

Introducción

Se relata una propuesta innovadora para la enseñanza de las matemáticas o de alguna área de las ciencias a través de la creación de “quebrantahuesos”. La intención es presentar el cómo a partir de ellos surgen las ideas y se lleva a la reflexión de varios temas en las matemáticas.

Objetivo

Desarrollar la creatividad, el aprendizaje cooperativo y el desarrollo del pensamiento crítico, además de valorar y hacer visible las aportaciones de personajes en la ciencia.

Incentivar el uso de este recurso literario, quebrantahuesos, transformándolo en un recurso pedagógico dirigido a las matemáticas y las ciencias.

I. Aprendizaje Significativo

El término Aprendizaje Significativo fue propuesto por el psicólogo David Ausubel, quien a su vez toma como base la fundamentación de la teoría de los aspectos cognitivos de Jean Piaget. Ausubel, plantea la Teoría del Aprendizaje Significativo por Recepción, a través de los conocimientos previos del estudiantado. El proceso de construcción de los significados surge en cada momento en que se profundice la reflexión de los conocimientos. El aprendizaje significativo se da a partir de dos aristas; la actividad constructiva y la interacción con las y los otros (Ausubel, Novak y Hanesian, 1997).

El proceso mediante el cual se produce el aprendizaje significativo requiere una intensa actividad por parte del alumno. Esta actividad consiste en establecer relaciones entre el nuevo contenido y sus esquemas de conocimiento (Romero, 2009).

Su perspectiva del aprendizaje se fundamenta en el término de estructura cognitiva. Definida como como el conjunto de saberes que una persona tiene en un determinado campo de conocimiento. Cuando estos saberes ya existen se relacionan con la nueva información, no en una suma de conceptos, sino en una interacción vinculada con la generación del aprendizaje (Viera, 2003).

II. La antipoesía

Los términos antipoema, antipoeta, antipoesía, fueron utilizados por distintos escritores y estudiosos con sentidos diferentes. Sin embargo, la consagración de este tipo de escritura y de texto en la actualidad, se debe a la obra de Nicanor Parra, físico y matemático chileno. A partir de su libro Poemas y antipoemas publicado en 1994, se generalizó el interés por leer estos textos, buscando una orientación para una nueva poesía (CEME, 2007).

El término antipoesía se relaciona con la literatura de la negación que desemboca en distintas proposiciones artísticas contemporáneas. Es una literatura que desintegra el texto. La antipoesía, es un poema que se hace a partir de recortes, juntando frases y palabras que no tienen relación entre sí.

En los años 50 en la ciudad de Santiago de Chile, Nicanor Parra junto a otros poetas como Enrique Lihn y Alejandro Jodorowsky, realizaron los “quebrantahuesos”. Los antipoesía es una poesía menos dogmática y más cercana, consiste en utilizar un lenguaje directo y con palabras comunes.

El trabajo de estos antipoetas se exhibía en lugares públicos donde los transeúntes podían disfrutar de juegos de palabras absurdas, críticas y con gran sentido del humor. A continuación, se presentan algunos ejemplos:



Figura 1. Fotografías de *quebrantahuesos* de corte político.

III. *Quebrantahuesos* en el aprendizaje con las matemáticas.

Con niñas y niños del sistema básico se han trabajado los *quebrantahuesos* para el uso del lenguaje, en específico en la construcción de oraciones. Lo que se ha logrado es que el estudiantado de significado y reflexione sobre lo que construye al formar las oraciones y colocarles una representación. Por ejemplo:



Figura 2. Fotografías de *quebrantahuesos* en lenguaje. Grupo taller 1 y 2 del Colegio Kimen Montessori de Santiago de Chile.

En matemáticas se ha trabajado a partir de la investigación de su historia. Con la construcción de los *quebrantahuesos* se hace visible a mujeres en las matemáticas, a través de las frases que son parte de su legado en la historia de su vida como científicas, ocupando sus ideas y dándoles la forma física que tenga relación directa con lo propuesto por ellas. Es así, como el número phi de la proporción aurea podría ser representado gráficamente con una frase alusiva a él que finalmente genere su forma. A continuación, se puede observar dos *quebrantahuesos* matemáticos, en ellos se utilizan frases de celebres

matemáticas, esto con la finalidad de acercar a los estudiantes al conocimiento matemático. Por ejemplo:



Figura 3. Fotografías de *quebrantahuesos* en matemáticas. Elaboración propia.

Por otro lado, los *quebrantahuesos* no solo se pueden utilizar como un acercamiento cultural a las matemáticas, pueden ser utilizados para todo el currículo de las áreas de matemáticas y de ciencias, esto según la originalidad del profesorado para su implementación. Se debe considerar que cada *quebrantahuesos* debe reunir mensajes que tengan directa relación con el contenido que se pretende rescatar y además, su forma física debe, en lo ideal, hacer referencia al mismo.

IV. Cómo hacer un *quebrantahuesos*.

Para construir un *quebrantahuesos* se requiere de lo siguiente:

1. Materiales:

- Diarios (periódicos)
- Tijeras
- Pegamento
- Hoja de papel

Es necesario promover que estos materiales sean recolectados por el estudiantado, para esto, se debe realizar un trabajo previo de inducción en donde cada estudiante se sentirá con motivaciones para recolectar los materiales necesarios para su trabajo en forma anticipada.

2. Se recortan los titulares, las frases y palabras de un diario. Se recomienda usar secciones diferentes, tales como: avisos económicos de actualidad nacional o cartelera.

Entre el estudiantado es importante que se promueva un espíritu proactivo y crítico, pues es indispensable que profundicen su búsqueda en las diversas secciones de periódicos para comenzar un trabajo de ensayo y error al momento de formar las frases que expresen lo que finalmente desean rescatar.

3. Con los recortes de los títulos y las palabras se combinan y pegan en la hoja de papel teniendo claro el poema que quieras armar.

Una vez que el tema ha sido profundizado, se pasa a su elaboración. En esta fase tiene suma importancia el estímulo y acompañamiento de cada docente, se debe revisar constantemente la coherencia y cohesión de los mensajes en concordancia directa con lo que se pretende aterrizar con cada estudiante. Es importante, a esta altura, volver a socializarlo con el grupo, permitiendo que se entienda el objetivo central del trabajo y lo que se busca con su realización.

Aprendizajes esperados

Los quebrantahuesos son recursos pedagógicos que ayudan a la realización del aprendizaje significativo, permitiendo evaluaciones diferenciadas y dirigidas, en las cuales el estudiantado logra encontrar un espacio adecuado fuera de un contexto tradicional de aprendizaje.

Permite que el profesorado se involucre desde otro ángulo con la educación inclusiva al incursionar en verdaderas formas de integración en los contenidos curriculares, interiorizándose en una normalización de los criterios de trabajo conjunto.

Además, se espera un aprendizaje de integración, por ejemplo; el periódico mural o el informativo escolar entre otras aristas.

Referencias

Ausubel, D., Novak, J. y Hanesian, H. (1997). *Psicología educativa. Un punto de vista cognitivo*. Trillas. México.

CEME. (2007). Biografía, obra cronología y bibliografía de Nicanor Parra. Recuperado el 7 febrero 2021 del sitio web del Archivo de Chile: <https://www.archivochile.com>

Romero, F. (2009). Aprendizaje significativo y constructivismo. *Federación de Enseñanza*. 3(6).

Viera, T. (2003). El aprendizaje significativo de Ausubel. Algunas consideraciones desde el enfoque histórico cultural. *Universidades*. 26, p. 37-43.

Luz, color y electricidad: estrategia sustentable para experimentación a bajo costo

Diana Elizabeth García Rodríguez
Laboratorio Vagabundo
Jenaro Daniel Jaime González
Laboratorio Vagabundo

dianagarcia@labvsteam.com

Resumen

Generalmente, en la experimentación académica se realiza una actividad puntual cuyos residuos son descartados. En el marco de la sustentabilidad, se busca que al final del uso de un producto, sus componentes puedan ser utilizados nuevamente en la cadena de valor. Es por ello por lo que en este trabajo presentamos una estrategia en la que se realizan actividades experimentales secuenciales, en las que los residuos son revalorizados para continuar con los experimentos y los aprendizajes. Durante la secuencia, se abordan los temas del color, la luz y generación de electricidad y circuitos eléctricos.

Objetivo

Presentar actividades experimentales con materiales de fácil adquisición y de bajo costo, cuyo residuo sea utilizado como material de partida para el siguiente experimento.

Marco teórico

Es importante integrar la sustentabilidad en todas las áreas de estudio, de manera que invitemos a los estudiantes a pensar en el diseño de sus actividades tanto en el ámbito académico como en el ámbito profesional.

Como mencionan Estrella-Suárez y González Vázquez (2017) el proceso de sustentabilidad se define como “El proceso que satisface las necesidades del presente, sin comprometer las necesidades de las futuras generaciones.”

En el año 2000, McDonouh y Braungart (citado en Estrella-Suárez y González Vázquez, 2017) presentaron en la Exposición Mundial una serie de principios de sustentabilidad para regir el diseño y la construcción, de los cuales resaltamos un par que pueden adaptarse a la manera en que se planea y conduce la

experimentación en las clases de ciencias, ya sea en prácticas de laboratorio o como parte de aprendizaje basado en proyectos o por competencias:

- “Eliminar el concepto de residuo. Evaluar y optimizar el ciclo de vida completo de productos y procesos, para abordar el estado de los sistemas naturales, en el que no haya desperdicios.”
- “Buscar la mejora continua mediante el intercambio de conocimientos. Fomentar la comunicación directa y abierta entre colegas, clientes, fabricantes y usuarios para vincular las consideraciones de sostenibilidad a largo plazo con responsabilidad ética, y establecer una y otra vez la relación entre los procesos naturales y la actividad humana.”

Cada vez es más notorio que la sobreexplotación de los recursos naturales causa un deterioro ambiental y una gran acumulación de residuos, lo que conduce a la necesidad de repensar la manera en que se llevan a cabo los procesos de producción en el mundo. Por muchos años hemos estado bajo un modelo de producción y económico lineal, sin embargo, ahora se sabe que no es sostenible y surge la invitación a hacer las cosas de una manera que reduzca el impacto y mejore el uso de los recursos, es así como surge el desarrollo de la “Economía Circular”.

Se tiene la idea de que estos temas solo deberían tratarse en las asignaturas de Química, Biología o Ecología. Sin embargo, el uso responsable de los recursos naturales y la disminución de residuos deben tenerse en cuenta en todas las actividades que realizamos y desde asignaturas como la física o las matemáticas también podemos trabajar la conciencia ambiental de nuestros estudiantes a través de las actividades que desarrollamos con ellos.

Presentamos una forma de realizar experimentos, tanto de forma presencial como a distancia, usando elementos accesibles y de bajo costo. Los experimentos están diseñados de forma secuencial para que los residuos de uno se utilicen para el siguiente. Los experimentos se pueden realizar en diferentes asignaturas y niveles educativos además de que se pueden tocar temas de varias áreas de conocimiento favoreciendo la transversalidad.

Además de los temas que aquí se trabajan, esta propuesta pretende ser un detonante para que los docentes desarrollen diferentes secuencias dependiendo de las asignaturas y contenidos que les toca trabajar.

Desarrollo

Cromatografía

Un método a partir del cual podemos separar sustancias. Inicialmente se desarrolló para separar moléculas con color, con el avance de las investigaciones

se han diseñado diferentes tipos de cromatografía que permiten separar una gran variedad de compuestos, lo que la vuelve bastante útil en la industria (Chang, 2002).

Para el primer experimento se requieren los siguientes materiales:

Agua potable

1 recipiente de plástico pequeño por estudiante (se pueden usar las taparroschas de los garrafones)

1 filtro de papel para café

1 lápiz

Marcatextos y marcadores de colores base agua

Procedimiento:

1. Cortar el papel filtro en tiras de aproximadamente 2 x 7 cm, de manera opcional se pueden usar otro tipo de figuras como se muestra en la imagen.
2. Marcar una línea con lápiz en el papel filtro aproximadamente a 1 cm del borde como se muestra en la figura 1.
3. Poner puntos de colores arriba de la línea.
4. Poner agua en el recipiente a un cuarto de su capacidad (buscando que el nivel de agua sea menor al área marcada con la línea de lápiz).

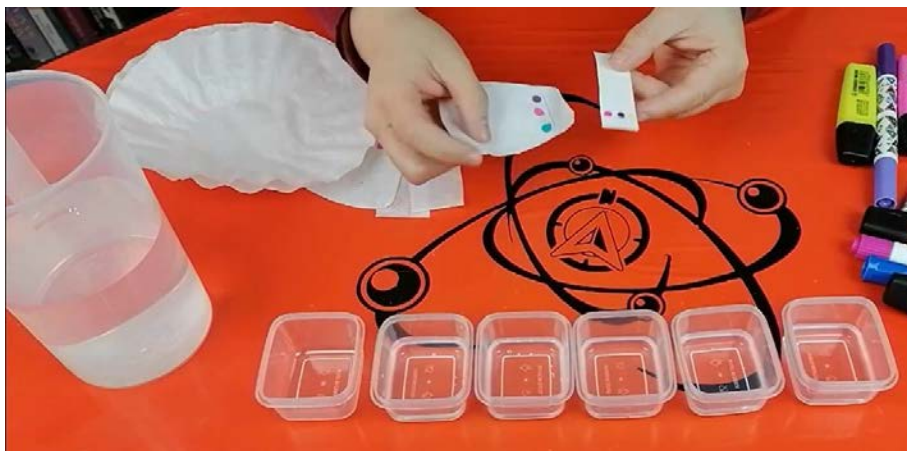


Figura 1. Preparación del experimento de cromatografía.

5. Introducir el papel en el agua de manera que solo quede el área delimitada con lápiz (sin que el agua toque los puntos de colores).
6. Dejar que el agua suba por el papel hasta que se encuentre a un cm del borde superior.
7. Comparar los experimentos de los estudiantes para reflexionar sobre la migración y separación de los colores (figura 2).

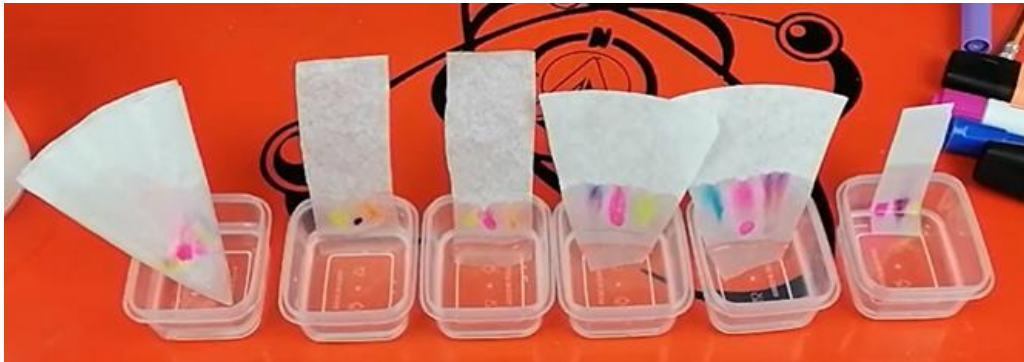


Figura 2. Resultados del experimento de cromatografía.

Se pueden emplear otros solventes como el alcohol y la acetona e incluso de ellos, usar otros tipos de papel, o extraer el colorante de dulces como las lunetas o flores, de esta manera se generan diferentes variables de experimentación.

Indicadores de pH

El pH es una medida de la acidez de las sustancias que es de gran utilidad en diferentes áreas como la salud, los alimentos y la industria cosmética. Para medirlo existen principalmente 3 maneras: los equipos conocidos como potenciómetros, las tiras reactivas y los indicadores de pH, los cuales cambian de color dependiendo el pH de las sustancias. En la naturaleza existen varios vegetales y frutos que contienen indicadores de pH, por ejemplo: las rosas, los arándanos, la jamaica y la col morada. Esta última es una de las más interesantes porque puede tomar colores muy diversos, con lo que es más fácil determinar el rango de pH en el que se encuentran las sustancias. Algo importante a tener en cuenta es que cada fruto, vegetal o indicador pH, presentará diferente escala de color por lo que debemos tener la escala correcta cuando hacemos los experimentos (Heredia-Ávalos, 2006)

Para este experimento se utilizarán los siguientes materiales:

Agua caliente

Hojas de col morada

1 cucharada de vinagre

5 gotas de jabón líquido transparente

$\frac{1}{4}$ de cucharada de bicarbonato

Además, se usarán los mismos recipientes con agua del experimento anterior, en caso de que el color se quede en el agua, este recipiente deberá ser descartado.

Procedimiento:

1. Poner el agua caliente en las hojas de col y dejarla reposar para obtener el extracto (el agua se tiñe de color azul o morado).
2. Numerar las tinajas y agregar las sustancias de acuerdo con la siguiente tabla:

Tabla 1. Contenido de las diferentes pruebas de medición de pH

Tina	Sustancia	Color	Valor de pH según la escala
1	Una cucharada de vinagre		
2	5 gotas de jabón líquido transparente		
3	¼ de cucharada de bicarbonato		
4	Dejar solo el agua		
5	Mezclar dos de las anteriores		

Este punto se puede realizar en equipo para que colaboren en el análisis de resultados.

3. A cada una de las tinas agregar una cucharada (o 10 ml) del extracto de col morada.



Figura 3. Cambio de color observado cuando se agrega el extracto

4. Observar los colores que se obtienen en cada tina, registrarlos en la tabla y compararlos con la escala que se presenta en la figura 3 para estimar el valor de pH de cada sustancia.



Figura 4. Cambio de color cuando se agrega otra sustancia o se realizan mezclas.

pH	≤2	3	4-5	6	7	8	9	10-11	≥12
Color observado	rojo oscuro	rosa	rosa pálido	morado	azul	verde oscuro	verde	verde claro	amarillo

Figura 5. Escala de color observada cuando se usa el extracto de repollo como indicador de pH.

Otras sustancias que se pueden usar para el experimento son: polvo para hornear, refresco de lima-limón o jugo de limón.

Batería electroquímica

Para generar energía eléctrica se requieren básicamente 4 elementos: un ánodo, un cátodo (electrodos generalmente de metal), un electrolito soporte y una manera para cerrar el circuito. Esto es posible gracias a las reacciones de óxido-reducción en las cuales los electrones se mueven de un material a otro, este fenómeno permite que se puedan elaborar baterías de papas, manzanas o limones (2002). Para este proyecto quisimos elaborarlas sin utilizar alimentos, ya que nuestros residuos del experimento anterior sirven perfectamente como electrolitos.

Además de los residuos, se requiere lo siguiente para construir la batería:

1 LED

6 caimantes o trozos de cable de cobre

5 clavos galvanizados de 2 a 3 cm

5 trozos de cobre de 2 a 3 cm, pueden ser alambres, placas o monedas

Opcional: multímetro, reloj o calculadora sencilla.

Procedimiento:

1. Colocar en cada una de las tinas un clavo y un cobre, detenerlos con el caimán para que no se sumerjan. La conexión debe ser del clavo de una tina al cobre de otra y dejando los extremos sueltos, como se muestra en la figura 7.



Figura 7. Conexión de los electrodos en las celdas

2. Cuando las conexiones estén listas, acercar las celdas de los extremos para sujetar el LED y observar si se tiene la suficiente energía para encenderlo (figura 8). Si no enciende, invertir las conexiones del LED recordando que tiene un polo positivo y uno negativo. Si con este cambio no enciende, es posible que se requiera agregar más celdas para tener la energía suficiente para encenderlo.



Figura 8. LED encendido con 5 celdas electroquímicas

Si cuentas con un multímetro puedes medir la corriente y el voltaje que se generan en la celda. La energía que se produce en este tipo de celdas también sirve para proveer energía a un pequeño electroimán u operar un motor pequeño.

Con este experimento se pueden abordar temas como circuito eléctrico, conexiones en serie y en paralelo, energías renovables y alternas, sustentabilidad y economía circular.

Dependiendo del nivel educativo y la asignatura que se trabaje, se pueden abordar diferentes temas en esta secuencia de experimentos. Al tener una parte de propuesta en equipo, también se pueden trabajar habilidades blandas como el trabajo en equipo y la comunicación de los resultados.

Aprendizajes esperados

Se espera que el estudiante visualice y comprenda la importancia de la revalorización de residuos, que reconozca los fenómenos físicos y químicos involucrados en cada una de las actividades realizadas, y desarrolle competencias como resolución de problemas y comunicación. Adicionalmente se pueden introducir temas como Sustentabilidad y Economía Circular que son de importancia en todas las áreas del conocimiento pero muchas veces se desconoce la manera de integrarlas de manera orgánica.

Referencias

- Chang, R. (2002). *Química*. Ciudad de México: Mcgraw-Hill Interamericana Editores.
- Estrella, M. V., & González, A. (2017). *Desarrollo sustentable. Un nuevo mañana*. Grupo Editorial Patria.
- Gestión y Desempeño Ambiental de los Campus. Instituto Politécnico Nacional. <https://www.ipn.mx/sustentabilidad/gestion-desempeno-ambiental/campus.html>
- Heredia-Avalos, S. (2006) *Experiencias sorprendentes de química con indicadores de pH caseros*. Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias. 3(1) 89-103
- Panohaya-García, F., Olivares-Pérez A., Fuentes-Tapia, I. (2004). *Conceptos y bibliografía sobre la fotoluminiscencia y procesos similares*. Instituto Nacional de Astrofísica Óptica y Electrónica
- Paño, P. (2021): *Viabilidad de la economía circular en países no industrializados y su ajuste a una propuesta de economías transformadoras. Un acercamiento al escenario latinoamericano*, CIRIEC-España, Revista de Economía Pública, Social y Cooperativa, 101, 289-323. DOI: 10.7203/CIRIEC-E.101.15979.

Propuesta de Enseñanza de Cinemática para la Concientización sobre el Tráfico Vial

Natalia Escoda
Guillermo Cutrera
Universidad Nacional de Mar del Plata, Argentina
nataliaescoda22@gmail.com
guillecutrera@gmail.com

Resumen

Desde una perspectiva freiriana, la alfabetización es un proceso que permite establecer conexiones entre el mundo en el que vive la persona y la palabra escrita. De esta manera, es posible trazar un paralelismo enunciando que la alfabetización científica ocurre cuando las personas pueden hacer conexiones con el conocimiento científico y el mundo que las rodea. Alfabetizar a la ciudadanía en ciencia y tecnología es una necesidad en el mundo contemporáneo y la educación científica, a través de las dimensiones de ciencia, tecnología y sociedad, puede contribuir al desarrollo de esta ciudadanía.

Asumiendo que el conocer surge como respuesta a una pregunta, la siguiente cuestión guía esta propuesta: *“¿Cómo promover, en estudiantes de la educación secundaria y a partir del estudio de la cinemática, aprendizajes que favorezcan el desarrollo de una consciencia crítica vial ante una problemática cotidiana?”* La temática reviste particular importancia en Argentina, y especialmente en la Provincia de Buenos Aires, debido a las altas tasas de mortalidad asociadas a los accidentes de tránsito. La relevancia de la enseñanza de la Física contextualizada a los accidentes de tránsito permitiría al estudiante comprender mejor los conceptos de la física escolar. Pero, además de la pertinencia presentada, también existen razones sociales que avalan la relevancia de la unión entre la Física y el tráfico, ya que entre los agravantes más frecuentes en las muertes por accidentes de tráfico se encuentran aquellos relacionados con la negligencia y la imprudencia, ambos derivados de la toma de decisión de los conductores y peatones.

En este trabajo se propone una secuencia didáctica centrada en un modelo de movimiento -rectilíneo y uniforme- involucrando recursos didácticos tales como modelos, simulaciones interactivas, noticias periodísticas relacionadas con el tránsito, entre otras. Se presentan, a los estudiantes, actividades relacionadas con análisis cualitativos y cuantitativos y se los implica en discusiones y trabajo grupal. Entendiendo que la contextualización combinada con la problematización constituye una herramienta significativa que puede utilizar el docente para

promover la construcción de significados, el trabajo didáctico es centrado en un estudio de caso correspondiente al cruce de peatones en un semáforo.

Objetivo

Presentar una propuesta de enseñanza para promover, en estudiantes de la educación secundaria y a partir del estudio de la cinemática, aprendizajes que favorezcan el desarrollo de una consciencia crítica vial ante una problemática cotidiana.

Marco teórico

En el marco desde el cual se plantea la secuencia didáctica se torna fundamental la alfabetización científica, es decir, el acceso a la comprensión científica de parte de la población. La alfabetización científica permite describir, explicar y predecir fenómenos naturales, además de valorar los argumentos que se derivan de los hechos establecidos y elaborar conclusiones, así como englobar un conjunto de saberes y/o capacidades de competencias relevantes para comprender y desenvolverse en el mundo actual.

Facilitar y promover el acceso de la población a saberes científicos implica la capacidad de búsqueda y comprensión de conocimientos mínimos pertinentes junto con el desarrollo de un pensamiento global capaz de comprender los problemas, las opciones, los riesgos y consecuencias, y de un espíritu crítico capaz de cuestionar posturas dogmáticas o autoritarias (Losada, 2010).

Una de las formas más eficaces de alfabetizarse implica la inmersión en la cultura científica. Esto supone, en definitiva, aproximar a los estudiantes a modalidades de aprendizajes que los vinculen con prácticas científicas, que requiere modificar prácticas de enseñanza centradas en la transmisión de conocimientos ya elaborados a prácticas que promuevan aprendizajes a través del tratamiento de situaciones problemáticas que los estudiantes puedan considerar de interés.

Se propone así, un tratamiento que no puede traducirse en fórmulas sencillas, sino que ha de contemplarse como una actividad con aspiración científica, abierta y creativa, debidamente orientada por el profesor, que incluya, entre otros (Gil y otros, 1999): la consideración del posible interés y relevancia de las situaciones propuestas para dar sentido a su estudio, el estudio cualitativo de situaciones problemáticas planteadas y la toma de decisiones y la resolución y análisis de los resultados cotejándolos con los obtenidos por otros grupos.

Según Gil, D. y Vilches, A. (2001) la alfabetización científica debe ser concebida, en definitiva, como un proceso de investigación orientada que permita a los alumnos participar en la aventura científica de enfrentar problemas relevantes y reconstruir los conocimientos científicos, lo que favorece a un aprendizaje más eficiente y significativo.

Desarrollo

Algunas consideraciones sobre la propuesta

La secuencia presentada se inscribe en una propuesta más amplia que incluye el trabajo didáctico con los movimientos rectilíneo y uniforme (en adelante MRU) y movimiento rectilíneo y uniformemente variado (MRUV). En particular, en este trabajo, recuperamos las dos primeras clases de la propuesta que, en términos generales, permiten ejemplificar el enfoque didáctico desde el cual es pensada la secuencia en su conjunto.

En la primera de estas clases, se propone el trabajo con una noticia periodística que aproxima a los estudiantes a una situación cotidiana como es el cruce de los peatones en un cruce peatonal con semáforo. Esta situación permite contextualizar la construcción de un modelo para el movimiento de cuerpos. A continuación, este modelado implica tanto la construcción de relaciones semánticas entre términos específicos de MRU como una primera aproximación a su formulación matemática.

En la segunda de las clases presentadas la propuesta didáctica se estructura a partir del uso de una simulación. A partir de este recurso didáctico se proponen instancias de descontextualización del contenido, tendientes a inferir las relaciones entre las variables, y de contextualización, a partir de la recuperación de la situación problema. En la presentación de cada una de las clases se explicitan las acciones esperables del docente y las actividades propuestas para los estudiantes.

El desarrollo de la presente secuencia didáctica supone que los estudiantes trabajaron, previamente, los siguientes saberes: Magnitudes fundamentales y unidades en el Sistema Internacional (SI): distancia y tiempo.

Clase 1

Para el comienzo de la secuencia, se propone una noticia relacionada al tránsito peatonal para generar curiosidad en los estudiantes.

Propósitos

- Modelar desde la actuación docente el empleo de relaciones conceptuales que involucren las nociones de velocidad, movimiento, tiempo y distancia.
- Promover el trabajo y la discusión grupal para que los estudiantes puedan contrastar sus saberes para construir conocimiento desde un lenguaje científico.
- Propiciar un espacio que permita el análisis e interpretación de la realidad, y actuar en consecuencia frente a situaciones problemáticas de la vida cotidiana.

Actividad 1.1

Se presenta a los estudiantes la siguiente noticia para su lectura:

Los peatones deben avanzar 1,3 metros por segundo para cruzar los semáforos

Los cruces regulados suponen una 'amenaza' para los viandantes

Los peatones de una ciudad A, tienen que correr más que las personas de la ciudad B para cruzar los semáforos. La Municipalidad tiene establecidos unos criterios según los cuales un peatón puede cruzar sin problemas un semáforo a 1,3 metros por segundo. En la ciudad B, estos criterios están en 0,9 metros. El Partido Socialista denuncia que el tiempo que tienen los ciudadanos de A para cruzar los semáforos supone una 'amenaza' para ancianos, niños y discapacitados.

Los peatones con problemas locomotrices -el 18% de la población: niños, ancianos y discapacitados- tienen que realizar 'auténticas carreras' para llegar al otro lado de la calle antes de que el semáforo se ponga en rojo y los coches comiencen a pasar. 'Hay pasos de peatones, sobre todo en las grandes vías, que se convierten en un calvario para algunas personas con un ritmo de paso más lento. En vez de calles parecen autopistas', aseguran.

En cambio, desde la oficina de la ciudadanía, afirman que la política municipal de tráfico está encaminada, sobre todo, a proteger a los peatones. Además, expresan: "Los semáforos están regulados para que la gente pueda cruzar sin problemas y no son, en absoluto, peligrosos para los peatones que no pueden andar al mismo ritmo que el resto de los ciudadanos".

Según los criterios de la Municipalidad, el peatón puede cruzar el paso a una

velocidad media de 1,3 metros por segundo. Es decir, que un peatón puede atravesar sin problemas un cruce a esa velocidad y todos los semáforos están regulados para que se respeten esos criterios. Pero estas cifras dejan mucho que desear si se las compara con las de otras ciudades.

En la ciudad B, recientemente se ha bajado la velocidad de referencia de 1 a 0,9 metros por segundo y donde todos los semáforos han sido ya adaptados para que los peatones puedan cruzar. En las últimas semanas se desarrolló una gran campaña ciudadana, apoyada por algunos medios de comunicación, en favor de los derechos de los peatones.

Sin embargo, en la ciudad A en algunos cruces la velocidad media es de 1,4 metros por segundo o, en otros, de dos metros por segundo.

Además, se añade otra apreciación: "Cuando hay congestionamientos de tránsito, se incrementa sustancialmente el tiempo de paso de los coches para que fluya el tráfico y se perjudica a los peatones", aseguran.

"Estamos iniciando esta política porque queremos dar mayor protección a los peatones, que deben soportar, en algunos casos, los comportamientos agresivos de algunos conductores, que no respetan las normas circulatorias", admite la Municipalidad.

Una vez que los estudiantes leen la noticia, se propone la discusión en grupos de 2 o 3 personas, orientando la misma con las siguientes cuestiones para luego recuperar las respuestas en una instancia de puesta en común.

- *¿Qué te llama la atención del texto?*
- *¿Pensaste alguna vez en esta problemática?*
- *¿Cuáles son los actores sociales involucrados?*
- *¿Hay posiciones encontradas en la noticia? De ser así, ¿cuáles son? ¿Qué argumentos proponen?*
- *¿Con qué postura podrías identificarte?*

A continuación, se realiza la misma tarea con las siguientes preguntas orientadas a incursionar en las nociones básicas de velocidad:

- *¿Cómo podrían haberse calculado las velocidades de los peatones indicadas en la noticia?*
- *¿Qué unidades se utilizan en la noticia para expresar la velocidad? ¿Qué otras unidades conocen para su expresión?*
- *¿Creen que la noticia hace alusión a un cruce de calle o a un cruce de avenida? ¿Por qué?*

Orientaciones para el docente: Luego de realizar la Actividad 1.1, se propone recuperar las respuestas de los estudiantes a la pregunta “*¿Qué unidades se utilizan en la noticia para expresar la velocidad? ¿Qué otras unidades conocen para su expresión?*”.

Guiando intercambios con el grupo de estudiantes, el docente explica el concepto de velocidad y su expresión matemática.

$$v = \frac{\Delta x}{\Delta t}$$

Se sugiere que el docente resuelva en el pizarrón un ejemplo sencillo para mostrar la aplicación de la fórmula.

Tiempo estimado: 30 minutos

Actividad 1.2

Calcularemos la velocidad promedio de un compañero. Para ello, formen un grupo de 3 o 4 personas y elijan quién será el *peatón prueba*.

Es necesario que todos los integrantes del grupo tomen datos y realicen repeticiones de las mediciones al menos 5 veces para reducir el error de medida.

Antes de comenzar la medición:

- *¿Cómo medirían la velocidad y en qué unidad la expresarían?*
- *¿Qué instrumentos deben utilizar para realizar la medición de la velocidad?*

Después de la medición:

- *Ordenen los datos en una tabla y calculen el promedio de las 5 mediciones.*
- *Calculen la velocidad promedio del compañero, utilizando la expresión matemática estudiada.*

Análisis de las mediciones

En grupo, analicen las siguientes cuestiones relacionadas a la experiencia:

- *¿La velocidad promedio obtenida en cada grupo se acerca o no a la nombrada en la noticia?*
- *¿La velocidad de la persona a lo largo del trayecto se modifica o se mantiene constante?*
- *¿Podrías proyectar una solución a la problemática expresada en la noticia?*

Orientaciones para el docente: Luego de realizar la Actividad 1.2, se analizan los supuestos referidos al movimiento rectilíneo uniforme (MRU). Se explicita que el mismo es un modelo utilizado en física, aplicado a aquellos movimientos en donde la velocidad permanece constante y la trayectoria es recta.

Tiempo estimado: 30 minutos

Clase 2

En la presente clase se utilizará un simulador interactivo para estudiar la variación de la posición, según el tiempo transcurrido. Para ello, se recupera la noticia trabajada en la Clase 1.

https://elpais.com/diario/2002/03/18/madrid/1016454261_850215.html

Propósitos

- Modelar desde la actuación docente el análisis de la información presente en gráficas y su contextualización al caso trabajado.
- Promover el trabajo y la discusión grupal para que los estudiantes puedan contrastar sus saberes para construir conocimiento desde un lenguaje científico.
- Propiciar un espacio que permita el análisis e interpretación de la realidad, y actuar en consecuencia frente a situaciones problemáticas de la vida cotidiana.

Actividad 2.1

Se solicita a los estudiantes que ingresen al siguiente Simulador y seleccionen la opción “Introducción”:

<https://phet.colorado.edu/sims/cheerpj/moving-man/latest/moving-man.html?simulation=moving-man&locale=es>

Utiliza el simulador y coloca el valor de velocidad en 2 m/s. Luego, selecciona *Play* y pausa el movimiento al menos 5 veces para tomar datos de posición y de tiempo.

Volcar los datos obtenidos en el simulador en la siguiente tabla:

Tabla 1: Toma de datos a partir de un simulador

Medición	Posición (m)	Tiempo (s)
1		
2		
3		
4		
5		

A partir de la elaboración de la tabla, elabora un gráfico x vs. t que represente los valores obtenidos.

Antes de graficar

- Hay que recordar que en el eje “ x ” colocamos la variable independiente y en el eje “ y ” colocamos la variable dependiente. ¿Cuáles son en este caso respectivamente?
- ¿Qué escala utilizarás para cada magnitud? ¿Hay una única alternativa?

Después de graficar

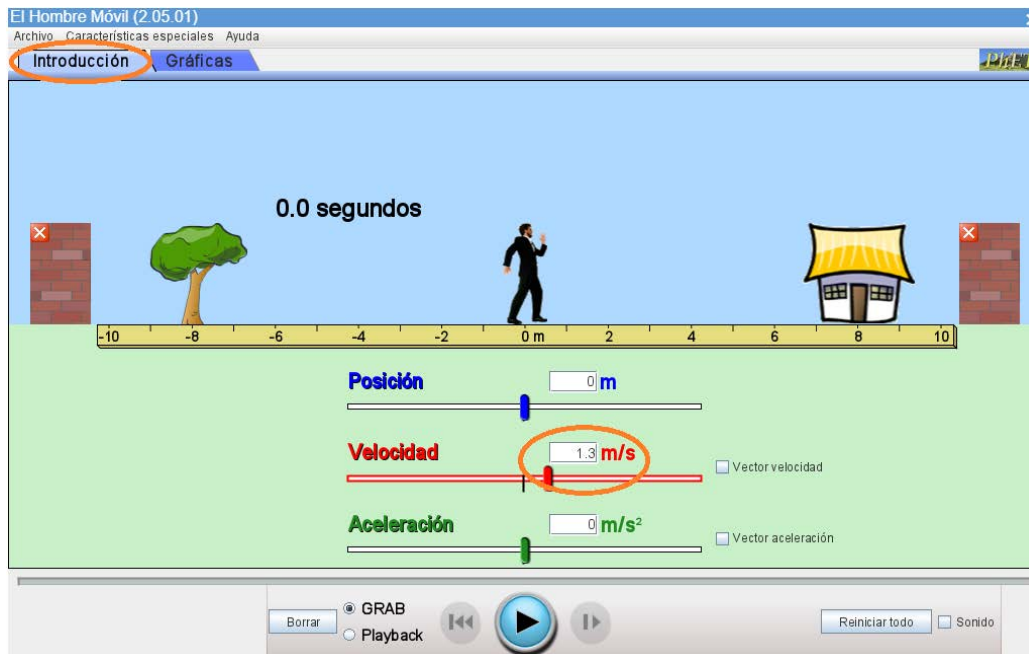
- ¿Con qué función matemática puede asociarse el gráfico?
- ¿Qué tipo de proporcionalidad se espera entre las variables representadas en el gráfico?
- ¿Cómo se vería el gráfico de una persona que realiza el cruce a una menor velocidad? Dibújalo en el gráfico construido anteriormente.
- ¿Cómo se representaría gráficamente el movimiento de un peatón si se detiene a mitad de recorrido durante 2 segundos y luego continúa?

Tiempo estimado: 25 minutos

Actividad 2.2

En esta actividad utilizaremos el simulador para recuperar la noticia trabajada en la clase anterior, la cual establecía el valor promedio de 1,3 m/s para el cruce de un semáforo para los peatones. Además, analicemos qué ocurriría si el cruce fuera de 10 m.

- ✓ Coloca en el recuadro de velocidad "1.3" para simular el recorrido de un peatón en un cruce de 10 m. Debería verse de la siguiente manera:



Luego selecciona *Play* para observar el movimiento y responde a las siguientes cuestiones. Podés repetir el movimiento o colocar *Pausa* las veces que necesites:

- ¿Qué tiempo mínimo debería estar un semáforo en rojo para habilitar ese cruce? Explicar.
- Suponiendo que una persona se desplaza a una velocidad de 0,5 m/s. ¿Cuánto tardaría en recorrer 10 metros? ¿Sería suficiente el tiempo del semáforo? Justificar.
- ¿Qué ocurre con la velocidad del peatón a medida que transcurre el tiempo? ¿Se modifica o permanece igual? Explica con tus palabras qué significa esta consideración.

Tiempo estimado: 20 minutos

Orientaciones para el docente: Como cierre de la Clase 2, se propone un intercambio entre el docente y los estudiantes, colocando el foco en la relación directa que existe entre la velocidad, la posición y el tiempo.

Luego de interpretar el gráfico obtenido para $x(t)$, se traza la gráfica $v(t)$ haciendo hincapié en la consideración de suponer constante la velocidad promedio en todos los movimientos estudiados.

Tiempo estimado: 15 minutos

Propuesta de actividad final

En esta actividad proponemos relacionar lo que hemos aprendido sobre cinemática en un contexto que, teniendo relación con la problemática inicial, nos permitirá ampliar nuestros conocimientos. Nos referimos a la programación de semáforos y la necesidad de medición de velocidades promedio de los peatones para que el cruce sea seguro.

Consigna de trabajo

En la Municipalidad de nuestra ciudad surgió la preocupación por el riesgo de algunos peatones durante el cruce de semáforos. En este contexto, se publicó el siguiente anuncio:

La Municipalidad de la ciudad junto con el Ministerio de Transporte busca contratar a un grupo de personas para analizar cruces peatonales potencialmente peligrosos

Suponemos que ustedes, los estudiantes, son especialistas para poder responder a esta petición. Formando grupos de trabajo de no más de 4 integrantes deberán elaborar una propuesta que permita a los peatones transitar con seguridad un cruce peatonal con semáforo. Para ello, deberán seleccionar un cruce de calles que consideren riesgoso y que debería ser revisado. Elaboren un informe que incluya:

- Introducción
- Propósito del trabajo
- Metodología de trabajo
- Resultados obtenidos
- Conclusión en relación con la problemática inicial

Fecha de entrega: 2 semanas

Aprendizajes esperados

Clase 1

- Tomar postura frente a distintos actores sociales involucrados en la noticia informativa.
- Identificar valores a partir de una experiencia sencilla que tenga como propósito calcular la velocidad promedio de una persona en movimiento.
- Implementar procedimientos para el cálculo de velocidades promedio de manera experimental.

- Reflexionar sobre la noticia periodística en relación con los valores de velocidad peatonal, junto con una posible solución a la problemática.

Clase 2

- Registrar datos para estudiar la posición de un peatón en función del tiempo, utilizando un simulador interactivo.
- Modelar la variación de la posición de un peatón en función del tiempo, utilizando un simulador.
- Reflexionar sobre la noticia periodística en relación con los valores de velocidad peatonal, junto con una posible solución a la problemática.

Consideraciones finales

En este trabajo presentamos el avance de una propuesta más amplia centrada el trabajo didáctico con los movimientos rectilíneos en aulas de Física del nivel de educación secundaria. La intención de la misma es inscribir las prácticas de enseñanza y de aprendizajes, para la temática indicada, en una perspectiva que recupere su significatividad para los estudiantes. Entendemos que la contextualización de las prácticas de enseñanza, enmarcadas en la perspectiva de alfabetización científica, constituye un vehículo didáctico privilegiado para este propósito general.

Referencias

- Gil, D. & Vilches, A. (2001). Una alfabetización científica para el siglo XXI: Obstáculos y propuestas de actuación. *Revista Investigación en la Escuela*, 43, 27-37.
- Losada, C. (2010). ¿Qué es la alfabetización científica? *Suplemento de la Universidad Autónoma de la Ciudad de México*. Número 7.

Dos instrumentos para el análisis de datos en el proceso de investigación-acción

Luz María de Guadalupe González Álvarez
Escuela Superior de Física y Matemáticas
Instituto Politécnico Nacional
lmgonzaleza@ipn.mx

Resumen

La intención de esta propuesta es ejemplificar el uso de un instrumento para el análisis de datos cuantitativo y otro para el cualitativo, que permiten valorar los avances de cada estudiante y el grupo en general, en diferentes momentos del desarrollo de una unidad de aprendizaje, para regular el proceso mediante actividades diferenciadas adecuadas a la multiculturalidad que de manera natural se presenta en los grupos de clase. La propuesta se fundamenta en la pedagogía del contrato, y el proceso de investigación acción. La combinación de dichos elementos favorece la autorregulación del proceso por parte de cada estudiante y del docente.

Objetivo

El objetivo de esta participación es mostrar un ejemplo del uso de un instrumento para el análisis de datos cuantitativo y otro para el cualitativo, que permiten organizar la información necesaria para regular el proceso de enseñanza aprendizaje de manera que se favorezca atender a la diversidad cultural de los estudiantes, mediante el enfoque de investigación acción.

Marco teórico

Aunque en la investigación educativa, como en la que se realiza en cualquier otro campo del saber, el objetivo del proceso es generar conocimientos; en el caso de la investigación acción, dicho objetivo pasa a segundo plano, puesto que la atención se centra en mejorar la práctica docente, implantando valores fundamentales en la misma (Elliot, 1991, p. 67-68). Por ejemplo, la atención a la multiculturalidad que se presenta en el grupo clase.

Antes de implantar el valor elegido, hay que indagar las condiciones que se requieren. Para el caso de la atención a la multiculturalidad es indispensable la formación de comunidades de indagación, en la que los participantes realizan trabajo colaborativo, mediante el cual desarrollan habilidades para proyectarse social y emocionalmente; de esta manera las interacciones de cada integrante del grupo se toman en cuenta y van dando continuidad unas a otras, para lograr los objetivos afectivos, de manera que el sentido de pertenencia conduzca las actividades hacia la integración académica que posibilita la perseverancia de cada

estudiante en el programa de estudios en el que se forma (Palomino y Ramírez, 2010).

Para fomentar el desarrollo de las habilidades involucradas en el desarrollo del valor elegido, se requiere hacer un seguimiento del proceso que permita ajustarlo a las características del grupo, a esto se le conoce como regulación del aprendizaje. Si los estudiantes participan en el proceso de regulación, se les brinda la oportunidad de valorar y tomar conciencia de sus capacidades y formas de aprender, para que aprendan a aprender y como consecuencia adquieran autonomía intelectual; entonces el proceso será una autorregulación. Cuando además se apoyan entre sí, se realiza también la regulación mutua (Jorba y Casellas, 1997, 101, 106).

Para realizar la regulación del aprendizaje, se requiere tener criterios claros y estables para evaluar. Y para que se dé la autorregulación y la regulación mutua, conviene que los estudiantes participen en la elaboración de los mismos, mediante acuerdos, como propone Przesmycki (2000) en la llamada Pedagogía del contrato, la cual surgió para fomentar el aprendizaje autónomo del estudiante, promover la corresponsabilidad para con sus desempeños, la autoevaluación y el juicio crítico; así como abordar la diversidad de niveles de aprendizaje, mediante acuerdos y compromisos mutuos con el profesor (Ruay, Rodrigo, 2017).

El contrato didáctico es un acuerdo en el que las partes implicadas son los actores del proceso enseñanza-aprendizaje, en el cual algunos de los elementos constituyentes son la forma de evaluación y los criterios necesarios para que ésta sea coherente con los objetivos (Cano y López, 2015, 24-25). Estos criterios han de tener un fundamento que, compartido con los estudiantes, da pauta a la redacción de los criterios. Por ejemplo, la resolución de problemas puede ser uno de los elementos constituyentes de la evaluación, y entonces los criterios de evaluación pueden fundamentarse en las 4 fases de Polya (1965) para la resolución de problemas heurísticos.

La construcción de criterios ha de ser por consenso, mediante un diálogo verdadero entre visiones parciales, de manera que los estudiantes tengan la libertad necesaria para construir los criterios que han de guiar el proceso. Un diálogo verdadero implica que el profesor evite intervenir cada vez que participa un estudiante, ya que, si lo hace, domina el proceso y los estudiantes pierden la oportunidad de expresar sus ideas, y de practicar el lenguaje propio de la disciplina científica, en particular la habilidad de argumentar (Lemke, 1997, p. 40).

Las evidencias de aprendizaje que aporta cada estudiante, valoradas a la luz de los criterios de evaluación construidos por consenso, se usan como referentes para la reflexión y análisis en la regulación del proceso, tanto en los contenidos y objetivos no alcanzados por completo, como en las estrategias metodológicas empleadas; mediante el proceso de investigación-acción, que consiste en tomar datos, sistematizarlos, analizarlos, elaborar una propuesta de mejora,

implementarla, tomar datos, y así sucesivamente. Este proceso ha de realizarse con base en la autoevaluación, la evaluación mutua y la coevaluación, así como en los criterios construidos por consenso (Ortega y colaboradores 2019).

La calidad de la reflexión depende de la calidad de los datos que podamos recopilar y del análisis de estos. Si la reflexión práctica se estructura únicamente como una forma de razonamiento técnico o instrumental, no habrá posibilidad de una reflexión personal sobre los valores, ni una dimensión ética de las prácticas sociales. (Elliot, 1993, p.67-70)

Desarrollo

Para mostrar el uso de los instrumentos para el análisis de datos, se presenta el ejemplo de la resolución de un problema (figura 1).

PINOS CON LUCES

Pronto será Navidad, para ello se elaborará un pino con luces como en la figura:

Nivel 1	●
Nivel 2	● ●
Nivel 3	● ●

¿Cuántas cuentas necesitas para un pino nivel 10 y cuántas para uno nivel 50?

Figura 1. Enunciado del problema que se analiza como ejemplo

Para el análisis cuantitativo se utiliza la parrilla de evaluación, que es una tabla en la que se vacía la información obtenida en el momento de evaluación formativa correspondiente, planeado de antemano (tabla 1). En la primera columna se colocan los nombres de los estudiantes, o alguna clave para identificarlos; en los encabezados de las demás columnas, se escriben los criterios de evaluación, excepto en la última, en la cual se colocará la suma del número de criterios marcados en cada fila.

En las celdas se marcarán los criterios que cumple la evidencia realizada por cada uno de los estudiantes, de manera que la última columna dará un informe cuantitativo de la situación de cada uno, con respecto a los mismos, para su autorregulación y la atención a la diversidad que realizará el docente.

En la última fila se colocará el total de criterios cumplidos en cada columna, lo que indicará el avance grupal, para contar con información de la eficacia del proceso, para la autorregulación del docente.

Tabla 1. Parrilla de evaluación pinos con luces

Estudiante	Comprensión del problema		Elaboración de un plan			Ejecución del plan		Retrospectiva	Σ (de 8)
	Identifica los datos	Identifica la incógnita	Determina relación entre datos e incógnita	Plantea pasos lógicos	Los pasos se muestran en orden	Utiliza bien el plan.	Cada paso es correcto	Incluye comprobaciones	
A	✓	✓		✓	✓				4
B	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	8
C	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		7
D	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		7
E	✓	✓		✓	✓				4
F	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		7
G	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		7
H	✓		✓	✓	✓	✓	✓		6
I	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		7
J	✓	✓		✓	✓				4
K	✓		✓	✓	✓	✓	✓		6
L	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	8
M	✓	✓		✓	✓				4
N	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	8
O	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		7
Σ	15	13	11	15	15	11	11	3	94

Al analizar la tabla 1 por filas se puede observar que los casos A, E, J, y M; requieren aprender a determinar la relación entre datos e incógnita, en particular cuando para ello requieren interpretar gráficos, que es la forma como se presentaba en el problema.

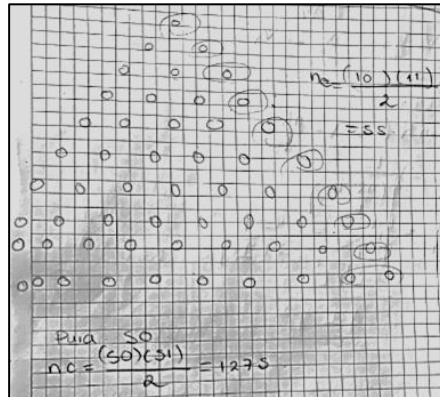


Figura 2. Interpretación diferente del enunciado

También requieren saber utilizar bien un plan, incluyendo las explicaciones de lo que hacen; esto permite que sea más legible la solución y facilita al autor la revisión de cada paso para asegurar, en lo posible, que es correcto.

La visión retrospectiva, es otra necesidad, pero de casi todo el grupo, como se puede ver al revisar los resultados de la columna respectiva. Por ello ha de tenerse en cuenta que hace falta incluir en la práctica educativa la comprobación de las soluciones a los problemas, en diferentes temas, para que se favorezca la generalización de dicha habilidad.

El análisis cualitativo de las soluciones de los estudiantes favorece la atención a la diversidad cultural, puesto que permite profundizar en las formas de plantearlas que cada uno presenta (figura 3).

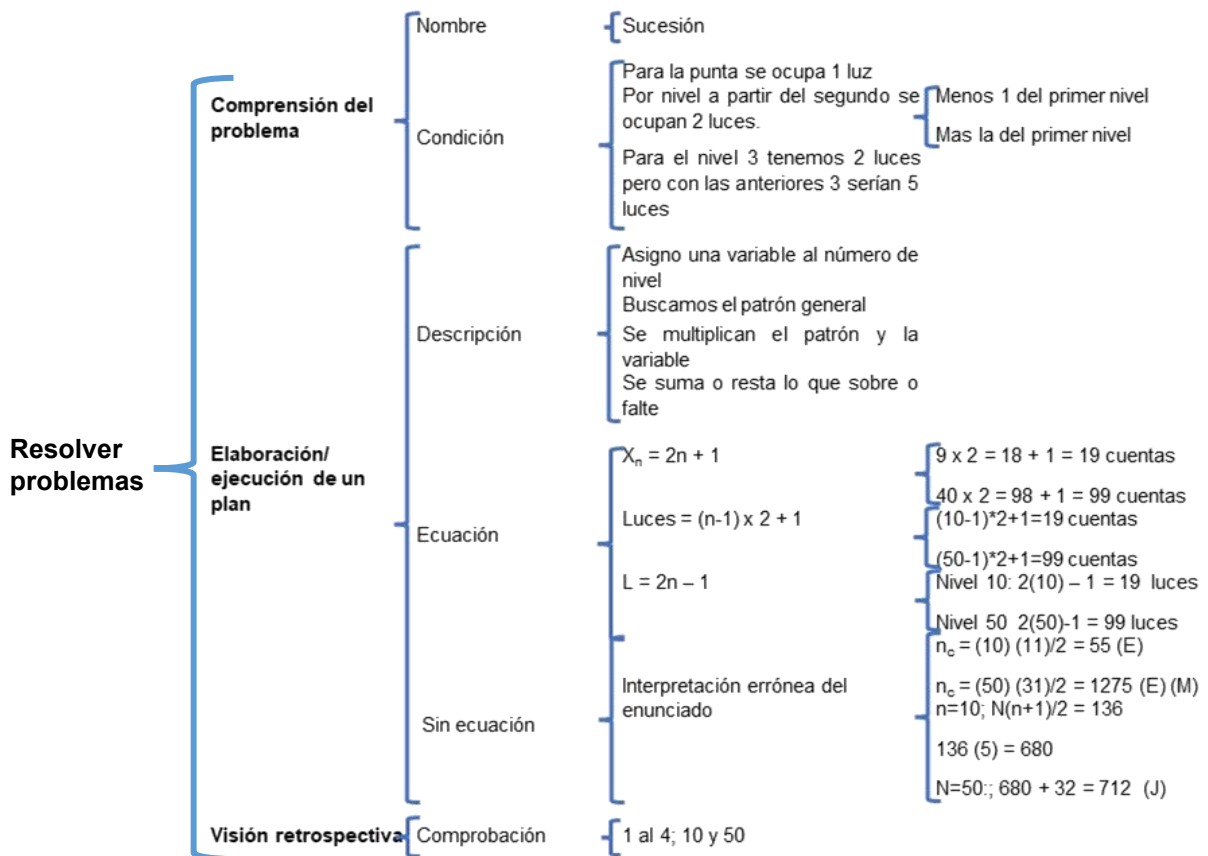


Figura 3. Red sistémica de la solución al problema

Por ejemplo, algunos estudiantes usaron una suma, mientras que otros una diferencia para resolver el problema, sin embargo, de ambas formas se llega al mismo resultado si la plantean de acuerdo con las condiciones de este:

Para cada nivel del arbolito se tiene que son dos lucecitas (...) menos una del primer nivel que es donde se ocupó 1 (caso I).

Por nivel a partir del segundo se ocupan 2 luces más la del primer nivel (caso L).

En algunos casos el lenguaje es coloquial, como en los ejemplos que acabamos de mencionaren otros más formal, un ejemplo de lenguaje formal es:

Asigno una variable al número de nivel "n". Ahora buscamos el patrón general de los niveles; progresan de 2 en 2 por lo tanto el patrón es 2. Se multiplican el patrón y la variable de nivel; será 2n. Se ocupa cualquier nivel y se suma o se resta lo que sobre o falte (caso N).

Estas diferencias de los estudiantes, que se pueden evidenciar aún en casos simples como la solución de un solo problema, muestran que el aula es un espacio multicultural que puede enriquecer a todos mediante el diálogo.

En resumen se tiene que el análisis cuantitativo de los datos concentrados en las parrillas de evaluación, en los diferentes momentos del curso, permite identificar las necesidades de retroalimentación de cada estudiante mediante la revisión de cada fila, en la cual se indican los criterios de evaluación que cumple en la evidencia entregada, esta información es básica para la atención a la diversidad de avances, ya que, tomando en cuenta los criterios que faltan a cada uno por cubrir, se asignan actividades diferenciadas, que atiendan las necesidades formativas de cada estudiante (Jorba y Casellas, 1997, p. 95-96).

Para la evaluación del desempeño de la profesora, se cuenta con la información que aporta cada columna de la parrilla de evaluación. En ellas se puede observar la eficacia de la práctica, con respecto a cada criterio de evaluación, para ir la adaptando a las necesidades del grupo, ya que cada uno tiene ciertos detalles que lo hacen único. Así que, los resultados por columna son la base para la autorregulación del profesor, para mejorar su labor docente (ibidem).

El análisis cualitativo mediante el uso de la red sistémica (Sanmartí 1993) complementa la información al realizar la partición de los textos en pequeños segmentos que se interpretan a la luz de la teoría que se use como fundamento, en este caso, las 4 fases de Polya para resolver problemas; de manera que se percibe con más claridad la diversidad de formas de expresarse y de plantear las soluciones, debidas a las diferencias culturales de los estudiantes.

Aprendizajes esperados

Este proceso de poner atención a cada estudiante, principalmente en los momentos de evaluación; la construcción en consenso de los criterios de evaluación; la toma de datos; el análisis; la atención a la diversidad cultural y de avance académico; y la repetición del ciclo cuantas veces sea necesario, a manera de un espiral, como se recomienda en el proceso de investigación-acción

(Elliott, 1991), favorece que los estudiantes, además de aprender los contenidos del programa académico, aprendan a aprender, mediante la autorregulación de sus aprendizajes; a valorar las ideas diferentes a la propias, mediante el trabajo colaborativo, la construcción de consensos y la comparación de diferentes formas de construir las soluciones a los problemas planteados, lo que implica el respeto a la multiculturalidad.

Referencias

- Cano y López (2015) *Evaluar para aprender: El contrato didáctico como estrategia para la autorregulación del aprendizaje de las ciencias sociales*. Licenciatura en educación básica con énfasis en ciencias sociales. Asesora Mejía Aristizábal. Facultad de Educación. Universidad de Antioquía. Medellín, Colombia.
- Elliott, John. 1991 (traducción de 2005) *El cambio educativo desde la investigación acción*. Madrid, España: Morata.
- Jorba, J. y Casellas, E. (Ed.) (1997). *Estrategias y técnicas para la gestión social del aula. La regulación y autorregulación de los aprendizajes*. Madrid, España: Síntesis.
- Lemke, Jay. (1997) *Aprender a hablar ciencia*. Barcelona, Paidós.
- Ortega, Álvaro; Vergel, Mawency; Ortega, Sandra; y Gómez, Carlos Sebastián. (2019) *Contrato didáctico y sus fases: retos en la práctica pedagógica hacia la microenseñanza*. *Formación IB*. Obtenido el 4 de junio de 2021 de: <http://formacionib.org/noticias/?Contrato-didactico-y-sus-fases-retos-en-la-practica-pedagogica-hacia-la>
- Palomino, Martha Liliana y Ramírez, Gabriel Mauricio. La presencia social en ambientes virtuales de aprendizaje: una estrategia de interacción y construcción del conocimiento. *Revista de investigaciones UNAD*. No. 09, junio – diciembre.
- Polya, George (1965) *Cómo plantear y resolver problemas*. Trillas.
- Przesmycki, Halina (2000) *La pedagogía de contrato. El contrato didáctico en la educación*. Graó.
- Ruay Garcés, Rodrigo Orlando Ximena Ceballos Sánchez, Soledad Herrera Tachaires, Karen Niemann Vizcarra, Fernanda Rodríguez Valenzuela, Daniel Miranda Sala, Daniel Ciudad, Álvaro Hevia, Edith Cueto, Paula Marchant, Rosemary Rios, Marcela Fernandez, Marinella Bustamante Morales, Jorge Godoy Olave, Patricia Nazar Misleh, Miguel Olivares Olivares, Marcela Cubillos Poblete, Carola Molina Oyarzún, Rodrigo Cepeda Ortiz, Paul Hernández Mendoza (2017) *El contrato didáctico o de aprendizaje: una estrategia de evaluación auténtica en la educación*

superior. Boletín virtual – julio - Vol 6 – 7. 62-82|ISSN 2 2 6 6 - 1 5 3 6.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6189574>

Sanmartí, N. (1993). *Las redes sistémicas: construcción y aplicaciones*. Universidad Autónoma de Barcelona.

Una interpretación geométrico-física del número de onda k

José M. Rivera Rebolledo
Albino Hernández Galeana
Carlos Daniel Reyes Cote
Instituto Politécnico Nacional
riverareb7@gmail.com

Resumen

En diferentes textos de física general y de física moderna, se introduce la definición del número de onda k con breves comentarios de su significado, pero sin darle alguna interpretación. En este trabajo se extiende un tanto lo que en los libros se presenta, por medio de una representación en forma de círculos concéntricos de donde se desprende una mejor interpretación geométrico-física de k .

Objetivo

El objetivo que nos planteamos es el de encontrar una forma ilustrativa del número de onda k , para lo cual se van a comentar las formas en que lo definen diferentes autores, aunque no entran en mayores detalles, siendo por lo tanto el enfoque didáctico aquí el de obtener una representación más tangible de k .

Marco teórico

La fundamentación de la propuesta se basa en que, como ya se mencionó, la mayoría de los autores únicamente define lo que es el número de onda excluyendo alguna figura que lo visualice, o equivalentemente la descripción textual, como son por ejemplo (Halliday, s. f., Beiser. 1973, Sears y Zemansky. 2009, y Gautreau, 2001)

Desarrollo

Algunas fórmulas básicas en movimiento ondulatorio son:

En uno de los textos (Halliday, s.f.), se define la frecuencia angular ω y el número de onda *angular* k de la manera usual:

$$\omega = \frac{2\pi}{T}, \quad k = \frac{2\pi}{\mu}, \quad (1 - 2)$$

tal que la ecuación de onda se expresa por:

$$y \approx \text{sen} \left[2\pi \left(\frac{x}{\mu} - \frac{t}{T} \right) \right] = \text{sen} (kx - \omega t), \quad (3 - 4)$$

En cambio, otros autores, (Shortley, G. y Williams, D. 1956), en sus capítulos 21 y 22 de movimiento ondulatorio y sonido, definitivamente no ve la necesidad de introducir k , y finalmente (Gautreau, 2001), k se denomina como vector de propagación.

Entre los comentarios de algunos autores sobre el número de onda k citemos el de (Beiser, 1973): " k es igual con el número de radianes correspondiente a un tren de ondas de un metro de extensión, ya que hay 2π radianes en una onda completa". Asimismo, en su capítulo 4, pp. 123-124, hace una ilustración ajustando números enteros de la longitud de onda λ a una circunferencia, de lo cual se puede inducir el concepto de k como el número de λ 's que se tienen en, por ejemplo, un metro de longitud o de circunferencia.

En otro texto (Sears y Zemansky, 2009), pp. 418-419, k queda definido a partir de la diferencia de fases para una onda plana de la siguiente manera: si μ es la distancia entre dos puntos $x_{1,2}$ con diferencia de fase $\varphi = 2\pi$, se tiene:

$$y \approx \text{sen} \varphi, \quad \varphi = kx - \omega t, \quad (5 - 6)$$

con

$$\Delta\varphi = \varphi_2 - \varphi_1 = 2\pi \text{ y } \Delta x = \lambda, \quad (7 - 8)$$

De aquí:

$$\Delta\varphi = k \Delta x = k\lambda = 2\pi, \quad k = \frac{2\pi}{\lambda}, \quad (9 - 10)$$

de lo cual se desprende lo ya conocido de que " k es inversamente proporcional a la longitud de onda λ ", ib.

Del mismo autor, en el tratamiento de una cuerda tensa de longitud l entre extremos fijos, se encuentra para las longitudes de onda de sus tres primeros modos de vibración, utilizando la definición:

$$\bar{k} = \frac{k}{2\pi} = \frac{1}{\lambda}, \quad (11)$$

$$\lambda = (2l, l, \frac{2}{3}l), \quad \bar{k} = \left(\frac{1}{2l}, \frac{1}{l}, \frac{1}{3l} \right) = \left(\frac{1}{2} \lambda, \lambda, \frac{3}{2} \lambda \right) \text{ en } 1 \text{ m}, l = 1 \text{ m}, \quad (12 - 14)$$

de donde se deduce que se tienen por cada metro, las siguientes crestas c o valles v :

$$(1c, 1c \text{ y } 1v, 2c \text{ y } 1v), \text{ o } \bar{k} = 1, 2, 3, \quad (15 - 16)$$

tal que \bar{k} coincide con el número de semiondas contenido en un metro de longitud de onda. Es decir, \bar{k} se puede visualizar entonces como *el número de crestas y valles que caben en la longitud de la cuerda*.

En el mismo tenor (insertar figura de las tres circunferencias), ver. figs. 1a – c), nosotros hemos acudido a las figuras con diferentes escalas de tres circunferencias (cf. átomo de Bohr) todas ellas de longitud $l = 1m$, en las cuales se insertan una, dos y tres longitudes de onda, respectivamente, con periodos totales asociados de 2π , 4π y 8π , tal que se tiene para el número de vueltas completas y lambdas:

$$(1 \nu, 1l), (2 \nu, 2l), (3 \nu, 3l), \quad (16)$$

y por (10) se encuentra finalmente:

$$\lambda(m) \quad 1 \quad \frac{1}{2} \quad \frac{1}{4}, \quad (17)$$

$$\bar{k}\left(\frac{rad}{m}\right) \quad 1 \quad 2 \quad 4, \quad (18)$$

Así, podemos decir que, si

$$k = 2\pi\alpha, \quad (19)$$

entonces a cada factor α de 2π le corresponde α número de vueltas; por ejemplo $k = 7.6 = 2\pi (3.4)$ implica que existen 3.4 λ 's en la circunferencia.

Por lo tanto, en $k = 2\pi\alpha$ hay α longitudes de onda o vueltas por cada 2π . Lo anterior también lo podemos inferir si suponemos que se tienen α longitudes de onda en la longitud l , esto es:

$$l = \alpha \lambda, \text{ o } \lambda = \frac{l}{\alpha}, \quad (20)$$

que nos da en ec. (11):

$$\bar{k} = \frac{\alpha}{l} \quad (21)$$

O bien, caben α longitudes de onda en l .

Enfoque didáctico

El enfoque didáctico que se le puede dar a lo anterior es el de que con dicho tratamiento uno espera, por una parte, transmitir al estudiante una manera accesible y práctica de entender un tanto mejor el concepto del número de onda,

de tal suerte que no quede en una derivación de rutina y/o la sola definición, y por otra, imbuir o sembrar en el estudiante la actitud crítica con que debe de trabajar en la mayoría de las situaciones académicas que se le presentan en el trato continuo de los cursos, siendo esta la esencia misma y última de su aprendizaje.

Aprendizajes esperados

Hemos intentado en este trabajo incorporar una interpretación geométrica para el número de onda k que a la vez nos dé una idea más física del concepto de tal cantidad, cuya dificultad estriba principalmente en que está expresada en términos del inverso de la longitud de onda, ver ec. (10), o en unidades de por ejemplo $\frac{1}{m}$; sin embargo, por medio de los ejemplos para cuerda tensa o del átomo de Bohr, más la redefinición de k según ec. (11), y con la longitud de onda expresada como un factor de l , se concluye que el número de onda puede verse como ése mismo factor de longitudes de onda en l . Así pues, se espera que con esto el estudiante aprenda a distinguir lo que nos presentan los libros de lo que en realidad es, como sería aquí tomar una definición sin mayor detalle, para lo cual se propone que haga las figuras necesarias y que describa las analogías con el concepto.

Referencias

- Beiser, A. (1973). *Concepts of Modern Physics*, Tokyo, Düsseldorf.: McGraw-Hill-Kogakusha. 2nd. Ed.
- Gautreau, R. y Savin, W., (2001). *Física Moderna*, México: McGraw Hill (Schaums), 2a. ed.
- Halliday, D. y Resnick, R., *Fundamentals of Physics*. 8th Edition, <http://librosolucionarios.net>
- Sears, F. W., Zemansky, Young, H. D. y Freedman, R. A. (2009). *Física Universitaria*, volumen 1, México: Addison-Wesley, Pearson Education, 12a. ed.
- Shortley, G., y Williams, D. (1956). *Elements of Physics for Students of Science and Engineering*, Englewood Cliff, N. J.: Prentice-Hall, 2a. ed.

Actividades tipo investigación en el aprendizaje de la estadística

Antonio Jiménez Escamilla
Estudiante de la Escuela Superior de Física y Matemáticas
Roberto Segundo Acosta Abreu
Escuela Superior de Física y Matemáticas
ajimareze1400@alumno.ipn.mx, racosta@ipn.mx

Resumen

A continuación, presentamos una propuesta de aprendizaje para la materia de estadística II, la cual consiste en formular a los alumnos una situación de la vida cotidiana para que estos, con los conocimientos adquiridos, propongan métodos para resolverla.

Objetivo

El objetivo de la propuesta es que el alumno ponga en práctica sus conocimientos por medio de un problema de la vida cotidiana, para que aprendan a transferirlos a diferentes contextos.

Marco teórico

En el sistema tradicional de enseñanza aprendizaje se acostumbra que el alumno se convierta en la persona que consume el conocimiento y el profesor en la persona que lo provee. Esto a la larga genera que el alumno pierda el interés en el aprendizaje, o más específicamente, en entender lo que el profesor le enseña, a menos que tenga una motivación intrínseca en mejorar su aprendizaje. Ante esto, simplemente empieza a mecanizar los procedimientos o memorizar la teoría con el fin de aprobar un examen. Para cambiar esta situación se ha planteado la implementación de trabajos prácticos en el proceso de enseñanza aprendizaje, evitando que el uso de una herramienta de aprendizaje tomada de las ciencias experimentales produzca un error epistémico en los estudiantes.

A continuación, se presenta un pequeño fragmento de lo que se habla en el artículo acerca de los trabajos prácticos (Caamaño, 2003), en el cual presenta una clasificación:

Experiencias: se utilizan principalmente para que el alumno se familiarice con fenómenos de la naturaleza que se pueden percibir físicamente.

Experimentos ilustrativos: regularmente estos los realiza el profesor o algún profesional en la materia correspondiente con el fin de que los alumnos puedan comprobar las fórmulas o la teoría vista en clase.

Ejercicios prácticos: se dividen en 2 tipos según el objetivo de los mismos, estos son:

1. Para el aprendizaje de procedimientos o destrezas las cuales pueden ser:
 - a) Prácticas: realización de medidas, técnicas de laboratorio, tratamiento de datos.
 - b) Intelectuales: observación e interpretación, clasificación y emisión de hipótesis.
 - c) De comunicación: realizar un reporte de una investigación de campo o escribir un experimento.

2. Para ilustrar la teoría: tiene como finalidad comprobar experimentalmente algún resultado visto en la teoría, como la relación entre 2 variables de una fórmula.

Investigaciones: Tienen como fin que el alumno se familiarice con la forma de trabajo de los científicos, se dividen en 2 tipos dependiendo el objetivo que persigan.

1. Para resolver un problema teórico.
2. Para resolver un problema práctico.

La actividad que se presenta en esta propuesta es una investigación con el fin de resolver un problema práctico.

Desarrollo

1. Entregar una hoja a los alumnos con la siguiente actividad.

Se tienen los siguientes datos sobre cantidad de personas y tiempos de espera en la fila de una tienda.

Tabla 1. Cantidad de personas en la fila (x) y tiempos de espera asociado (t).

x	t
5	7
10	15
2	4
7	15
6	9

- a) ¿Qué pregunta se puede responder con los siguientes datos?
- b) Proponga una relación entre las variables x y t. Justifique su respuesta.
- c) Compruebe si la relación que propuso entre las variables es la más adecuada.
- d) Escriba sus conclusiones.

2. Indicar a los alumnos que tienen hasta la siguiente sesión de clase para resolverla.

3. En dicha sesión pedir a los alumnos que intercambien con otro compañero su trabajo y que asignen una calificación al trabajo, tomando en cuenta los siguientes aspectos.

- Procedimientos correctos y completos.
- Conclusiones concisas y coherentes con el trabajo.

4. Indicar que tienen toda la sesión para dicha actividad.

5. Posteriormente pedir a los alumnos que regresen los trabajos a los autores y pedir que ahora los autores realicen una autoevaluación conforme a los criterios establecidos.

6. Finalmente pedir que entreguen los trabajos al profesor e indicar que se realizará la retroalimentación en una semana.

Resultados esperados

Al finalizar la actividad se espera que el alumno adquiera algunas habilidades necesarias para la labor científica, relacionadas con la transferencia del conocimiento a contextos de la vida real.

Por otro lado, en algunos cursos que se han impartido en ESFM los profesores han usado trabajos prácticos, tanto en equipo como individuales, en los cuales se han obtenido resultados satisfactorios, pues los alumnos han entregado trabajos interesantes y que han ayudado a complementar los contenidos vistos en el curso.

Motivados por todo lo anterior, presentamos esta propuesta, para realizar algo similar en el curso de estadística.

Referencias

Camaño, A. (2003) *Los trabajos prácticos en las ciencias*. Grao.

Sobre el cálculo y el análisis

¿Qué no son la misma cosa?

José Roberto Anaya Pineda
Escuela Superior de Física y Matemáticas
joseroberto.anaya@gmail.com.mx

Resumen

En este trabajo mostraremos una breve introducción de cómo es que se manejaba en sus inicios el cálculo y cuáles fueron los escenarios o problemas que rompieron los esquemas construidos por los matemáticos de aquellas épocas y que fueron percusores de realizar una formalización de todo ese contenido para llevarlo hasta lo que conocemos como análisis matemático, para brindar elementos que permitan apreciar la diferencia entre el cálculo y el análisis.

Objetivo

Una motivación de este trabajo, es aclarar un tanto la dificultad de encontrarle sentido a una parte fundamental de los primeros cursos obligados en la Licenciatura en Física y Matemáticas: Cálculo (introducción al Análisis Real), que generalmente es donde los estudiantes muestran muchos problemas, mediante la distinción entre el cálculo y el análisis..

Marco teórico

Más que una propuesta didáctica lo que presento en este documento son ideas que considero importante tomar en cuenta, como profesores, en los cursos de introducción al análisis real. He de aclarar que la mayoría de las ideas expresadas en el documento provienen de experiencias que tuve en la clase de Análisis Matemático en el segundo semestre de la maestría en matemática educativa en el Cinvestav IPN.

Donde tuve contacto con las ideas de profesores que tienen mucho tiempo estudiando la relación del cálculo con su evolución al análisis matemático, especialmente ideas del Dr. Luis Enrique Moreno-Armella. Claro que se podría formular el contenido teórico correcto que enmarque a estas ideas aquí expresadas, sin embargo, me basto con decir las propias palabras de mis profesores: las ideas aquí presentes han sido digeridas y analizadas durante 30 años de impartir el curso.

Desarrollo

1.- Cálculo y Análisis

Es importante tener muy claro, cuando se comienzan a estudiar las primeras nociones del análisis real, cuáles son los límites del cálculo, hasta donde llega, y donde es el punto de partida del análisis real.

Pues, por ejemplo, sería importante que los profesores aclaren que se comienza estudiando cálculo mediante definiciones teóricas formales que han sido producto de estudios y modificaciones de las ideas originales. Pensemos tan solo en la idea de la derivada presentada inmediatamente como el límite de un cociente cuyo denominador tiende a cero. ¿Acaso no sería mejor, como estudiantes, entender primero ideas previas? (Jorba y Casellas, 1997) Tenemos la firme idea que si es mejor, pues si no comprendemos que hay detrás de los formalismos matemáticos tratados en el cálculo nos perderemos de asociarle un verdadero sentido a este tema y lo mismo, con mucho mayor razón, para el análisis.

Para poder entender mejor a que nos referimos con ideas originales podemos recurrir a antecedentes históricos que nos las ilustren. Por ejemplo, encontramos con gran sorpresa que las nociones de integral fueron originadas antes que las nociones de derivadas.

Partimos desde Arquímedes quien exploró el área de una parábola delimitada por la curva y por una secante arbitraria a esta, como se ve en la Figura 1, y con su análisis consiguió calcular su área. Actualmente podríamos recurrir a la integral definida de la parábola en los intervalos dados por los puntos A y B y conocer indirectamente el área que nos interesa.

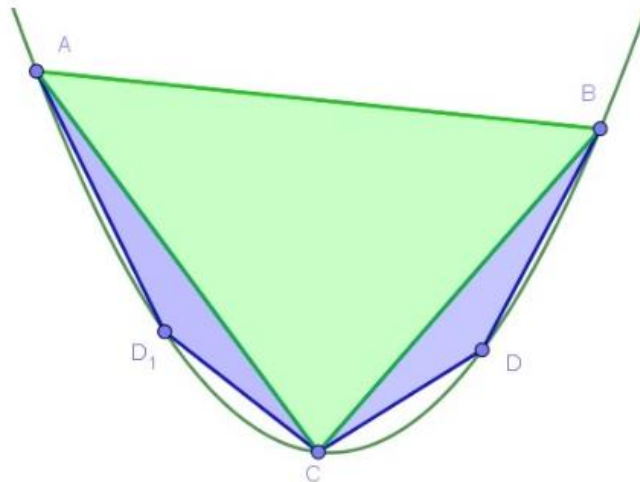


Figura 1.- Área delimitada por la curva de la parábola y una secante arbitraria AB
(Elaboración propia)

Notamos que se trata de un problema curvilíneo (entonces las cosas se ponen interesantes) donde siguiendo las ideas de Arquímedes encontraremos el área delimitada por la curva y el segmento AB. Lo primero que hacemos es buscar el triángulo ABC más grande que se pueda construir con el lado AB y el punto C sobre la curva delimitada.

Consiguiendo este triángulo (el de color verde) notamos que con los segmentos AC y BC, los puntos D1 y D respectivamente podemos formar los triángulos más grandes que se pueden construir en esas regiones, estos son los triángulos azules.

La idea es continuar con este proceso y construir un triángulo de lado CD y un tercer vértice sobre la curva delimitada por C y D, lo mismo para el segmento BD. Haciendo esto del otro lado con el segmento D1A y D1C, continuando de esta manera con triángulos cada vez más pequeños, de manera que al considerar la genial idea de Arquímedes de que los dos triángulos azules suman una cuarta parte del triángulo verde y posteriormente los 4 triángulos que acompañan a los triángulos azules suman una dieciseisava parte del área del triángulo verde, tendríamos la siguiente serie considerando el área del triángulo verde como α :

$$A = \left(1 + \frac{1}{4} + \frac{1}{16} + \frac{1}{32} + \frac{1}{64} \dots\right) \alpha$$

$$A = \left(1 + \frac{1}{4} + \frac{1}{4^2} + \frac{1}{4^3} + \frac{1}{4^4} \dots\right) \alpha$$

Multiplicamos toda la expresión anterior por 4:

$$4A = 4\alpha + \left(1 + \frac{1}{4} + \frac{1}{4^2} + \frac{1}{4^3} + \frac{1}{4^4} \dots\right) \alpha$$

De donde obtenemos:

$$4A = 4\alpha + A$$

Y finalmente obtenemos el valor del área buscada:

$$A = \frac{4}{3} \alpha \tag{1}$$

Si consideramos el valor de $\alpha = 1$ entonces vemos que el valor del área dentro de la curva delimitada por el segmento AB es igual a $\frac{4}{3}$, en general esta área encerrada es igual a $\frac{4}{3}$ del área del triángulo mayor.

1.1.- ¿Qué podemos ver en este asombro cálculo tan antiguo que se relaciona con las ideas del cálculo manejado en las matemáticas actuales?

Aparte de que podemos obtener el mismo resultado para un caso más o menos general o particular utilizando nuestras poderosas herramientas del cálculo integral. Arquímedes no las tenía pero comenzaba a intuir algo muy importante, una idea fundamental que casi nunca se hace explícita a los estudiantes con la debida importancia: **La noción de Infinito.**

La diferencia fundamental entre varias ramas de las matemáticas como geometría y geometría analítica con respecto al cálculo, es la noción del infinito.



El infinito es ese elemento distintivo que se tiene en el tratamiento matemático del cálculo, si bien es cierto que se necesitan otros conceptos y nociones importantes por ejemplo de geometría analítica: el plano cartesiano y representación de funciones para trabajar en cálculo, el infinito es el elemento indispensable que hace posible el cálculo.

<https://www.pinterest.com.mx/pin/449726712779406431/>

Como seres humanos tenemos la posibilidad de concebir ciertas nociones del infinito, en el sentido que somos capaces de crearnos ideas sobre algo extremadamente grande o procesos muy largos, tan largos que nunca podremos acabar. En general nos hacemos la idea del infinito como la noción de ápeiron, que es la noción de lo inacabado de Platón.

Más adelante, en ciertos cursos de matemáticas, se estudiará la noción del infinito matemático, como se concibe para poder ser manejado y entendido como un ente matemático. Por ahora notamos ciertamente el infinito en el proceso inacabable que realizó Arquímedes de construcción de triángulos que lo llevo a obtener el área de una figura curvilínea.

Solo es importante recalcar la noción de infinito como parte del corazón del cálculo, pues así lo hicieron implícita o explícitamente varios pioneros del cálculo quienes se basaron en estas nociones para formular sus ideas.

Un ejemplo es el de Bonaventura Cavalieri quien, en el siglo XVII, propuso que todo plano está compuesto de un número infinito de líneas y todo sólido de un número infinito de planos. Aquí podemos notar que estas ideas tienen la noción de infinito sustentándolas, y en este caso particular sucede algo peculiar que deja en claro que dichas ideas no son universalmente aceptas y que formularnos las ideas básicas del cálculo diferencial e integral son procesos no triviales, pues Paul

Guldin, matemático contemporáneo a Cavalieri, hizo una fuerte crítica a estas ideas guiado en el sentido que le da a las matemáticas para imponer una estructura lógica rígida al universo caótico como lo podemos ver en Alexander (2014).

1.2.- ¿Qué conlleva pensar en el Infinito?

Y así como lo vimos en el trabajo de Arquímedes, estos procesos que conllevan nociones importantes del infinito originan otro tipo de conceptos e ideas como la importante **noción de límite** que originalmente tiene la intención de aproximar áreas como uno de los primeros problemas asociados al cálculo.

Este proceso límite es tan importante que es considerado primordial en el cálculo, implícitamente cuando realizamos las aproximaciones mediante las sumas de Riemann de áreas delimitadas por curvas estamos considerando todas estas nociones que hay detrás del infinito y límites.

Para comprender porque son importantes las ideas de Riemann con respecto a los límites de sumas inferiores y superiores de rectángulos para aproximar el área, yo les puedo preguntar cómo es que obtienen el área de las figuras mostradas en la Figura 2a), seguramente podrán darme sin problema un método para obtener el área. Y si les preguntaré por el área de la Figura 2b) inmediatamente saltaría a su mente la idea de una integral o antecediendo recordarían la idea de las sumas aproximadoras de rectángulos inferiores y superiores, que como bien ya dijimos proceden de las ideas del infinito y del límite.

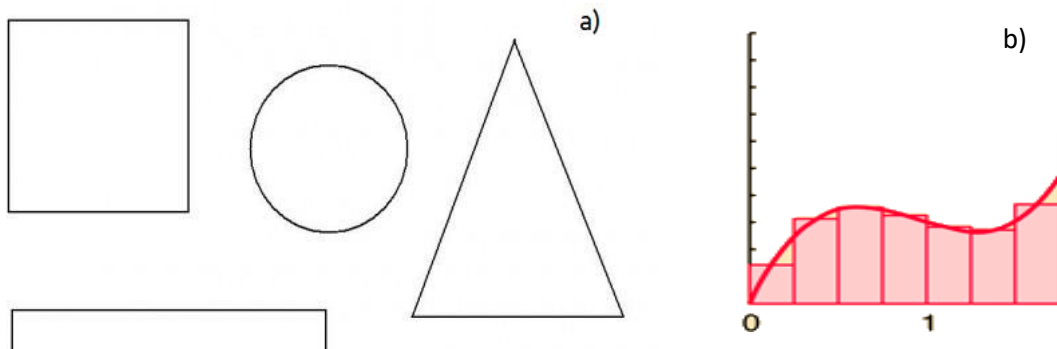


Figura 2.- a) figuras geométricas que encierran un área relativamente sencilla de calcular, (elaboración propia) b) curvas cuya área debajo no es tan evidente (<http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbasees/integ.html>)

1.3.- Ya hablamos de la integral, ¿Qué sucede con la derivada?

Así como acabamos de asociar las sumas inferiores y superiores al cálculo de áreas debajo de curvas y las nociones de infinito y límite fueron importantes, ahora pensamos en la idea central del cálculo diferencial. Si pensamos en el típico caso

de una secante a una curva cuando esta se vuelve tangente, obtenemos una manera muy prometedora de abordar una definición de la recta tangente y por lo tanto de la derivada (Spivak,2007).

Pero antes de eso, sería necesario hacer entender a los alumnos ciertas ideas centrales del cálculo, en este caso es importante que los alumnos entiendan en primera instancia a la derivada como la pendiente de esta recta tangente a la curva en cada punto. Volviéndose así relevante la derivada puntual y se le puede asociar una representación gráfica. Pues en algunos cursos, empíricamente podemos corroborar, que inmediatamente se pasa a la definición de la derivada mediante límites, sin enfatizar en los alumnos nociones centrales y previas.

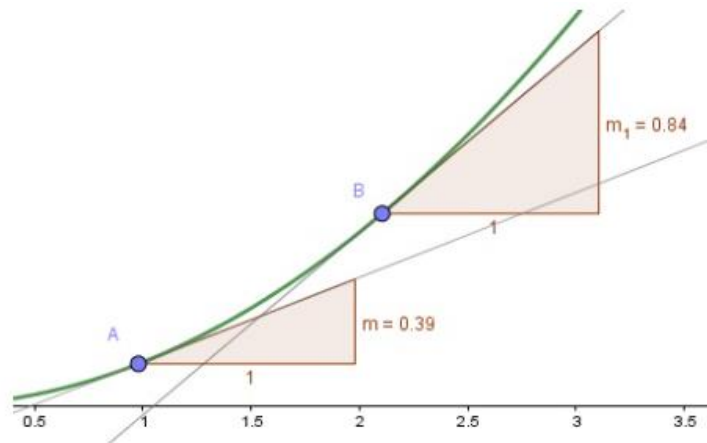


Figura 3.- Noción de la derivada como recta tangente en dos puntos distintos de la curva (elaboración propia).

De esta primera exploración se obtiene inmediatamente la pendiente de la recta tangente analíticamente como el caso límite cuando se aplanan las curvas y analizamos infinitésimos cada vez más pequeños, esto es, cuando $h \rightarrow 0$, de acuerdo con la representación de la Figura 4.

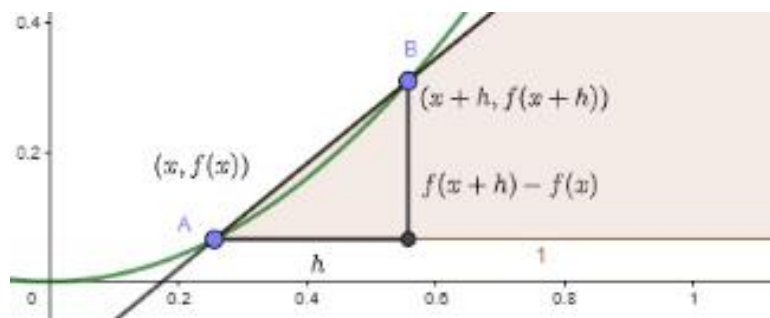


Figura 4.- Representación gráfica de la pendiente de la recta secante convirtiéndose en tangente en el proceso a límite (elaboración propia)

Considerando esta representación anterior podemos pensar en el límite de las pendientes, o sea, la pendiente de la recta tangente como la siguiente expresión:

$$\lim_{h \rightarrow 0} \frac{f(x+h) - f(x)}{h}$$

De aquí podemos partir a otras nociones matemáticas que se construyen basadas en la existencia de este límite para la derivabilidad de una función. Sin embargo, es muy importante notar como es que todos estos conceptos y nociones cobran sentido cuando se entienden de entrada las ideas centrales del cálculo como las que ya hemos estado mencionando.

Por ejemplo, que una función sea integrable puede traducirse como que existe el área bajo la curva que representa a esa función, sin embargo, con respecto a las nociones de límite lo que buscamos es que exista el límite inferior y el límite superior y que ambos sean iguales para decir que la función es integrable. Y regresando aún más a los fundamentos podemos retomar que dentro de la noción de límite se encuentra la noción de infinito que fue fundamental para que, por ejemplo, Arquímedes pudiera calcular el área encerrada en una figura curva, y calcular áreas de figuras curvas fue una de las motivaciones para el desarrollo del cálculo.

2.- Ruptura entre el cálculo y el análisis

Hasta ahora las cosas van funcionando bien, incluso podemos pensar en obtener no solo el área bajo figuras curvas, sino ya descritas por funciones en general, mediante nuestras poderosas herramientas del cálculo. Pero Ups! no todo es tan bonito como uno pensaría, pista: se nos avecina la necesidad de tener el análisis.

Lo que sucede es que cuando hablamos de funciones en general no nos referimos a las típicas funciones del cálculo (que cómo veremos conviene tener muy bien claro esta distinción entre funciones “bonitas y manejables” y las funciones en las cuales al argumentar con nuestro poderoso cálculo nos quedamos cortos).

Estamos hablando de funciones, por ejemplo, discontinuas de las cuales en los cursos de análisis se ve la clara necesidad de abordar definiciones explícitas de continuidad, la continuidad ya no estará entendida como el dibujo de un gráfica sin despegar el lápiz, pues encontramos funciones que simplemente no se podrán dibujar jamás. Un ejemplo lo encontramos en la Figura 5.

En esta Figura 5 estamos representando la gráfica de la función:

$$f(x) = \sin\left(\frac{1}{x}\right)$$

Función que podemos ver que de entrada no está definida en $x = 0$. Y que a medida que se acerque a cero este valor, tanto por la izquierda como por la derecha, la función estará oscilando cada vez más marcadamente, pues si lo vemos de manera burda, podemos considerar que se están metiendo infinitas oscilaciones cada vez más cerca del cero.

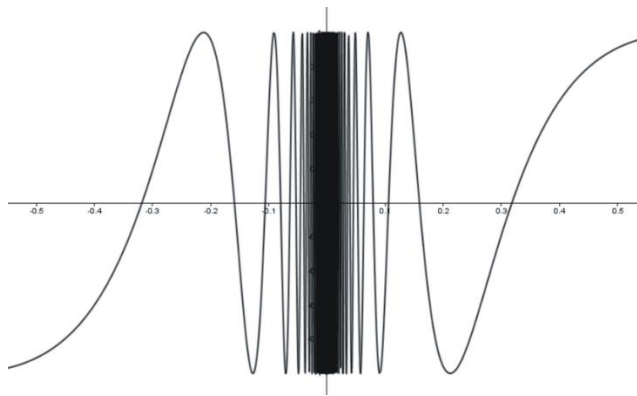


Figura 5.- Representación de la función $y=\sin(1/x)$. (Ponce, 2015)

Esta función, por ejemplo, resulta ser continua en todos los reales menos en cero, aunque ya no la podamos dibujar, y también es infinitamente diferenciable menos en el cero, en realidad el límite asociado a la derivada en ese punto no existe.

Y si pensamos en la función siguiente:

$$f(x) = x\sin 1/x \quad \text{para } x \neq 0 \quad \& \quad f(x) = 0 \quad \text{para } x = 0$$

Curiosamente ya tendremos que la función es continua en todos los reales pues podemos considerar cualquier sucesión x_n tal que $x_n \rightarrow 0$, entonces podemos obtener que: $|f(x_n)| \leq |x_n|$ y por lo tanto $f(x_n) \rightarrow 0$, de esta manera asegurando que la función anterior es continua en cero.

Aprendizajes esperados

Más que las pequeñas demostraciones anteriores, que por cierto son muy clásicas, lo importante es que los alumnos se den cuenta que necesitamos la formalización para un tratamiento matemático para funciones en general. Lo mismo ocurre entonces con los procesos del cálculo como la derivabilidad y la integrabilidad.

Pues nos vamos a encontrar con funciones de todo tipo que se le salen de las manos al cálculo y es donde entra el Análisis Matemático con sus formalismos de sucesiones, límites, convergencia, continuidad, derivabilidad, integrabilidad, en fin todo un curso completo de Cálculo I, que en realidad es introducción al Análisis Matemático.

Y es muy importante que los alumnos aprendan que detrás de toda esta estructura ya armada y formal que se les presenta de manera inmediata en los cursos de cálculo existen ideas originales que buscaban fines particulares y se fueron afinando, complementando, generalizando y formalizando en un largo proceso de arduo trabajo matemático, entendiendo esto como alumnos podemos encontrarle un sentido muy grande a lo que aprendemos.

Referencias

Alexander, A. (2014). The Secret Spiritual History of Calculus. *Scientific American*, 310(4). <https://doi.org/10.1038/scientificamerican0414-82>

Spivak, M. (2007). *Calculus* (2nd ed.). Reverté.

Ponce, Juan (2015). Análisis de funciones trigonométricas.
https://www.researchgate.net/publication/270684115_Analisis_de_funciones_trigonometricas#pf7

Geometría de números complejos, nota para una historia

Laura Fernanda Toledo Alvarado
José Luis Castro Quilantán
Escuela Superior de Física y Matemáticas
Instituto Politécnico Nacional
ltoledoa1400@alumno.ipn.mx

Resumen

Se intenta dar un enfoque didáctico sobre la historia de los números complejos y la contribución de la geometría en ellos, ampliando el panorama y las ideas de los personajes, por otro lado, se concientiza la evolución de la interpretación geométrica de los números complejos involucrando las ideas principales de su descubrimiento, revisando con detalle la trascendencia y el impacto que se tienen en las matemáticas y la física.

Analizamos la solución a ecuaciones de tercer grado con ayuda de la geometría mediante un enfoque distinto al que se aplica en las escuelas a nivel superior, para abrir camino a conocer las primeras soluciones a estas ecuaciones cuyas raíces son números que se desconocían en esa época, intuyendo el lector el principio conceptual de número complejo, basándonos en orden cronológico y constructivo de ellos, desde O. Jayyman a Wessel-Argand.

Las ideas teóricas principales son: noción de número complejo, raíces con números negativos, intersección de funciones, cónicas, coordenadas polares, combinatoria, plano complejo, parte imaginaria de un número real, fórmula general para ecuaciones de segundo grado. Las herramientas a utilizar para obtener una mejor cognición sobre este tema sin necesidad de operaciones, es la explicación geométrica de cada uno de los personajes que contribuyen al mágico mundo de los números complejos.

Objetivo

Que los estudiantes sean capaces de describir el cómo y de qué manera se llegó a elaborar la geometría de los números complejos, mediante la enseñanza de este tema desde una historia de las ideas y una propuesta de actividades de indagación.

Marco teórico

El lenguaje y el pensamiento están correlacionadas en mayor medida mediante metáforas, estas metáforas se relacionan a partir del lenguaje mediante experiencias o hechos comunes de la vida real para después formar un pensamiento más abstracto de la cosa en sí y su significado. La matemática es objetiva, abstracta y precisa, además es uno de los lenguajes fundamentales de las ciencias naturales, a base del estudio de Lakoff y Nuñez la enseñanza de las

matemáticas se aborda de una manera formal, con un sistema axiomático, puramente lógico, y la propuesta de ellos es cambiar este tipo de enseñanza a una más empírica a través del estudio científico de la abstracción, el lenguaje y prácticas humanas.

En el sistema conceptual (semántico) del ser humano, las metáforas se transforman en lenguaje para poder representar experiencias, fenómenos abstractos y pensamientos complejos. Por ello, para el estudio de los números complejos a través de ideas históricas y sucesos consecutivos, se aplican las metáforas conceptuales para extraer la idea de número complejo mediante la geometría, obteniendo su propia definición y sistema abstracto de estos números sin necesidad de recurrir a definiciones o demostraciones.

Para la enseñanza de los números complejos y la matemática en general, de acuerdo con Lakoff y Núñez (2000), se trata de formar al estudiante en un ambiente en donde las definiciones o sistemas axiomáticos aparecen al final en la comprensión de los números complejos, para ello es importante que los estudiantes se conecten con sus sentidos y con la vida cotidiana a este tipo de ideas matemáticas, en vez de formalizar con conceptos, definiciones y demostraciones, por lo que se conforma un panorama de la historia y la idea de estos números, creando así una distinta manera de conceptualizarlos.

La idea abstracta de número complejo se transforma a partir del pensamiento común asociado a nuestra experiencia y conocimientos previos hasta llegar a ser pensamiento matemático.

Desarrollo

Una Historia de los Números

En Venecia, Italia, por el año de 1535, al inicio del Renacimiento, se divulga una fórmula para resolver ecuaciones cúbicas, una contribución mayor al álgebra desde Babilonia, cuatro mil años atrás.

Para conceptualizar la idea de la ecuación cúbica de la forma $x^3 + px = q$, pensemos en un cubo cuyo lado mida x , sumando un cubo px , donde p es un área cuyo resultado será igual a otro cubo q .

Nicolo Fontana de Brescia y Girolamo Cardano de Milán

La obtención de la fórmula para resolver la ecuación cúbica fue como un concierto para piano a cuatro manos, pero sin partituras.

Participaron en la construcción de la fórmula, en primer lugar, Nicolo Fontana, matemático autodidacta, traductor de Arquímedes y fundador de la Balística y Girolamo Cardano, matemático, médico y astrólogo, que lo mismo escribe sobre

juegos de azar, elabora horóscopos para la corte papal mientras termina de editar el más importante texto de Álgebra de su época.

Venecia (1535)

Nicolo Fontana, conocido como Tartaglia, gana una competencia pública, un duelo de problemas matemáticos. Cada participante propone treinta problemas que el oponente debe resolver. Tartaglia gana la competencia al resolver las treinta ecuaciones cúbicas que le propusieron en solo 2 horas, mientras su contrincante no resuelve ni una sola.

Girolamo Cardano se entera de esta hazaña y le ruega a Tartaglia revelar su método secreto a cambio de presentarle a un mecenas que resolvería sus problemas de dinero. Tartaglia acepta revelar el secreto a Cardano, que aprovecha para apropiarse del método y publicarlo en su libro de Álgebra.

En la tabla 1, se revela el secreto de Tartaglia

Tabla I. Revela Tartaglia el secreto a la solución cubica.

TARTAGLIA REBELA EL SECRETO DE LA SOLUCION A LA EC. CUBICA EN TERCETOS	
Metáfora conceptual	Pensamiento matemático
Busca dos números cuya diferencia iguale al número dado	$u - v = q$
Y cuyo producto sea igual al cubo del tercio de las cosas	$uv = \left(\frac{p}{3}\right)^3$
La diferencia de sus raíces cubicas será la cosa principal	$u^{\frac{1}{3}} - v^{\frac{1}{3}} = x$
Cuando el cubo esta sólo , entonces	$x^3 = px + q$
divide el número en dos partes tales que el producto sea igual al cubo de un tercio de las cosas	$u + v = q$ $uv = \left(\frac{p}{3}\right)^3$
La suma de las raíces cubicas de esas partes dará lo que buscas	$u^{\frac{1}{3}} - v^{\frac{1}{3}} = x$
El tercer caso $x^3 + q = p$, se resuelve como el segundo. JUSTIFICAR LA FÓRMULA DE TARTAGLIA CARDANO Y PONERLA A PRUEBA CON LOS SIGUIENTES EJEMPLOS $x^3 = 6x + 6$ $x^3 = 15x + 4$	

La matemática del Renacimiento se nutre de dos fuentes , la antigua cultura griega y las aportaciones del Imperio Islamico que trajo de Oriente el papel y el sistema de numeración de la India. Dos importantes aportaciones son los trabajos

de Diofanto de Alejandría hacia el siglo III de nuestra era y Omar Jayyam de Persia en el siglo XI.

Diofanto: En los problemas uno y dos del libro IV de su Aritmética, Diofanto de Alejandría aborda la solución de ecuaciones cúbicas de la forma:

$x^3 + y^3 = 370$, $x + y = 10$, el estudiante puede comprobar que $x = 2$, $y = 7$
¿Como se obtienen estas soluciones?

Omar Jayyam: matemático, astrónomo y poeta nacido en el año 1048 en Nishapur, Persia (actual Irán), se le conoce por su obra poética de los Rubaiyat (Cuartetos). Desarrolla la solución gráfica de las ecuaciones cúbicas a partir círculos, hipérbolas y parábolas que permiten identificar la raíz real positiva.

Solución de Jayyam para la ec. cúbica $x^3 + px = q$

Para $q > 0$, se construye una parábola $y = \frac{x^2}{\sqrt{p}}$, un círculo con diámetro $[0, \frac{q}{p}]$, se traza una línea vertical del punto de intersección entre el círculo y la parábola; la solución es la línea horizontal que va desde el origen al punto en el eje x de la línea vertical. Se ilustra geoméricamente la solución de Omar Jayyam para $x^3 + 4x = 16$ en la figura 1.

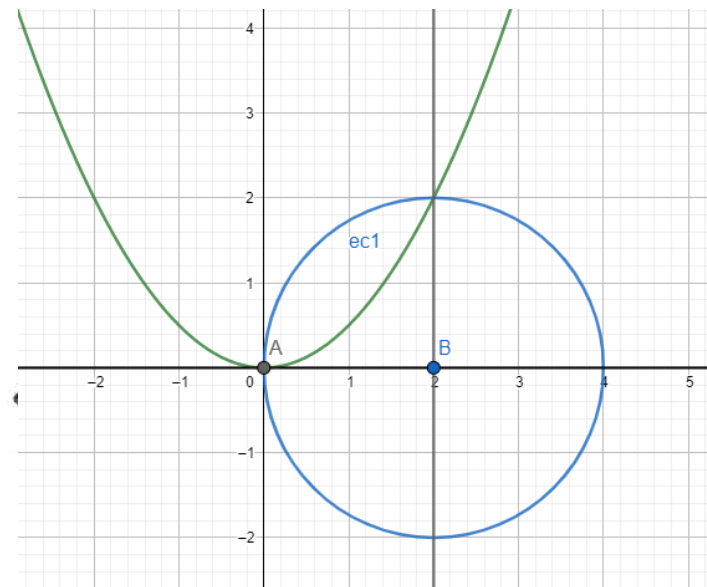


Figura 1. Solución geométrica de Omar Jayyman para $x^3 + 4x = 16$

La fórmula de Tartaglia_Cardano: Alcances

Tratemos de resolver la siguiente ecuación cúbica $x^3 + 4x = 16$. Según la fórmula de Tartaglia_Cardano si hallamos 2 números u, v tales que:

$$u - v = 16$$

$$u * v = \left(\frac{4}{3}\right)^3, \text{ entonces la solución es } x = u^{1/3} - v^{1/3}$$

Resolviendo el sistema señalado se halla que $v = 0.1468$, $u = 16.1468$ y en consecuencia $x = 2$ es una raíz de la ec. cómo puede comprobarse.

Pregunta:

¿Puedes hallar otras raíces mediante la fórmula de Tartaglia Cardano? La respuesta es sí, ¿cómo?

La fórmula de Tartaglia_ Cardano: Limitaciones

Considera una ecuación cúbica de la forma $x^3 = px + q$ ¿Cómo son las raíces si el discriminante $D = \left(\frac{q}{2}\right)^2 + \left(\frac{p}{3}\right)^3$ es negativo? Por ejemplo, considera el caso $x^3 = 15x + 4$. Para aplicar Tartaglia_ Cardano, es necesario calcular la raíz cúbica $u = 2 + \sqrt{-121}$ y el pasmo de los primeros practicantes pasó de aceptar la raíz cuadrada de un número negativo $\sqrt{-121}$, al problema de calcular la raíz cúbica de $2 + \sqrt{-121}$. El caso fue llamado "irreducible" y señaló claramente los límites en la concepción de los números aceptados como raíces de un polinomio

¿Y si el término $D = \left(\frac{q}{2}\right)^2 + \left(\frac{p}{3}\right)^3$ es cero?

Rafael Bombelli: El ingeniero y arquitecto italiano Rafael Bombelli en su obra Álgebra (1572), publicada en 1572, observó que había algo extraño y paradójico en la fórmula de Tartaglia_ Cardano.

Consideró la ecuación $x^3 = 15x + 4$. Por el método de Tartaglia_ Cardano obtuvo $x = (2 + \sqrt{-121})^{1/3} + (2 - \sqrt{-121})^{1/3}$, lo cual parece absurdo que el resultado sea 4. Bombelli maneja a la raíz (-1) como un número. Entonces descubre que necesariamente debe cumplirse que

$$(2 + \sqrt{-121})^{1/3} = 2 + \sqrt{-1}$$

$$(2 - \sqrt{-121})^{1/3} = 2 - \sqrt{-1}$$

cuya suma da 4 !!!

Se deja como ejercicio trabajar el significado de estas afirmaciones e intentar explicar lo que está sucediendo.

La contribución de Abraham D'Moivre: Abraham D'Moivre fue un matemático francés nacido en 1667. Dejó la Francia católica a los 18 años para buscar libertad religiosa y vida profesional en Londres, Inglaterra.

D’Moivre es conocido por sus aportaciones a la teoría de la probabilidad, las primeras aplicaciones del cálculo y por la famosa fórmula que lleva su apellido, aparecida en una memoria de 1707.

$$(\cos x + i \sin x)^n = \cos nx + i \sin nx$$

Para comprender la aportación de D’Moivre

¿Cómo hallar la raíz cúbica del número $u = (2 + 11i)$ que aparece con Bombelli al resolver $x^3 = 15x + 4$?

Para hallar las tres raíces de la ecuación $z^3 - u = 0$, la aportación de D’Moivre permite obtener la primera raíz

$r^{1/3}(\cos(t/3) + i \sin(t/3))$ (con r y t , módulo y argumento del número complejo u) y también las dos raíces siguientes

$$r^{1/3} \cos\left(\frac{t}{3} + 2\frac{\pi}{3}\right) + i \sin\left(\frac{t}{3} + \frac{2\pi}{3}\right)$$

$r^{1/3} \cos\left(\frac{t}{3} + \frac{4\pi}{3}\right) + i \sin\left(\frac{t}{3} + \frac{4\pi}{3}\right)$, D’Moivre ! ¿Qué significa todo esto?

La solución final a la ecuación cúbica

197 años después de aparecer en la escena italiana la ecuación cúbica encuentra la primera solución completa en manos de Leonardo Euler¹. A la solución real de Bombelli $u + v = (2 + i) + (2 - i) = 4$ añade las soluciones $w_1u + w_2v$ así como $w_2u + w_1v$ donde w_1, w_2 son las raíces cúbicas de -1.

Gran final

Una vez aclarado el problema de la ecuación cúbica y cómo obtener las soluciones con la fórmula de Tartaglia_Cardano y viendo el papel relevante que habían jugado los “números imposibles” el interés de los matemáticos se desplaza hacia el problema de aclarar el significado de estos números.

Jean Robert Argand y Caspar Wessel.

Jean Robert Argand, nació el 18 de julio de 1768 en Ginebra, Suiza, cuenta la historia que mientras trabajaba en una tienda de libros creó la representación geométrica de los números complejos publicándose como: Ensayo sobre una forma de representar las cantidades imaginarias mediante construcciones geométricas, a lo que hoy se conoce como el plano complejo

C. Wessel nació el 8 de junio de 1745. Trabajó durante muchos años en cartografía con lo que maneja la trigonometría muy bien, hizo un mapa exacto de Dinamarca en 1796, en este mismo año escribió su primer y único documento

¹ “El matemático más prolífico de todos los tiempos, la mismísima encarnación del análisis” según el historiador Eric Temple Bell

matemático el cual expresaba la representación geométrica de los números complejos.

La contribución de Gauss

Carl Friedrich Gauss nació el 30 de abril de 1777 en Ducado de Brunswick, Alemania. El término número complejo fue introducido por Gauss. La aportación al estudio de los números complejos trata el problema general de hallar las raíces de un polinomio. Teorema Fundamental del Álgebra. Todo polinomio complejo de grado n tiene n raíces. Resolver la siguiente ecuación cúbica $x^3 = 15x + 4$

Por el teorema fundamental del Álgebra este polinomio tiene tres raíces.

Las raíces son $4, -0.267989, -3.732050$

Aprendizajes esperados

- Geometría de la ecuación cúbica.
- Entendimiento de la fórmula de Fontana-Cardano a través de ideas históricas, geométricas y metáforas conceptuales.
- Solución a la ecuación cúbica al estilo Jayyman
- Alcances y limitaciones de la fórmula de Fontana-Cardano
- Idea histórica y abstracta de número complejo con las contribuciones de Bombelli, Euler, Argand-Wessel y Gauss

Referencias

Historia de la matemática

- Rey Pastor, J. & Babini, J. (2000) *Historia de la matemática*, Gedisa.
Colette, J. P. (1998) *Historia de las matemáticas Siglo XXI*.
Kline, M. (1972) *Mathematical Thought from Ancient to Modern Times*, Oxford.
Cooke, R. (2012) *The History of Mathematics* John Wiley & Sons.

Investigación educativa

- Camacho, T.G. (2013) *Dificultades en la conceptualización de los números complejos en el ámbito escolar*. Tesis de Maestría en Matemática Educativa, Asesoría Hatice Asuman Oktaç. CINVESTAV.
<https://repositorio.cinvestav.mx/bitstream/handle/cinvestav/999/SSIT0011250.pdf>

Divulgación

- Lakoff, G. & R. Núñez (2000) *Where Mathematics Comes From*, Penguin.
Moreno, R. (2007) *Omar Jayyam, Poeta y Matemático*, Nivola.
Popov, G.N. (2006) *Historia de la matemática elemental en problemas*, MIR.
Nahin, P.J. (2008) *Esto no es real, la historia de i*, Librería.

Presión hidrostática en tubo de flujo y ecuación de Bernoulli

José Manuel Rivera Rebolledo
Carlos Daniel Reyes Cote
Escuela Superior de Física y Matemáticas
Instituto Politécnico Nacional
creyesc2000@alumno.ipn.mx

Resumen

Se calcula la presión hidrostática debida a un fluido en un tubo de flujo por medio de integración sobre una sección transversal del tubo, con ideas de simetría que abrevian el desarrollo. El resultado obtenido para la presión total se confronta con el que se utiliza por ejemplo en un medidor de Venturi, y se comenta su relación directa con el término que se le asocia en la ecuación de Bernoulli.

Objetivo

El objetivo principal es obtener una expresión para la presión hidrostática en un tubo de flujo y mostrar que coincide con la que se asume en la ecuación de Bernoulli, el enfoque didáctico que se pretende es que el uso de argumentos de simetría nos lleva a encontrar resultados de una manera más sencilla.

Marco teórico

Para desarrollar lo anterior, utilizamos esencialmente la idea de que la presión hidrostática a una profundidad y es lineal en y , por lo tanto su promedio va como $\frac{1}{2}y$, como se puede ver por ejemplo en (Van der Merwe, C. W., 1961) y en (Sears F. W. y Zemansky, 2009) facilitando con ello el cálculo. Para la ecuación de Bernoulli, pueden también consultarse libros como (Halliday, D. y Resnick, R., s. f.) y más antiguo, pero también de comprensión más clara (Shortley, G. y Williams, D., 1956).

El uso de esquemas en los cuales se represente la situación a resolver, favorece la comprensión del problema (Polya, 1965), por el uso de diferentes representaciones (Duval, 1998)

Desarrollo

Empecemos por calcular la presión hidrostática promedio \bar{p} sobre una pared vertical, por ejemplo la de una presa, para la cual se tiene

$$p = \alpha y, \quad \alpha = \rho g, \quad (1 - 2)$$

lo que nos da:

$$\bar{p} = \frac{1}{h} \int_0^h \alpha y dy = \frac{1}{h} \left(\frac{1}{2} \alpha h^2 \right) = \frac{1}{2} \alpha h, \quad (3)$$

$$\bar{p} = \frac{1}{2}\alpha h, \quad \alpha = \rho g, \quad (4 - 5)$$

A partir de aquí, la manera más fácil de calcular \bar{p} en el tubo de flujo es como se muestra en la fig. 1),

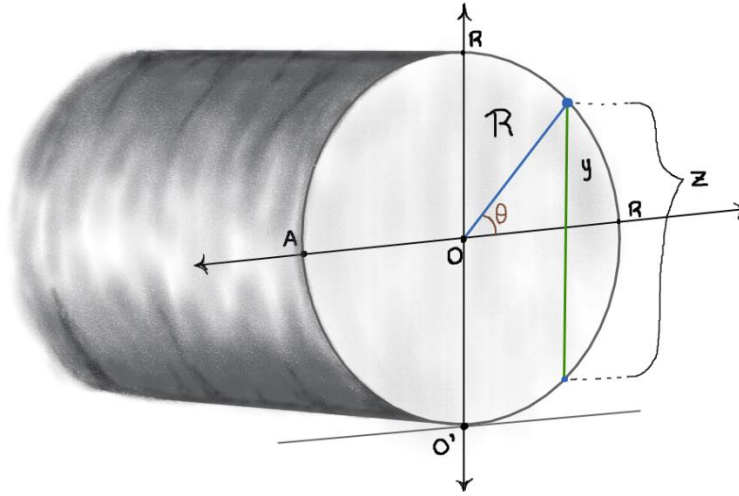


Figura 1 Sección transversal de tubo de flujo.

donde $z = 2y$ tal que de (4):

$$\bar{p}(z) = \frac{1}{2}\alpha z = \alpha y = \bar{p}(y), \quad (6)$$

Sean:

$$y = Ru, \quad dy = Rdu, \quad u = \text{sen}\theta, \quad (7 - 9)$$

y

$$\vartheta_0 = \frac{\pi}{2}, \quad u_0 = 1, \quad (10)$$

$$\therefore \bar{p}(u) = \alpha Ru, \quad (11)$$

De aquí:

$$\bar{p} = \frac{1}{u_0} \int_0^{u_0} p(u) du = \frac{1}{2}\alpha R, \quad \bar{p}_t = \alpha R = \alpha y_i, \quad (12)$$

que es el término que se usa en la ec. de Bernoulli. Vemos que (12) coincide con el promedio esperado por simetría de la figura 1), y desde luego con la ecuación original (1).

La ec. (12) nos da entonces para la fuerza total sobre la pared circular:

$$\bar{F} = F = \bar{p} A = \alpha \pi R^3, \quad (13)$$

Si se quiere utilizar por ejemplo la fig. 2), se tendría ahora:

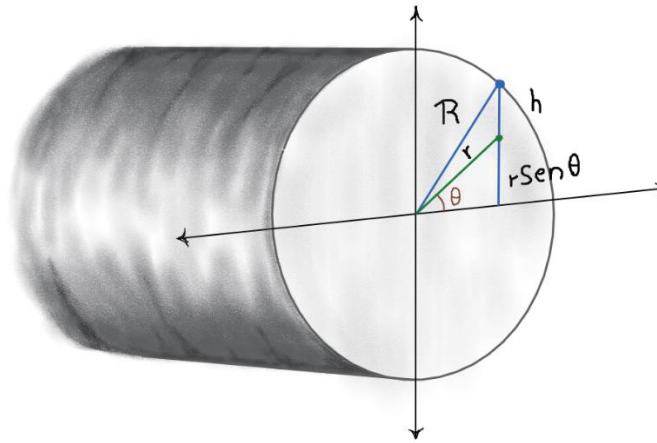


Figura 2 Elementos geométricos en sección transversal de tubo.

$$R^2 = r^2 \cos^2 \theta + b^2, \quad b = h + r \operatorname{sen} \theta, \quad (14 - 15)$$

lo cual implica:

$$R^2 = r^2 + h^2 + 2hr \operatorname{sen} \theta, \quad \text{o} \quad h^2 + 2hr \operatorname{sen} \theta + c = 0, \quad (16 - 17)$$

$$c = r^2 - R^2, \quad (18)$$

$$h = +\sqrt{R^2 - r^2 u^2} - r \operatorname{sen} \theta, \quad u = \cos \theta, \quad (19)$$

Nótese en esta ecuación que r es asimismo función de θ , según se puede ver también de fig. (2), esto es, $r = r(\theta)$, tal que,

$$h = h [r(\theta), \theta], \quad (20)$$

lo cual nos impide tener a h como función de una sola variable, ya sea r o θ .

Lo anterior se puede aclarar un poco más si se considera:

$$p = \alpha h, \quad df = \alpha h dA, \quad (21 - 22)$$

$$\frac{df}{\alpha} = (\sqrt{R^2 - r^2 u^2} - r \operatorname{sen} \theta) r dr d\theta, \quad (23)$$

$$\frac{f}{\alpha} = \int (I_r) d\theta - \int r^2 dr I_{1\theta}, \quad (24)$$

$$I_r = \int \sqrt{R^2 - r^2 u^2} r dr, \quad (25)$$

con $r = r(u)$, la cual ya no se puede obtener de (16) por esta ecuación ya se usó en (23).

También se puede apreciar que la simetría de fig. 2) nos da para para las fuerzas en los cuadrantes 1,2,3 y 4:

$$f_{1=} f_2, f_{3=} f_4, f_{14=} f_{23}, \quad (26)$$

lo cual en el caso del cálculo explícito abrevia el trabajo.

Aprendizajes esperados

1. Es importante verificar algunos resultados que se presentan en los textos de física, en particular referentes a la teoría.
2. El método ha de seguir debe ser lo más accesible posible, evitando desarrollos complicados, tal que el estudiante tenga un mejor aprendizaje del tema; para ello es recomendable dibujar de manera sencilla la interpretación que se busca transmitir.
3. En la mayoría de los casos, incluir figuras que ilustren el problema o la situación a tratar, facilita la comprensión del tratamiento.

Referencias

- Duval, R. (1968) Registros de representación semiótica y funcionamiento cognitivo del pensamiento en: Hitt, F. Investigaciones en Matemática Educativa II. Iberoamérica. Pp. 173-201.
- Halliday, D. y Resnick, R., (s. f.). *Fundamentals of Physics*. 8th Edition, <http://librosysolucionarios.net>
- Polya, G. (1965) *Cómo plantear y resolver problemas*. Trillas.
- Sears, F. W., Zemansky, Young, H. D. y Freedman, R. A. (2009). *Física Universitaria*, volumen 1, México: Addison-Wesley, Pearson Education, 12a. ed.
- Shortley, G., y Williams, D. (1956). *Elements of Physics for Students of Science and Engineering*, Englewood Cliff, N. J.: Prentice-Hall, 2a. ed.
- Van der Merwe, C. W. (1961). *Theory and Problems of College Physics*, New York: Shchaum Publishing Co., sixth edition.

La colaboración científica como motivación para estudiantes universitarios

Elder Morales Cristobal, Gabriela Lourdes Rueda Morales,
Leonor Pérez Trejo y Arturo Fidencio Méndez Sánchez
Escuela Superior de Física y Matemáticas
Instituto Politécnico Nacional
emoralesc1600@alumno.ipn.mx

Resumen

El trabajo colaborativo es parte importante de la educación actual. En una escuela de ciencias es importante desarrollar la cultura científica, y la concepción de ciencia está íntimamente ligada con la colaboración científica. En este trabajo se presentan las reflexiones que el estudiantado de laboratorio de Física I tuvo al realizar un ensayo sobre: ¿Cómo avanza la ciencia? y ¿Cómo lo puedes relacionar con tu vida académica? Para realizar el ensayo, tenían que apoyarse en un video de la serie cosmos que habla sobre la relación entre los astrónomos Tycho Brahe y Johannes Kepler, además de consultar otras fuentes. En los ensayos se destacó, la importancia de la colaboración científica entre otras características de la cultura científica y para la mayoría de los estudiantes resultó una fuente de motivación en sus estudios universitarios.

Objetivo

Presentar una propuesta didáctica para exponer la importancia del trabajo colaborativo en el marco de la cultura científica para estudiantes universitarios de nuevo ingreso.

Marco teórico

El trabajar de manera colaborativa implica un trabajo en conjunto para solucionar un problema, meta o proyecto, de modo que, durante su desarrollo se fortalezca el conocimiento, se aclaren dudas y se cumpla el objetivo. El trabajo colaborativo es considerado una filosofía de interacción y una forma personal de trabajo, que implica el manejo de aspectos tales como el respeto a las contribuciones individuales de los miembros del grupo (Pérez, 2007).

La colaboración en la investigación científica puede ser fomentada por instituciones privadas o públicas mediante el desarrollo conjunto de proyectos de investigación. Uno de los fenómenos que han caracterizado la evolución de la Ciencia a lo largo de las últimas décadas es el progresivo incremento del trabajo cooperativo, siendo habitual en muchas disciplinas que en la práctica la mayoría de los trabajos son firmados en multi autoría o por dos o más autores (González A., G.; Gómez F, J. (2014)).

En la actualidad el desarrollo de la colaboración es una necesidad para el trabajo académico y profesional, en particular en la Escuela Superior de Física y Matemáticas donde se lleva a cabo esta investigación, no se desarrolla en la mayoría de las asignaturas esta competencia, y solo en algunas otras se maneja de manera transversal.

En particular en las clases de Laboratorio se tienen varias áreas de oportunidad para desarrollar la colaboración científica en el estudiantado, principalmente al realizar los experimentos y entregas de reportes en equipo. Esto se detuvo por las condiciones sanitarias de salud por el COVID 19, que nos llevaron a impartir clases de Laboratorio virtuales, donde se recurrió a suplir los experimentos de laboratorio por algunos experimentos caseros y cambiar de estrategias para lograr algunos de los objetivos planteados en la asignatura.

Al planear el desarrollo del curso de laboratorio de manera virtual, nos dimos cuenta que era necesario acercar al estudiantado a la cultura científica para tratar de compensar de alguna manera la interacción que se da en las clases presenciales que propician el desarrollo de esta.

En la educación formal se han realizado propuestas para cultivar la cultura científica, presentando la Historia de la ciencia y cómo impacta en el desarrollo de la sociedad, la cual tiene una implicación didáctica que:

“Favorece que se perciba el sentimiento estético y lúdico de la ciencia, a fin de involucrarlos en ella de un modo más personal y humano” (L.M. González y M. Rasilla, 2011).

Se plantea la actividad de realizar un ensayo apoyándose en un hecho científico histórico en que se destaca la colaboración científica. En este tipo de actividades es un reto captar la atención del estudiantado y tratar de aprovechar que se encuentra inmersos en una gran cantidad de información que le llega de forma inmediata, a favor de los intereses del curso.

En el trabajo colaborativo se detectan resultados significativamente superiores a los que se pueden obtener de manera individual e implica la socialización, además de desarrollar la crítica constructiva.

En el estudiantado el aprendizaje colaborativo se caracteriza por el trabajo conjunto para ayudarse en la resolución de problemas, el intercambio de información, la generación de conocimientos y la mejora de la comunicación social (que también tiene que ver con el manejo de valores). Además de que tiene atribuciones motivacionales (Escofet y Matimon, 2012).

En una institución educativa la motivación engloba momentos de ejecución, desarrollo, logro personal que se expresa en la realización de tareas que exponen desafíos y tienen connotación en lo académico (Castro V. y Vega J., 2021).

Existen estudios que relacionan la observación de las características del entorno académico y la motivación del estudiante al reflexionar sobre hechos históricos (Fortus, D., Touitou, I., 2021), En este trabajo se propone conocer cómo avanza la ciencia a través de la historia en el campo de acción de su carrera, para llegar a promover la motivación intrínseca del estudiante hacia el estudio de las ciencias en este caso la Física y la Matemática.

Desarrollo

La siguiente actividad se aplicó a un grupo de estudiantes de Laboratorio de Física I de la carrera de Licenciatura en Física y Matemáticas de la ESFM.

La actividad consiste en realizar un ensayo con base a las siguientes preguntas: ¿Cómo avanza la ciencia? y ¿Cómo lo puedes relacionar con tu vida académica?, consultando el capítulo 3 “La

armonía de los mundos” de la serie de televisión “Cosmos: Un viaje personal” presentada por Carl Sagan, no está actualmente disponible gratuitamente, así que se les da una opción: Johannes Kepler, Serie Cosmos de Carl Sagan (Formación de Docentes, 2013) y se les recomienda consultar más fuentes de información.

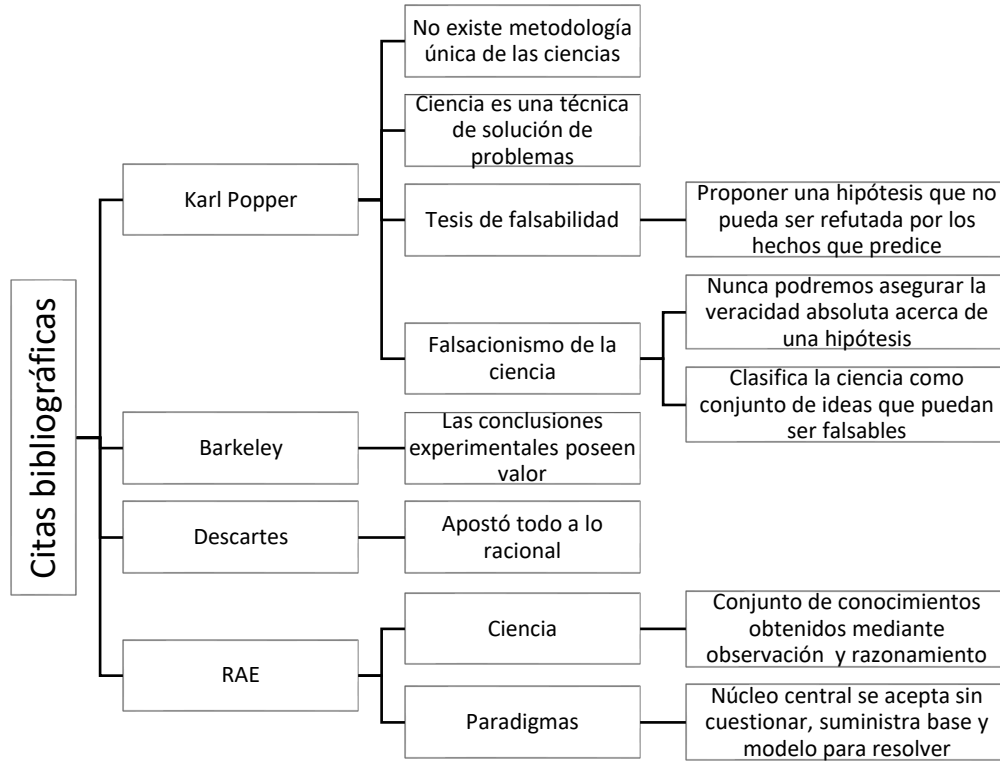
La historia trata del descubrimiento de las tres leyes de Kepler relacionada con la colaboración entre Tycho Brahe y Johannes Kepler, dos personalidades bastantes diferentes, que no lograron encajar de una manera armónica y que al final, alguno tuvo que ceder sus observaciones (su último deseo antes de morir) para poder llegar a la conclusión del movimiento de los planetas, con un enfoque especial en Marte, dando lugar a las conocidas tres leyes Kepler.

Tomando como ejemplo el trabajo de Farias, D. M., Molina M. F. y Carriazo J. G, (2010) y adaptándolo a nuestras necesidades, se revisaron los ensayos, se separaron en párrafos que contenían ideas y se agruparon las coincidencias en las siguientes categorías:

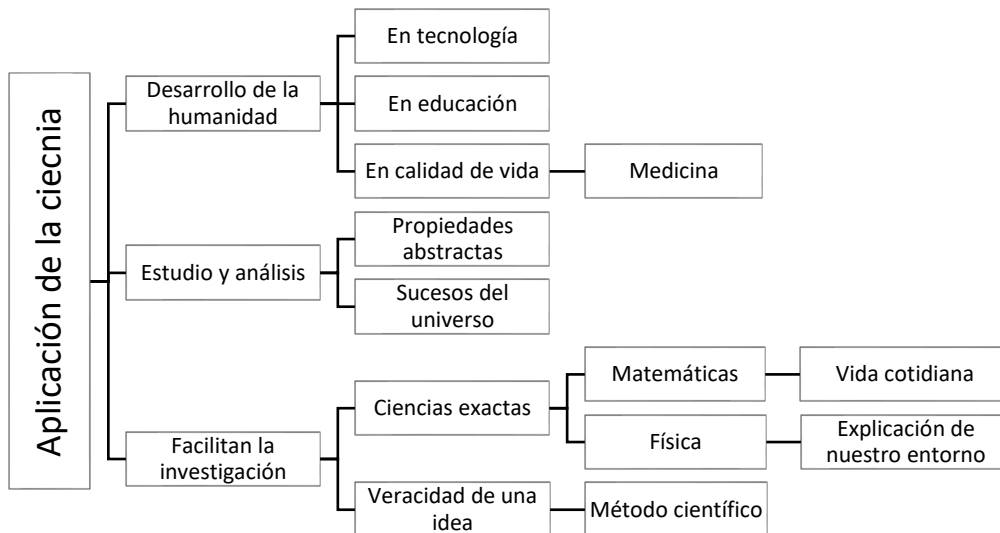
- Citas bibliográficas: Son básicamente fuentes de información o consulta que citaron los estudiantes.
- Aplicación de la ciencia: Las ideas generales que tiene los estudiantes sobre el uso de la ciencia.
- Características de la ciencia: Se expone que cualidades conocen los estudiantes y que tanto saben acerca de lo que necesitan para hacer ciencia.
- Acceso al conocimiento: Opiniones sobre la importancia del conocimiento en las escuelas y en la sociedad.
- Avance de la ciencia: Conocer como los estudiantes interpretan el avance de la ciencia al paso del tiempo y que características requieren.
- Motivación: Saber que motivación adquirieron de la historia y que cosas piensan que motivan al avance de la ciencia.
- Reflexión: Reflexiones a partir de la historia.
- Ciencia relacionada con el entorno: Conocer como la ciencia tiene influencia en diferentes temas.
- Opinión: Que opiniones tienen los estudiantes sobre los respectivos temas que escriben.

Por cada categoría se muestra un cuadro sinóptico y sus subcategorías correspondientes, con la intención de facilitar el análisis del mismo.

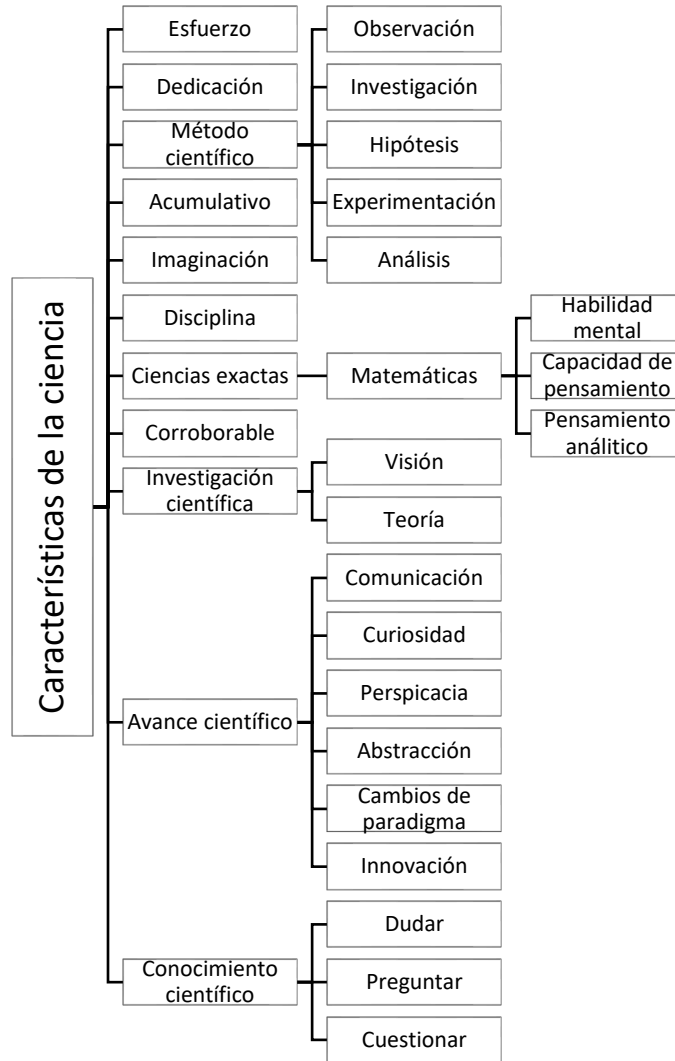
Cuadro 1: Cuadro sinóptico de las citas bibliográficas



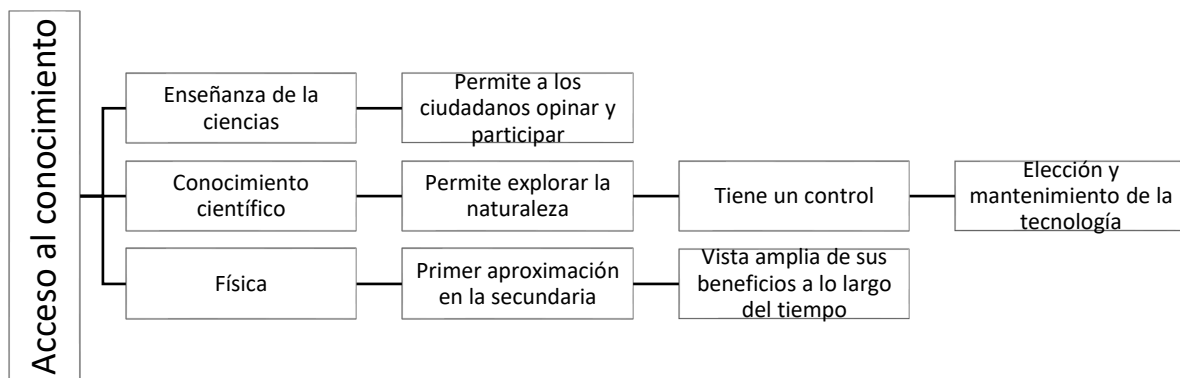
Cuadro 2: Cuadro sinóptico de la aplicación de la ciencia



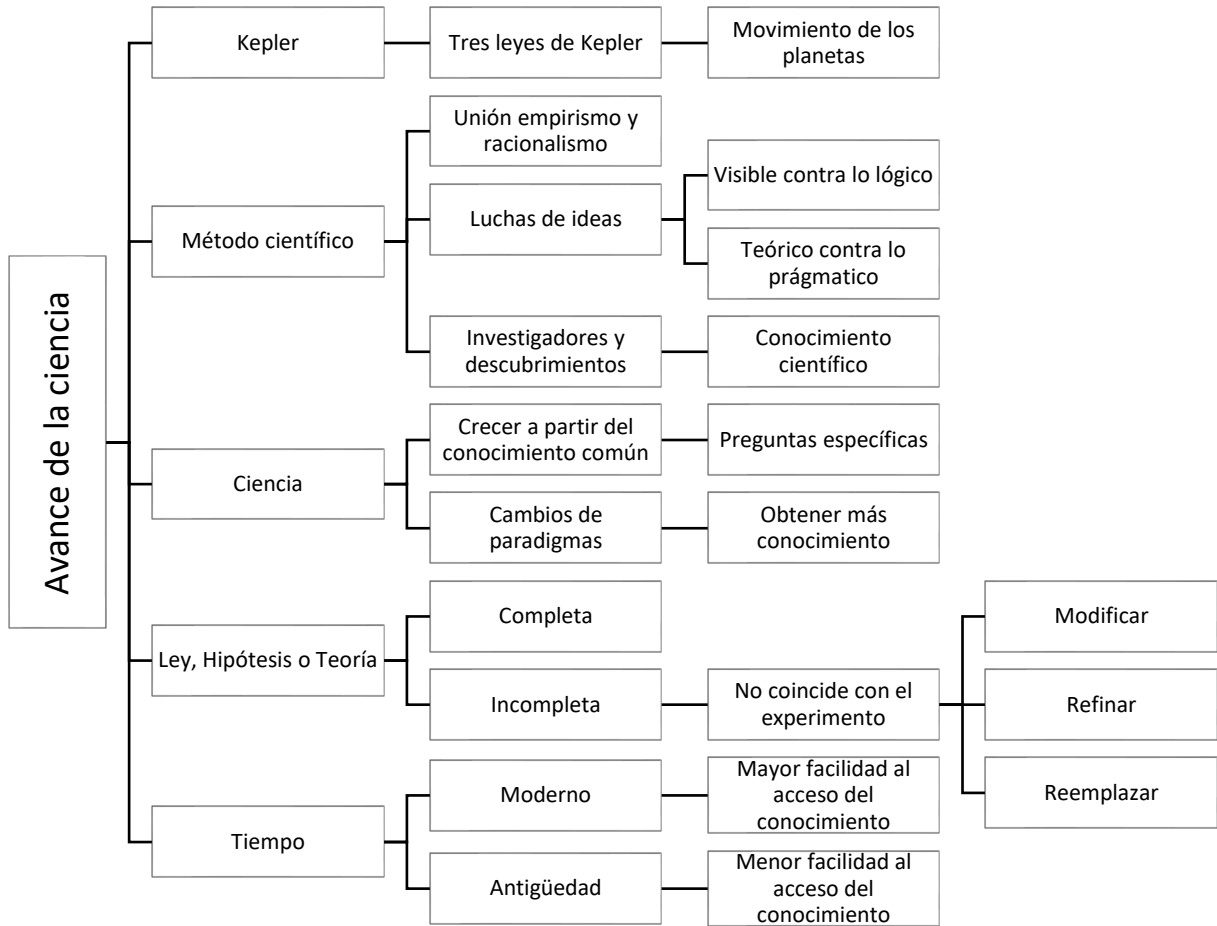
Cuadro 3: Cuadro sinóptico de las características de la ciencia



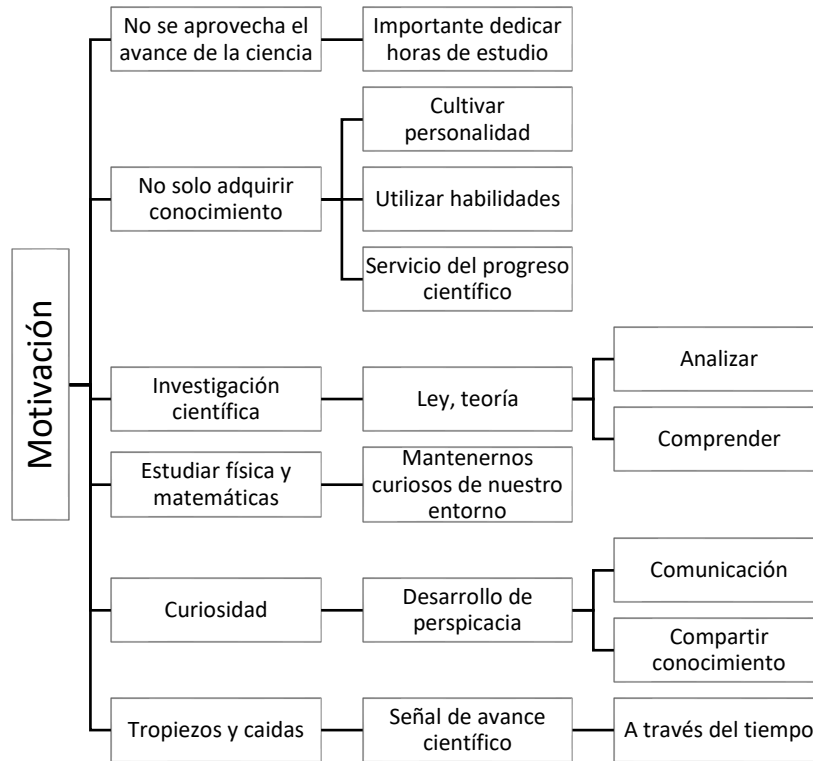
Cuadro 4: Cuadro sinóptico del acceso al conocimiento



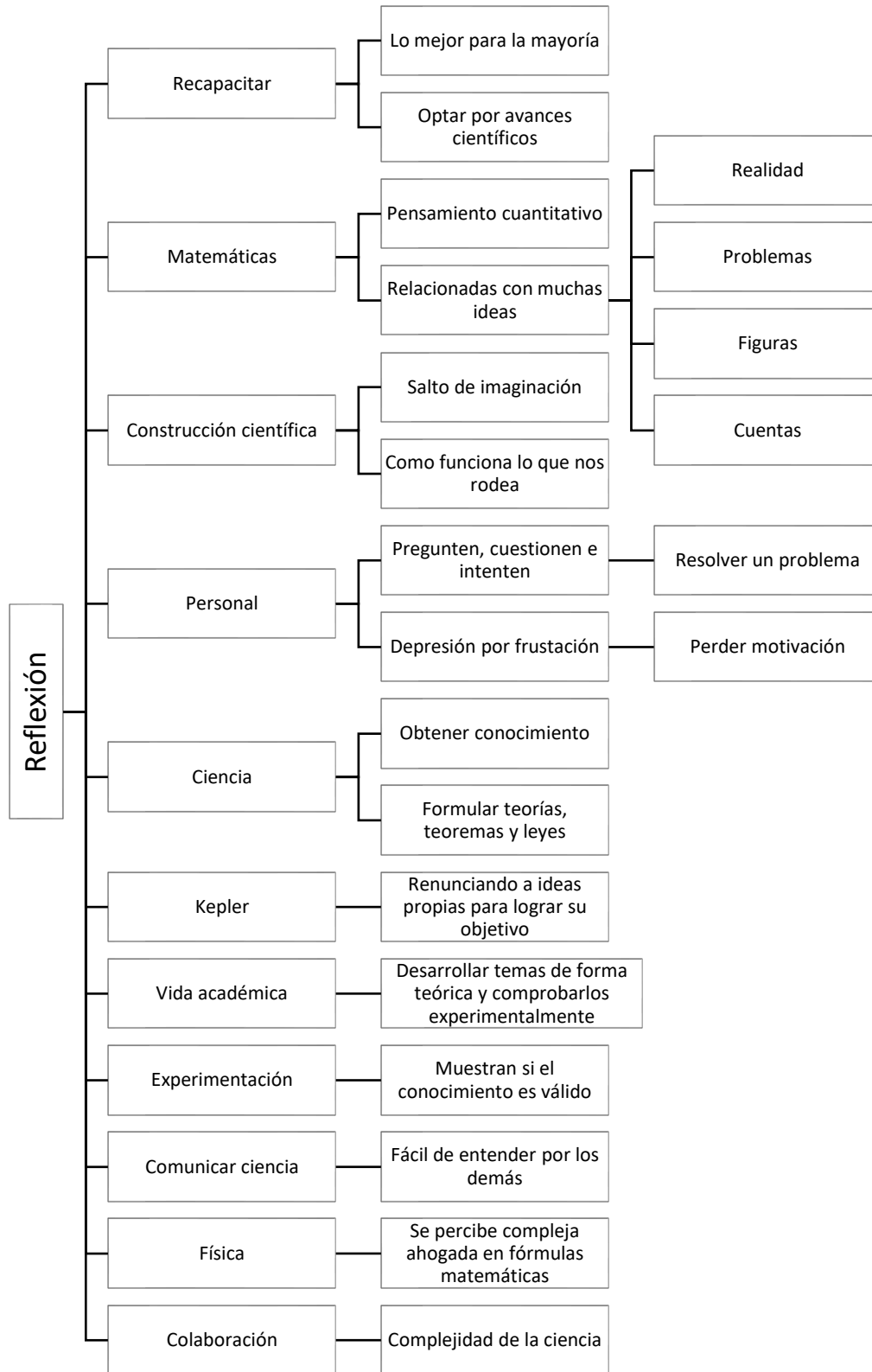
Cuadro 5: Cuadro sinóptico del avance de la ciencia



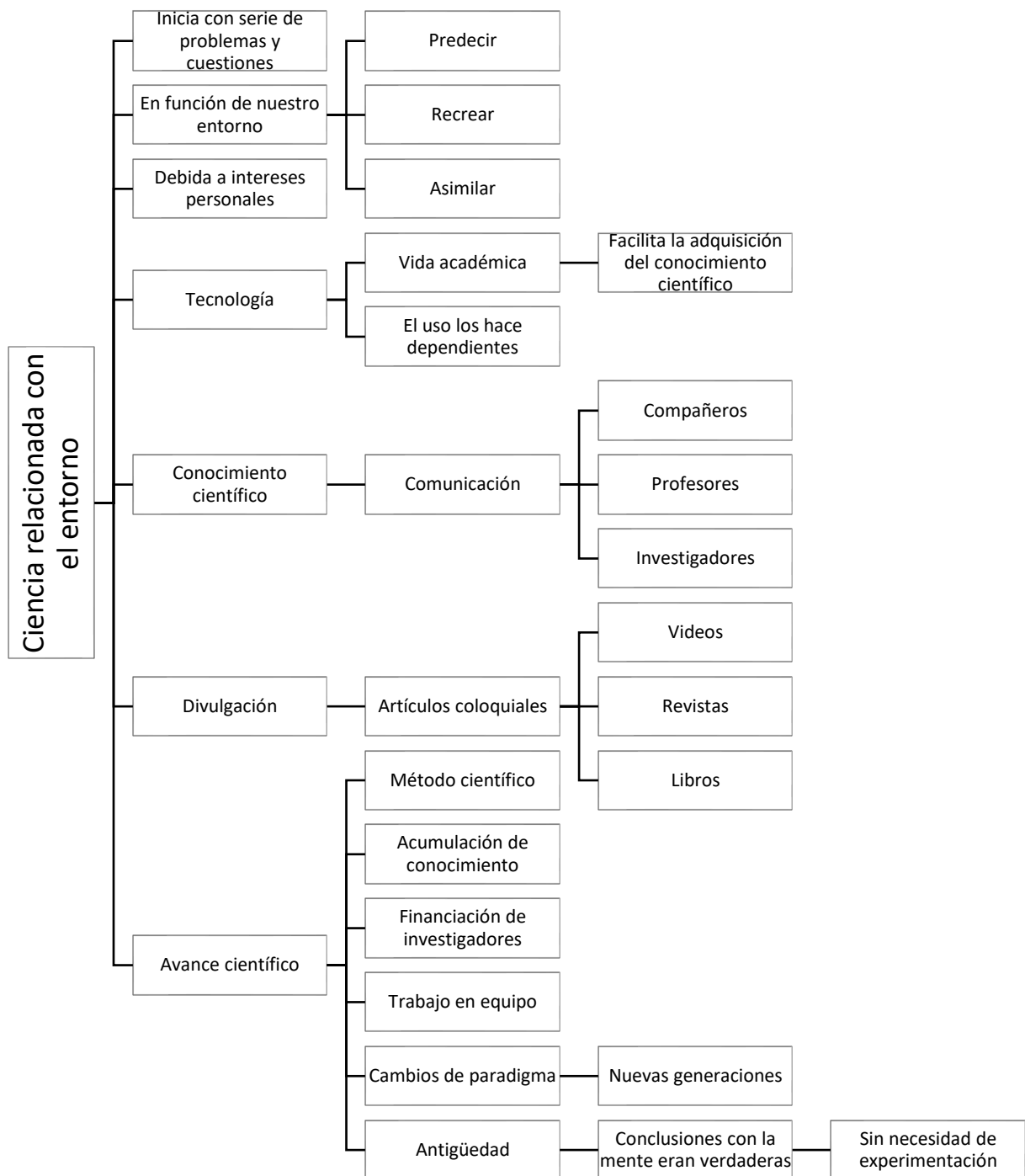
Cuadro 6: Cuadro sinóptico de las motivaciones



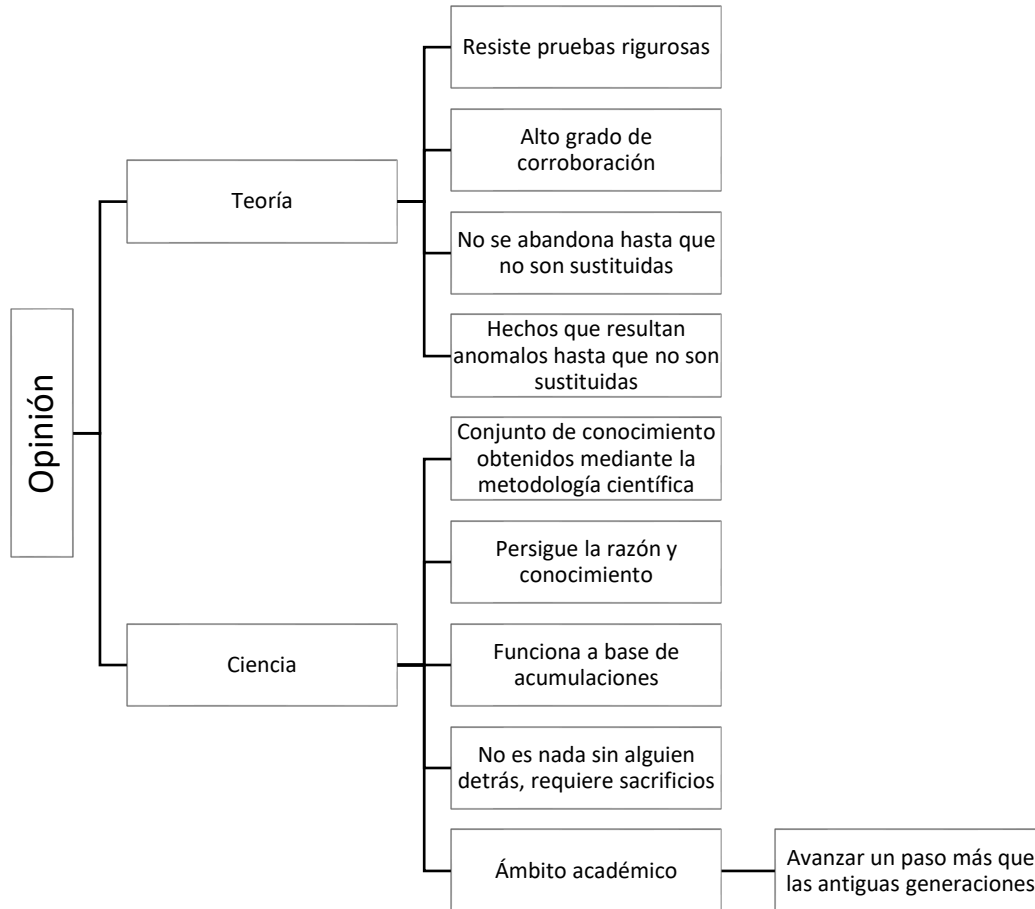
Cuadro 7: Cuadro sinóptico de las reflexiones



Cuadro 8: Cuadro sinóptico de la ciencia relacionada al entorno



Cuadro 9: Cuadro sinóptico de las opiniones



Finalmente, se concluye de los resultados lo siguiente:

- Las consultas que los estudiantes realizan les ayudan a una mejor perspectiva de autores o fuentes acerca de definiciones de conceptos, funcionan para un mejor entendimiento y desarrollo de ideas acerca del tema. Por otro lado cada referencia utilizada para desarrollar su ensayo es en cierta medida un vínculo cooperativo con los autores de la misma (González A. G. y Gómez F, J. (2014)).
- Las opiniones como las reflexiones cambian drásticamente dependiendo de cómo les hayan impartido materias relacionadas con ciencias, en su educación básica como media superior. Además algunos estudiantes contaron su experiencia en el nivel superior, esto nos indica que al realizar el ensayo reflexionaron a cerca de su propia experiencia (Fortus, D., Touitou, I. 2021).
- La historia les agrado, además los motivó a seguir estudiando ciencias, a cambiar su perspectiva sobre la ciencia y su funcionamiento, los impulsó a ponerse metas y retos. Esto forma parte de lo que García-Martínez A. e Izquierdo M. (2014) comentan al respecto de los resultados que se consideran al incorporar la historia en las actividades educativas:

“Consideramos que con ello, se producen visiones más próximas a la manera en que se crea el conocimiento científico y a la actividad científica misma, con menos estereotipos y con una postura más crítica y reflexiva, ya que de esta manera se

generan nuevas y mejores relaciones entre lo que se desea enseñar y lo que el estudiante va a aprender”

Aprendizajes esperados

- Que los estudiantes conozcan de mejor manera la implicación de la ciencia tanto en su vida académica como diaria para un mejor desarrollo de esta.
- Que los estudiantes vean la diferencia entre trabajar en equipo y realizar alguna colaboración.
- Que los estudiantes desarrollen la habilidad de colaboración en el trabajo académico y el trabajo científico.

Actividades sugeridas

Es importante que los estudiantes desarrollen de mejor manera sus ideas, necesitan tener diferentes perspectivas acerca del mismo tema, con esto, aprovechar la actividad para despertar más interés en su vida académica y relacionarse de mejor manera con el resto del estudiantado. Se sugieren las siguientes actividades.

1. Hacer equipos para conocer los ensayos de los demás estudiantes y realizar una presentación colaborativa.
2. Realizar una actividad donde se explore las diferencias de colaborar y trabajar en equipo, para mejorar sus trabajos colaborativos y ver su aplicación en cualquier asignatura y en el ámbito profesional.
3. Explorar artículos científicos para observar que la colaboración es multidisciplinaria, y desarrollar la cultura científica.

Referencias

Castro V. H. y Vega J. O. (2021). La motivación y su relación con el aprendizaje en la asignatura de física de tercero en bachillerato general unificado. *educare*, vol. 25, núm 2, 279-305.

Escofet, A. Marimon, M (2012) Indicadores de análisis de procesos de aprendizaje colaborativo en entornos virtuales de formación universitaria. *Enseñanza & Teaching*, 30. Ediciones Universidad de Salamanca.

Farias, D. M., Molina M. F. y Carriazo J. G, 2010, Una aplicación de redes sistémicas para entender las concepciones de los estudiantes: ¿qué tan grande es un átomo?, *Tecné, Episteme y Didaxis* No. 28 pp. 9-19

Formación de Docentes (Mayo, 7 ,2013) *Johannes Kepler, Serie Cosmos de Carl Sagan* [Archivo de video]. https://www.youtube.com/watch?v=9wgKPMNb_pM&t=1402s

Fortus, D., Touitou, I. (2021) Changes to students' motivation to learn science. *Discip Interdiscip Sci Educ Res* 3, 1 . <https://doi.org/10.1186/s43031-020-00029-0>

García-Martínez A. e Izquierdo M. (2014) Contribución de la Historia de las Ciencias al desarrollo profesional de docentes universitarios. *ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS*, Núm. 32.1 pp. 265-281

González, Luz M, & Rasilla, Margarita. (2011). Una Estrategia para el Aprendizaje de la Cultura Científica. *Formación Universitaria*, 4(2), 15-26. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-50062011000200003>

González A., G.; Gómez F, J. (2014). La colaboración científica: principales líneas de investigación y retos de futuro. *Revista Española de Documentación Científica*, 37(4): e062. Doi <http://dx.doi.org/10.3989/redc.2014.4.1186>

Pérez, M. M. (2007). El trabajo colaborativo en el aula universitaria. *Laurus*, 13, 263-278.

Habilidades y conocimientos de los pasantes de Ingeniería Matemática

Ramón Sebastián Salat Figols
Escuela Superior de Física y Matemáticas
Instituto Politécnico Nacional
rssalat@ipn.mx

Resumen

En el presente trabajo se plantea la pregunta de si los estudiantes de los últimos semestres de la carrera de Ingeniería Matemática son capaces de utilizar los conocimientos adquiridos en una materia básica como lo es Probabilidad, para resolver problemas planteados dentro de las materias de Simulación I y Simulación II. Para responder a esta pregunta se aplicaron exámenes en las materias de Simulación I y II, que contienen reactivos pertinentes a la pregunta y se analizaron los resultados.

Palabras clave

Desarrollo curricular, solución de problemas, Probabilidad, Simulación de Montecarlo.

Introducción

En el presente trabajo se aborda la cuestión de la formación matemática que tienen los estudiantes de Ingeniería Matemática, en particular, en los conocimientos y habilidades que tienen en la materia de Probabilidad para abordar problemas de Simulación de Montecarlo. Esta es la pregunta de investigación.

Es posible que los estudiantes tengan un buen conocimiento de probabilidad, pero que al aplicarlos en la solución de algún problema específico de otra materia no sean capaces de invocarlos adecuadamente. Es decir, es posible que tengan los conocimientos a nivel de artefacto, como recurso intelectual, pero que no los hayan instrumentado, que no se los hayan apropiado.

Los resultados obtenidos por los estudiantes al tratar de resolver un problema de Simulación de Montecarlo, usando conceptos de Probabilidad, depende de los programas de estudio, de las actividades de aprendizaje seguidas durante los cursos y de la integración que tengan los programas de estudio en el plan de la carrera, entre otros factores.

Para responder a la pregunta de investigación, se aplicó un examen pertinente a los estudiantes de séptimo semestre de la carrera de Ingeniería Matemática que cursaban Simulación I y Simulación II y se analizaron los resultados.

Marco Teórico

Para la definición del currículo existen diferentes fuentes. Los intereses y motivaciones de los estudiantes, la herencia cultural de la sociedad y los valores que deben transmitirse de una generación a otra a través de la educación (Tyler, 2003). Tyler propone que se consideren todos estos aspectos y no solamente uno de ellos.

Durante el diseño de los programas de estudio, frecuentemente se considera en cada materia un contenido estandarizado para la misma, y no se realiza un estudio transversal de las relaciones entre el contenido de una materia con los de otras materias dentro de un plan de estudios.

Los conceptos de instrumentalización de un recurso tecnológico (Trouche y Drijvers, 2010) pueden extenderse al conocimiento en general. Puede ocurrir que un estudiante tenga conocimientos de una materia, pero que no los haya interiorizado en el sentido de invocarlos en el momento requerido y utilizarlos para resolver un problema. Por ello, es necesario que en el plan de estudios de una carrera se identifiquen las oportunidades de utilización de los conocimientos aprendidos en otras materias. Por ejemplo, en el caso de las materias de Simulación I y Simulación II de la carrera de Ingeniería Matemática, se presentan innumerables oportunidades de identificación y utilización de conceptos de Probabilidad. El aprovechamiento de estas oportunidades mejorará la instrumentalización de los conceptos de Probabilidad y contribuirá a la unificación del conocimiento en el estudiante, en contraposición a la fragmentación del conocimiento. Para mencionar un caso específico, la convergencia en probabilidad es un concepto fundamental para entender el sentido de la convergencia en los procesos de Simulación de Montecarlo. Por lo tanto, al diseñar el programa de Probabilidad deberá considerarse de manera especial el concepto de convergencia en probabilidad y que la materia de Simulación I provee oportunidades para pensar el concepto de convergencia en probabilidad en el contexto de convergencia de resultados en Simulación de Montecarlo.

La clasificación de los objetivos de la educación es importante al realizar la evaluación; es un recurso que contribuye a lograr una amplitud suficiente del tema a evaluar. En un acercamiento a la clasificación de objetivos, pueden considerarse las siguientes categorías (Bloom et al, 1971):

Conocimientos. Se refiere a la capacidad para recordar hechos específicos y métodos

Comprensión. El estudiante sabe lo que se le está comunicando y es capaz de usar las ideas que se le están presentando.

Aplicación. Uso de abstracciones en situaciones concretas. Las abstracciones pueden ser definiciones, métodos o teorías.

Análisis. Descomponer una comunicación en los elementos que la forman, reconociendo la jerarquía de las partes y las relaciones entre ellas.

Síntesis. Integración de partes, organizándolas, ordenarlas para formar una nueva comunicación.

Evaluación. Capacidad para evaluar usando análisis y síntesis. Valoración de materiales, procesos y métodos para lograr algún fin.

El enfoque de solución de problemas proporciona aportes importantes, que permiten describir la complejidad de un problema. Durante la solución de un problema pueden identificarse las siguientes partes (Polya, 1965): entendimiento del problema, diseño de un plan, proceso de ejecución del plan, análisis del proceso empleado y si la solución obtenida es plausible.

Un análisis de las estrategias que usan los estudiantes y de las motivaciones que tienen para usarlas, al resolver un problema, contribuye a un mejor entendimiento del proceso (Shoenfeld, 1985). Shoenfeld sugiere que, para analizar el proceso de solución de problemas por parte del alumno, hay que considerar los recursos que tiene, las estrategias que usa y sus motivaciones para usarlas, por ejemplo, sus creencias.

Metodología

Se aplicó el siguiente examen en la materia de Simulación I de la carrera de Ingeniería Matemática y se analizan los resultados.

1. Sea X una variable aleatoria con función de densidad de probabilidad dada por

$$f(x) = \begin{cases} 3e^{-3x} & \text{si } x > 0 \\ 0 & \text{en otro caso} \end{cases}$$

A) Estime por simulación el valor esperado de \sqrt{X} (2 puntos).

B) Use la técnica de variables antitéticas para reducir la varianza. ¿En qué porcentaje se redujo la varianza? (2 puntos)

2. Considere una línea de espera del tipo “primero en llegar, primero en salir”, de un solo servidor, en la que los usuarios llegan siguiendo un proceso de Poisson con parámetro 1 usuario/minuto. Los tiempos de atención a los usuarios en el servidor siguen una distribución exponencial con parámetro 1.2 usuarios/minuto.

A) Estime el valor esperado del máximo número de personas en el sistema en el intervalo $[0, 100]$. (2 puntos)

B) Use a la variable valor medio del número de usuarios en el sistema en el mismo intervalo como variable de control para reducir la varianza ¿En qué porcentaje se redujo la varianza? (2 puntos)

3. Sea X una variable aleatoria con función de densidad de probabilidad dada por $f(x) = \begin{cases} ae^{-ax} & \text{si } x > 0 \\ 0 & \text{en otro caso} \end{cases}$ con $a > 0$. Supóngase que se quiere estimar por

simulación el valor esperado de \sqrt{X} y que se usa la técnica de variables de control para reducir la varianza, empleando a X como variable de control. Calcule **analíticamente** el porcentaje de reducción de varianza. (2 puntos).

Se centra el interés específicamente en el reactivo 3, porque éste implica el uso de conceptos de probabilidad. A continuación, se presentan, a grandes rasgos, los procesos que implica su solución.

El método de reducción de varianza por medio de variables de control implica la definición de una nueva variable:

$$Z = \sqrt{X} + c(X - E(X))$$

La mayor reducción de varianza se da cuando:

$$c = -\frac{Cov(\sqrt{X}, X)}{V(\sqrt{X})V(X)}$$

Y la reducción porcentual de la mayor reducción de varianza está dada por:

$$Reducción\ porcentual = \frac{100Cov(\sqrt{X}, X)^2}{V(\sqrt{X})V(X)} = \frac{25\pi}{4 - \pi} = 91.4948 \dots \%$$

Para poder obtener el resultado, se requiere conocer las definiciones de la varianza de una variable aleatoria, de la covarianza de dos variables aleatorias y aplicarlas considerando la función de densidad de probabilidad de X . A continuación, se muestran los cálculos resumidos:

$$V(X) = E(X^2) - (E(X))^2 = \int_0^{\infty} x^2(ae^{-ax})dx - \left(\int_0^{\infty} x(ae^{-ax})dx\right)^2 = \frac{1}{a^2}$$

$$V(\sqrt{X}) = E(X) - (E(\sqrt{X}))^2 = \frac{1}{a} - \frac{\pi}{4a}$$

$$Cov(\sqrt{X}, X) = \int_0^{\infty} x\sqrt{x}(ae^{-ax})dx = \frac{\sqrt{\pi}}{4a^{\frac{3}{2}}}$$

Hasta cierto punto, se trata de una aplicación rutinaria de las definiciones de varianza y covarianza.

Resultados

A continuación, en la Tabla I, se presentan los resultados obtenidos por la aplicación del examen de Simulación I. El grupo era de 39 alumnos. Los problemas 1 y 2 en sus dos incisos los resolvieron entre 24 y 33 alumnos; el problema 3, que requería del uso de conceptos de probabilidad, solamente lo pudo resolver un estudiante. Sin embargo, a otro estudiante solamente le faltó calcular $Cov(X, \sqrt{X})$.

Tabla I. Matriz de resultados.

Estudiante	1a	1b	2a	2b	3
1	0	0	0	0	0
2	1	1	1	0	0
3	1	1	1	0	0
4	1	0	1	0	0
5	1	1	1	1	0
6	1	0	1	1	0
7	1	0	1	1	0
8	1	0	1	1	0
9	1	1	1	1	0
10	1	0	1	1	0
11	0	0	1	0	0
12	0	0	1	0	0
13	1	1	1	0	0
14	1	1	1	1	0
15	1	1	1	1	0
16	0	0	0	0	0
17	1	0	0	0	0
18	0	0	1	1	0
19	1	0	1	1	0
20	1	1	1	1	0
21	1	0	1	1	0
22	1	0	1	1	0
23	1	0	1	1	0
24	1	0	1	1	0
25	1	0	1	1	0
26	1	0	1	1	0
27	1	0	1	1	0
28	1	0	1	0	0
29	1	0	1	0	0
30	1	0	1	1	0
31	1	0	1	0	0
32	1	1	1	1	1

33	1	0	1	1	0
34	1	0	1	1	0
35	1	1	0	0	0
36	0	0	0	0	0
37	1	1	1	1	0
38	1	0	1	1	0
39	1	1	1	0	0
	33	12	34	24	1

El hecho de que 61.5% de los estudiantes resolvieran el inciso b) del problema 2, indica que por lo menos el 61.5% de los estudiantes conocían el método de reducción de varianza por variables de control y las fórmulas correspondientes para calcular el porcentaje de reducción de varianza.

Sin embargo, solamente un estudiante, de entre los que conocía el método y la fórmula, pudo resolver el problema 3, excepto por un error no significativo. A otro estudiante solamente le faltó el cálculo de $Cov(X, \sqrt{X})$; en la Figura 1 se muestra su respuesta.

Inciso A

$$f(x) = \begin{cases} a e^{-ax} & \text{si } x > 0 \\ 0 & \text{en otro caso} \end{cases}$$

$$E(\sqrt{x}) = \int_0^{\infty} \sqrt{x} f(x) dx = \int_0^{\infty} \sqrt{x} a e^{-ax} dx$$

$$= \int_0^{\infty} a e^{-ax} x^{1/2} dx = -\frac{e^{-ax} (ax + 1/2)}{a^2} \Big|_0^{\infty} = \frac{1}{2a}$$

$$E(x) = \int_0^{\infty} x f(x) dx = \int_0^{\infty} x a e^{-ax} dx = -\frac{e^{-ax} (ax + 1)}{a^2} \Big|_0^{\infty} = \frac{1}{a}$$

$$E(z) = E(\sqrt{x}) + c(E(x) - \mu_x)$$

$$E(z) = \frac{1}{2a} + c\left(\frac{1}{a} - \mu_x\right)$$

$$E(z) - E(\sqrt{x}) = c(E(x) - \mu_x)$$

$$Var(z) = \int_0^{\infty} x f(x) dx = \int_0^{\infty} x a e^{-ax} dx = \frac{1}{a}$$

$$Var(z) = Var(\sqrt{x}) + c^2 Var(x) + 2Cov(c(x - \mu_x), \sqrt{x})$$

Figura 1. A un estudiante solamente le faltó calcular $Cov(X, \sqrt{X})$.

En general, se concluye que resultó muy difícil el cálculo de la varianza y la covarianza para variables aleatorias que siguen una distribución específica. Se siguió el mismo procedimiento en Simulación II y se obtuvieron resultados muy similares.

Es interesante observar que un estudiante consideró que el problema no era de Simulación sino de Probabilidad, lo cual puede significar una fragmentación en sus

conocimientos, es decir, una falta de integración; esta información se obtuvo accidentalmente por un comentario del estudiante.

Conclusiones

- 1) Prácticamente todos estudiantes tienen dificultades para aplicar conceptos básicos de Probabilidad en el contexto de un problema de Simulación de Montecarlo.
- 2) Algunos estudiantes consideraron que el problema 3 no era de Simulación.
- 3) Es necesario realizar más estudios acerca de la permanencia en el tiempo de los conceptos que los estudiantes aprenden en las materias.
- 4) La consideración acerca de los alumnos mencionada en 2, puede reflejar una falta de integración de los conocimientos que los estudiantes aprenden en las diferentes materias.

Una forma posible para mejorar la integración del currículo es que los profesores en el ejercicio de sus funciones, presenten a las academias a las que pertenezcan, sus observaciones acerca de las habilidades y conocimientos que se requieren en su materia, que se espera, puedan ser cubiertas en otras materias; ésta información debería ser considerada en la realización de cambios a los programas. Además, hay que realizar un análisis a priori de las relaciones de los contenidos de las diversas materias.

Por otro lado, la formación integral del alumno es más que la unión de los conocimientos y habilidades que adquieren en las diversas materias y, este aspecto, también debe considerarse al elaborar los planes y programas. Por ejemplo, las materias de Simulación de Montecarlo son una oportunidad para reafirmar los conceptos de Probabilidad y de Estadística; y esto, deberían considerarlo los programas de las materias de Simulación de Montecarlo.

Referencias

- Tyler, R. (2003). *Principios básicos del currículo*. Troquel.
- Trouche y Drijvers, P. (2010). *Handheld technology for mathematics education: Flashback into the future*. *ZDM 42 (7)*, pp. 667—681. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s11858-010-0269-2>

Bloom, B., et al. (1971). *Taxonomía de los objetivos de la educación: la clasificación de las metas educacionales: manuales I y II*. (M. Pérez Rivas, Trad.) Centro Regional de Ayuda Técnica: Agencia para el Desarrollo Internacional (A.I.D).

Pólya, G. (1965). *Cómo Plantear y Resolver Problemas*. Editorial Trillas.

Schoenfeld, A. (1985). *Mathematical Problem Solving*. Academic Press.

La importancia de fomentar la fase de reflexión en el proceso de la autorregulación del aprendizaje

Héctor Alejandro Migueles Bautista,
Gabriela Lourdes Rueda Morales,
Luz Maria de Guadalupe González Álvarez
Escuela Superior de Física y Matemáticas
Instituto Politécnico Nacional de México
hmiguelesb1300@alumno.ipn.mx

Resumen

En el presente trabajo se muestra la influencia que puede llegar a tener el promover la reflexión en el proceso de autorregulación del desempeño académico, como se observó en estudiantes de nuevo ingreso de una licenciatura en física y matemáticas, pertenecientes al curso de Laboratorio de Física I. En ellos repercutió de manera directa, en contraste con un grupo testigo, en índices de reprobación más bajos; disminución de la deserción académica; y lo que es aún más importante, la formación de gente dedicada a la ciencia con habilidades indispensables para un óptimo desempeño profesional.

Palabras clave

Autorregulación del aprendizaje, criterios de evaluación, parrilla de evaluación, reflexión.

Introducción

Conocemos como autorregulación del aprendizaje a la capacidad que tiene un individuo de participar de manera activa en su proceso de aprendizaje, mediante el uso de habilidades cognitivas, metacognitivas y afectivas, modificando de manera deliberada su conducta, hábitos, motivaciones, pensamientos e incluso su estado de ánimo. Para ello formula metas concretas, próximas y realistas; planifica su actuación, la observa y la evalúa a la luz de criterios prefijados; finalmente, reacciona, dependiendo del grado de ajuste entre las demandas de la meta y la actuación real (González Fernández, 2001).

El ser autodidacta o saber autorregular el aprendizaje es una habilidad necesaria en una carrera en ciencias. Lógicamente, los estudiantes de los primeros cursos, específicamente los de primer semestre son aquellos que necesitan más apoyo para poder adaptarse al ritmo de aprendizaje que implica el nivel superior. Ante esta situación, resulta de especial interés conocer cómo influye en el desempeño académico el fomentar el proceso de reflexión de la autorregulación del aprendizaje en estudiantes del primer semestre de una licenciatura en física y matemáticas, en el curso de Laboratorio de Física I.

De acuerdo con Zimmerman (2002) el proceso de autorregulación consta de 3 fases; la planeación, la ejecución y la reflexión o evaluación del proceso. Sin embargo, existen factores que no son observables de manera directa, como pueden ser: procesos cognitivos, metacognitivos, motivacionales, afectivos e incluso biológicos.

En el presente trabajo se presenta una práctica educativa que busca promover la autorregulación del aprendizaje, prestando especial atención a la etapa de reflexión, mediante actividades que promuevan la misma sin interferir con los temas estipulados en el programa de estudios. La aplicación de instrumentos de evaluación en sus distintas fases, el trabajo cooperativo, la autoevaluación, coevaluación y especialmente la apropiación de los criterios de evaluación pueden ser un determinante para lograr dicho propósito y responder a la pregunta ¿Cómo influye en el desempeño académico de los estudiantes de nuevo ingreso fomentar la etapa de reflexión en la autorregulación del aprendizaje?

Marco Teórico

El estudio de la importancia de la autorregulación del aprendizaje ha buscado comprenderse desde distintas teorías, por ello, para darle sentido a ésta investigación se tiene como fundamento inicial la presentación del concepto de evaluación y los relacionados con el proceso de autorregulación del aprendizaje.

Evaluación

De acuerdo a la Secretaría de Educación Pública (2018), la evaluación educativa puede definirse como:

[...] un proceso sistemático y planificado de acopio de información por medio de múltiples estrategias, técnicas e instrumentos, que permite formular juicios y valorar si los estudiantes han alcanzado los aprendizajes esperados —con todas las dimensiones que implican: conocimientos, habilidades, actitudes y valores— y en qué medida.

Dicho esto, observar el aprendizaje es una tarea compleja, por ende, evaluarlo también lo es. Ya que muchas veces no es posible verlo de manera directa, una de las formas de evaluar el aprendizaje es mediante los productos obtenidos por los evaluados. Más aún, existen muchas formas de evaluación, y querer estandarizarlas puede recaer en favorecer o perjudicar a algún estudiante o peor aún, a un grupo de ellos. Según Parsons, citado por Expósito (2017) “El desempeño escolar tiene dos dimensiones, una cognoscitiva y otra moral”. Es decir, un estudiante no denota un buen desempeño solo por demostrar que ha adquirido cierto conocimiento o habilidad, también es importante que ponga en práctica ciertos valores y actitudes que deben ser valoradas por el profesor, y también por la institución educativa.

Daura, (2013) menciona que: “entre las funciones que le competen al docente se encuentran: la planificación, la ejecución de lo programado y la evaluación de toda la tarea, funciones que tendrá que regular para que el proceso de enseñanza-aprendizaje que despliegue sea efectivo”, pero lo cierto es que, a pesar de que normalmente la evaluación es tarea del profesor, la responsabilidad no recae de manera total en el mismo, sino que es también obligación de los estudiantes valorar y reflexionar sobre los resultados obtenidos para poder utilizarlos a su favor y analizar su propio proceso de aprendizaje. Más aún, el estudiante puede autoevaluarse a lo largo del curso y evaluar su mismo proceso de aprendizaje para mejorar aquellos aspectos que puedan ser potenciados y eliminar aquellos otros que obstaculicen su aprendizaje.

Hablando de evaluación, hay tres tipos, cada uno según su momento de ejecución; Evaluación inicial, evaluación formativa y evaluación sumativa. A continuación, mencionaremos sus principales características.

Evaluación inicial

En palabras de Jorba y Casellas (1997, p.24) “la evaluación predictiva o inicial tiene por objetivo fundamental establecer la situación de cada estudiante al iniciar un determinado proceso de enseñanza al fin de adecuarlo a sus necesidades”

Evaluación formativa

Este tipo de evaluación puede implementarse en cualquier momento del curso, (exceptuando antes de iniciarlo y al final), y suele realizarse de manera periódica con el fin de regular el proceso de enseñanza-aprendizaje identificando los resultados obtenidos pero también las posibles lagunas o problemas que puedan presentarse en el proceso de aprendizaje y poder proporcionar la retroalimentación adecuada o en caso de ser necesario redirigir el proceso de enseñanza-aprendizaje y adecuarlo a las necesidades del estudiante.

Evaluación sumativa

Esta evaluación busca contemplar y valorar todas las actividades desarrolladas por el estudiante en un tiempo determinado y “tiene por objetivo establecer balances fiables de los resultados obtenidos al final de un proceso de enseñanza-aprendizaje”, (ibídem, p. 25).

Autorregulación del aprendizaje

Como seres humanos tenemos una diversidad de formas de aprendizaje, cada individuo puede tener procesos distintos que ha ido construyendo de manera progresiva a lo largo de los años. En este contexto, el proceso de autorregulación también suele ser único para cada individuo, siendo que la autorregulación del aprendizaje consiste en distintos procesos cognitivos, psicológicos e incluso

motivacionales donde cada uno de éstos influye de manera directa en la toma de decisiones y acciones para lograr el aprendizaje.

Para Schunk (2012) “los investigadores de diferentes enfoques teóricos postulan que la autorregulación implica el hecho de tener un propósito o una meta, utilizar acciones dirigidas a metas, así como supervisar y ajustar las estrategias y las acciones para garantizar el éxito.”

Para los especialistas del conductismo, en el proceso de autorregulación solo es necesario el reforzamiento, estudiar los estímulos y las respuestas que el estudiante tiene a éstos. Por otro lado, para los defensores de la teoría cognitiva, el proceso de autorregulación es un tanto más complejo, ya que implica acciones que no son necesariamente observables a simple vista, como lo son aquellas actividades mentales que realiza el estudiante, además de la repetición, la atención, el uso de estrategias e incluso la supervisión de que el conocimiento se obtenga y comprenda de manera efectiva, junto con algunos factores externos como la motivación por parte del mismo maestro o los compañeros.

En pocas palabras, la autorregulación es un proceso donde el individuo, en este caso el estudiante, es capaz de controlar su propia conducta mediante estímulos y reforzamientos inducidos por él mismo, siendo su principal finalidad construir su estilo de aprendizaje personal y mejorarlo de manera continua y progresiva.

La autorregulación del aprendizaje es un proceso individual que no se logra de un día a otro y en muchas ocasiones ni siquiera se logra. Por este motivo es necesario instruir a los estudiantes con ciertas actividades o acciones para fomentar en ellos la autorregulación o, en otras palabras, enseñarles a aprender a aprender, enseñarles a ser autodidactas. Tal y como mencionan Jorba y Casellas (1997, p.121) “en la autorregulación se pretende que los estudiantes sean cada vez más autónomos, formándoles en la regulación de sus propios procesos de pensamiento y de aprendizaje, es decir, enseñándoles a aprender a aprender”.

Aunque se trata de un proceso distinto en cada individuo, la autorregulación del aprendizaje se puede caracterizar con 3 etapas indispensables que son: la planificación, la ejecución y la reflexión.

Planificación

La planificación, hace referencia a la elección del orden o curso de acciones a realizar en una determinada tarea. Un estudiante que sabe anticipar y planificar sus acciones, es capaz de representarse mentalmente y decidir de manera activa aquellas tareas que debe completar para tener éxito en la resolución de determinado problema (ibídem, p. 102).

La planificación va más allá de elegir un horario de estudios o elegir el orden de tareas, la planificación implica también tomar decisiones sobre el mismo proceso de aprendizaje y redirigir el curso de acciones cuando sea necesario. Bajo esta

premisa, “es necesario que los estudiantes se apropien de los criterios de realización, o criterios procedimentales, que indican las actuaciones propias a cada categoría de trabajos escolares y que son los invariantes de las tareas” (Jorba y Casellas, 1997, p. 104).

Sin embargo, sabemos que los estudiantes son evaluados de manera continua por los profesores y que, de manera general, se da a conocer un plan de trabajo o temario a principio del curso, pero no siempre la forma o los criterios que se han de usar para llevar a cabo la evaluación. En el mejor de los casos, se les informa a los estudiantes cuales temas serán evaluados y se piden ciertos elementos o un formato específico para entregar un examen o una tarea; pero muchas otras veces, éstos son dados por entendidos, por lo que, aún después de haber asignado calificaciones, los criterios de evaluación siguen siendo desconocidos por los estudiantes. Tal y como mencionan (ibídem):

Se ha constatado que los estudiantes que obtienen buenos resultados son aquellos que saben intuir las intenciones del profesorado y cuáles son sus exigencias. Por el contrario, siempre hay un grupo de la clase, muy numeroso, que nunca sabe prever qué le preguntarán en las pruebas de control, ni sabe decir si le ha ido bien o no en un determinado examen.

Por lo que resulta de suma importancia que el profesorado comunique a los estudiantes los criterios y normas con los que debe contar determinada tarea, trabajo o examen, pero aún más importante, que el estudiante comprenda todo esto y pueda ponerlo en práctica. Cabe resaltar que la construcción de los criterios de evaluación no es una actividad que se restrinja a ser realizada por el profesor, sino que pueden ser elaborados en conjunto con el alumnado para que la apropiación de los mismos sea más eficaz.

Ejecución

Las habilidades de ejecución hacen referencia al desarrollo del mismo proceso de aprendizaje (o una tarea específica) a partir de la organización de conocimiento y aquellos recursos con los que dispone el estudiante, además de controlar sus acciones, procesos cognitivos e incluso sentimientos, monitoreándolos y modificándolos sobre el transcurso del mismo hasta lograr sus objetivos.

Reflexión

La etapa de reflexión corresponde a la utilización de estrategias para verificar el logro de los objetivos planteados y fijar nuevas metas de aprendizaje o de ser necesario replantear la planificación y ejecución, más aún, ésta no debe ser realizada al final del proceso de aprendizaje, sino que la misma planificación, ejecución y evaluación se complementen de manera continua y adecuen a la tarea que se esté realizando en ese momento.

En las referencias bibliográficas encontramos que el proceso de autorregulación se compone principalmente por estas etapas (planeación ejecución y reflexión), sin embargo, hay factores que no son observables de manera directa, tal y como lo son aquellos procesos cognitivos, metacognitivos, motivacionales, afectivos e incluso biológicos, mismos que, aunque también son importantes, no serán tratados a profundidad.

Metodología

Participantes y contexto

En el transcurso del ciclo escolar 2022-1, se contó con la participación de un total de 25 estudiantes de nuevo ingreso. De éstos 25 estudiantes, 9 fueron de género femenino (36% de la muestra) y 19 de género masculino (64% de la muestra). Todos ellos pertenecientes a dos grupos del curso de Laboratorio de Física I. Dicha asignatura pertenece al primer semestre de una licenciatura en Física y Matemáticas (cabe aclarar que no se hizo distinción respecto al grupo al que pertenecían). De los 25 encuestados, 19 tienen 18 años (76% de la muestra), 5 tienen 19 años (20% de la muestra) y 1 tiene 17 años (4% de la muestra).

Asimismo, existió un grupo al que denominaremos testigo, mismo que estuvo conformado por 13 estudiantes, de los cuales se desconocen las edades, y el género. Dicho grupo sirve de comparativa y referencia, debido a que en éste se implementó la práctica educativa usual, ya que el investigador no tuvo intervención alguna, pero estuvo a cargo de la misma docente.

Instrumentos

Para analizar la autoevaluación

Para el estudio mencionado se emplearon dos instrumentos, mismos que se describen a continuación.

El KPSI, cuyo nombre proviene del inglés Knowledge and Prior Study Inventory (Young & Tamir, 1977). Es una herramienta de evaluación inicial que consta de una lista de conceptos del curso considerados importantes. Los estudiantes responden a cada uno de los elementos de la lista indicando el nivel de comprensión que consideran poseer. La escala utilizada consta de cuatro elementos; (1) Es un tema nuevo para mí, (2) Lo he escuchado, (3) Lo conozco bien y (4) Lo domino y podría resolver problemáticas o incluso explicarlo. Para poder comparar los resultados se aplicó al inicio y al final del curso.

De manera complementaria se aplicó un cuestionario con una pregunta abierta “¿Los criterios de evaluación siempre fueron claros? En caso de tener una respuesta negativa explique por qué”, mismo que se analizó haciendo uso de redes sistémicas.

Para analizar el desempeño académico

Por otro lado, se recopilaron las calificaciones obtenidas por el grupo estudiado. Así como las del grupo testigo, cuidando en cada momento la confidencialidad de las mismas. Además de hacer uso de los informes de laboratorio entregados por el grupo de estudio.

Procedimiento

En primer lugar, se obtuvo consentimiento informado por parte de los participantes, mismo que existe como material de video. En este se hace referencia al objetivo de la investigación, la confidencialidad de la información recabada y la condición de voluntariedad del mismo.

Posteriormente, para poder conocer la percepción del nivel de conocimiento que tienen los estudiantes sobre sí mismos se aplicó el instrumento conocido como KPSI al principio del curso.

Un factor importante para fomentar el aprendizaje autorregulado es la apropiación de los criterios de evaluación, para ello, durante el transcurso del primer tercio del ciclo escolar 2022-1 se elaboraron, junto con los estudiantes, los criterios de evaluación con los cuales se evaluarían los informes experimentales que éstos mismos entregarían. En la figura 1 se ejemplifica la elaboración de los criterios de evaluación.

Es necesario destacar que, para lograr que los estudiantes identificaran los criterios de evaluación, pero también entendieran el porqué de su importancia, se les presentaron informes de laboratorio incompletos –o partes de éstos– que simplemente no cumplían dichos criterios, y a partir de los mismos, se pedía extrajeran información específica. Esta actividad les permitió identificar contratiempos y problemas que se presentan para comprender el contexto del problema, en esas condiciones, y como consecuencia, valorar la importancia de los criterios de evaluación y del proceso de autorregulación para evitarlos.

De manera complementaria, se les pidió realizar la misma actividad con un informe de laboratorio que contaba con todos aquellos puntos considerados esenciales. Asimismo, se buscó que los estudiantes comprendieran aquellos puntos irremplazables para poder presentar un trabajo de calidad. En cada uno de los casos, los informes de laboratorio utilizados eran los entregados por los estudiantes, cuidando en cada momento la confidencialidad de la autoría de los mismos, para así evitar comentarios directos al estudiante y no al trabajo presentado.

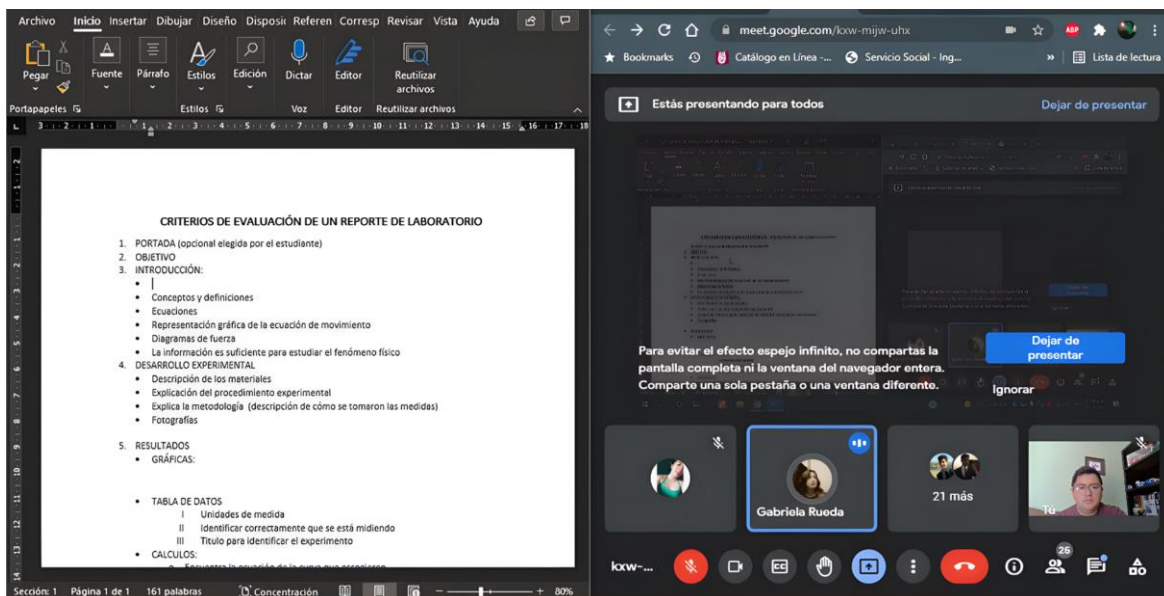


Figura 1. Elaboración de los criterios de evaluación.

Una vez establecidos los criterios de evaluación y haciendo uso de los mismos, en ocasiones se les pedía co-evaluar y autoevaluar los informes realizados; a la par, el docente evaluó y brindó retroalimentación. Aunado a esto, se fomentó de manera directa el trabajo colaborativo. Tal y como menciona Maldonado (2007) el trabajo colaborativo empleado en las aulas universitarias resulta relevante y oportuno, por cuanto no sólo se logra que los estudiantes aprendan y generen conocimiento sobre aspectos de la disciplina que estudian, sino que también se da un aprendizaje humano. Cabe mencionar que éstas acciones no implican delegar a los estudiantes el trabajo del profesor ni mucho menos se busca que los estudiantes asignen la calificación, sino que el profesor entregue observaciones y comentarios útiles para los estudiantes, brindándoles la oportunidad de objetar los resultados obtenidos y de comparar y comentar con sus compañeros, con la finalidad de entender la manera en que se lleva a cabo la evaluación.

En la figura 2, se muestra un diagrama de flujo que ejemplifica, de manera más detallada, el proceso antes mencionado.

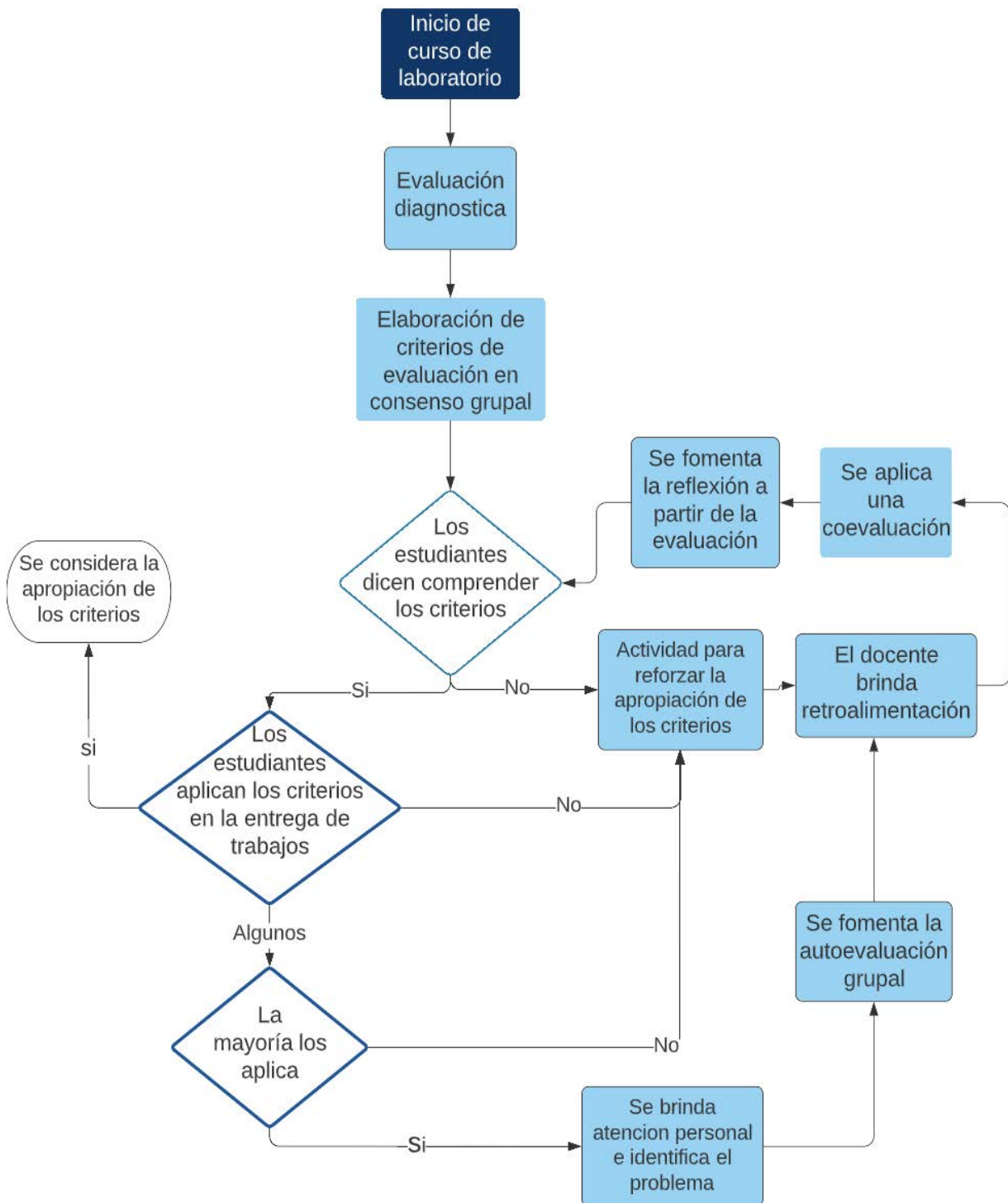


Figura 2. Apropriación de los criterios de evaluación (elaboración propia).

Cuando se mencionan actividades para reforzar la apropiación de los criterios de evaluación, se hace referencia a denotar durante la clase las características indispensables de cada parte de un reporte experimental. El proceso presentado en la figura 1 se repitió para cada una de estas en el siguiente orden: 1.-gráficas

de datos, 2.-introducción, 3.-tablas de datos y 4.-análisis de parámetros. Aunque se trata de un curso de laboratorio, por ser en línea, no se puso énfasis en el desarrollo experimental, pero en cada actividad realizada se buscó desarrollar el trabajo colaborativo, y se favoreció a los estudiantes ver la importancia de buenas redes de apoyo en el aula y en el desarrollo profesional como un estudiante de ciencias.

Finalmente, antes del término del ciclo escolar y haciendo uso de la plataforma Google Forms, se aplicó un cuestionario con una pregunta abierta, para poder analizar la claridad de los criterios de evaluación a lo largo del curso. Asimismo, se les solicitó nuevamente a los estudiantes respondieran al KPSI.

Bajo el mismo contexto, se agruparon las calificaciones de los estudiantes para poder ser comparadas con las obtenidas en el grupo testigo.

Resultados

A continuación, en la tabla I, se presentan los criterios de evaluación elaborados durante el curso. En ella se pueden observar ciertos objetos de evaluación que no fueron planteados en la investigación, como lo son; la portada, el objetivo, el desarrollo experimental y las conclusiones, sin embargo, éstos, fueron incluidos en los criterios de evaluación, ya que los estudiantes los consideraron factores necesarios para mejorar la calidad de sus informes de laboratorio.

Tabla I. Criterios de evaluación elaborados en conjunto con los estudiantes.

Objeto de evaluación	Criterios de Evaluación	
Informe de laboratorio	Portada	<ul style="list-style-type: none"> • A elección del estudiante
	Objetivo	<ul style="list-style-type: none"> • Debe incluirse el objetivo de la práctica de laboratorio
	Introducción	<ul style="list-style-type: none"> • La introducción se entrega a mano. • Conceptos y definiciones • Ecuaciones • Representación gráfica de la ecuación de movimiento • Diagramas de fuerza • La información es suficiente para estudiar el fenómeno físico
	Desarrollo experimental (cuando el experimento lo permita)	<ul style="list-style-type: none"> • Descripción de los materiales • Explicación del procedimiento experimental • Explica la metodología (descripción de cómo se tomaron las medidas) • Fotografías
	Tabla de Datos	<ul style="list-style-type: none"> • Unidades de medida • Identificar correctamente qué se está midiendo • Título para identificar el experimento

	Gráficas	<ul style="list-style-type: none"> • Gráficas hechas a mano en papel milimétrico (a no ser que se permita usar software, esto se aclarará en las instrucciones) • Identifica de manera correcta los ejes coordenados. • Uso correcto de escalas. • Ubica de manera correcta los puntos experimentales de acuerdo con la ordenada y abscisa correspondiente. • Uso de nombres de los ejes, sin abreviaciones • Uso de título de la gráfica para identificar el experimento. • Usa las unidades correspondientes en los ejes coordenados. • No une los puntos experimentales (a no ser que esto sea solicitado con antelación en las instrucciones) • No graficar el punto de referencia
	Cálculos	<ul style="list-style-type: none"> • Encuentra la ecuación de la curva que escogieron • Encuentra la pendiente • Encuentra la ordenada al origen • Comparación de la bibliografía con la ecuación obtenida
	Análisis de parámetros	<ul style="list-style-type: none"> • Interpreta de manera correcta los parámetros • Poner unidades • Análisis de la ecuación
	Conclusiones	<ul style="list-style-type: none"> • Responde al objetivo • Interpreta el fenómeno estudiado • Responde con ayuda de los resultados obtenidos • Uso de lenguaje técnico

En la figura 3 se observa una red sistémica creada a partir de las respuestas obtenidas en la pregunta abierta acerca de la claridad de los criterios de evaluación, de la cual se desprenden 5 subcategorías:

En la primera de ellas se muestra que el 60% de los estudiantes declaró que los criterios de evaluación siempre fueron claros, mediante respuestas varias, como que fueron claros porque fueron definidos por los mismos estudiantes, que las dudas se aclararon o que incluso dichos criterios ayudaron a comprender cómo se realiza un reporte. Uno de ellos indica que si fueron claros la mayoría de las veces.

La segunda subcategoría refleja la respuesta de un estudiante el cual respondió que los criterios de evaluación no influyeron en la entrega de sus reportes, por lo tanto se puede inferir que para él, dichos criterios nunca fueron claros.

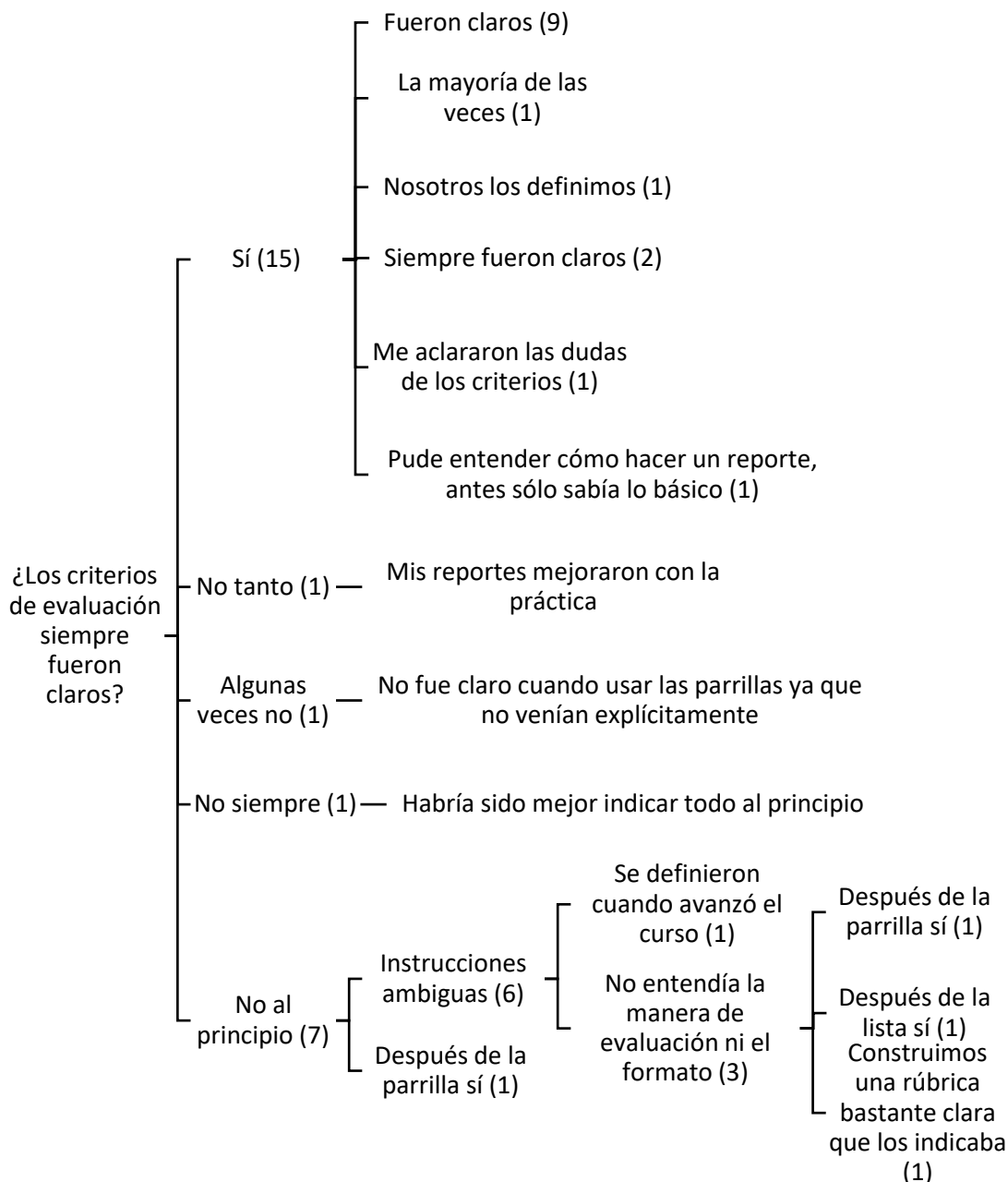


Figura 3. Red sistémica: Claridad de los criterios de evaluación.

En la tercer subcategoría (4% de los encuestados) se informó que no siempre fueron claros, el encuestado declara que no sabía cuando aplicarlos, ya que no existía una parrilla de evaluación para cada actividad a realizar.

La cuarta subcategoría responde a un encuestado, mismo que indica que habría preferido que los criterios se indicaran al principio del curso, explicando cómo y desde que punto se evaluarían las actividades.

La quinta subcategoría, divide sus opiniones, en que dichos criterios no fueron claros al principio del curso, sino hasta después de llegar a un consenso grupal respecto a ellos y tener una parrilla de evaluación o en su defecto una lista con dichos criterios (28% de los encuestados).

Tomando en cuenta todas las respuestas obtenidas se puede decir que de 25 estudiantes, 22 de ellos (88% de los encuestados) declara que de una forma u otra el final del curso los criterios eran claros.

En el mismo orden de ideas, el uso de la parrilla de evaluación resultó ser muy efectiva, a pesar de que los estudiantes ya contaban con una lista en la cual se incluían los criterios formulados por ellos mismos, la parrilla de evaluación con un puntaje establecido para cada rubro parecía tener mejor recibimiento. En cada asignación experimental se les sugería a los estudiantes tener a la mano dicha parrilla de evaluación e ir autoevaluando sus reportes antes de entregarlos, fomentando de manera clara la etapa de reflexión en la autorregulación del aprendizaje.

Tabla II. Parrilla de resultados del KPSI, comparación al inicio y final del curso.

Contenidos	Grupo 1FM1 secciones B y C							
	Inicio del curso				Fin del curso			
	1	2	3	4	1	2	3	4
Concepto de Rapidez y velocidad	0	5	10	11	0	0	5	20
Movimiento Rectilíneo Uniforme	0	2	13	11	0	0	3	22
Movimiento Rectilíneo Uniformemente Acelerado	0	4	14	8	0	0	9	16
Movimiento Circular Uniforme	2	14	10	0	0	6	14	5
Leyes de Newton	0	2	16	8	0	0	6	19
Diagramas de fuerza	3	5	15	3	0	2	6	17
Graficas de datos	4	12	8	2	0	0	13	12
Ajuste por mínimos cuadrados	18	7	1	0	0	2	14	9
Interpretación de los parámetros de ajuste	19	7	0	0	0	4	11	10
Cálculo de incertidumbres	19	6	1	0	1	8	14	2

Asimismo, la tabla II, nos ayuda a estudiar el nivel de percepción que tienen los estudiantes sobre su propio nivel de conocimiento en temas que se consideran importantes en el curso de laboratorio de física I. Misma que, fue construida a partir de los resultados obtenidos en la aplicación del KPSI

Como se puede observar, hay un incremento en dicha percepción al comparar el inicio y el final del curso, mismo que guarda relación con la mejora en la calidad de los trabajos entregados. Dicho nivel de percepción puede ajustarse a la madurez obtenida a lo largo del curso respecto a la etapa de reflexión en los estudiantes.

Lo anterior, puede observarse de manera más clara en la figura 4 y la figura 5, donde se ejemplifica la mejora en la calidad de los trabajos entregados. Con este fin, se eligió de manera aleatoria a un estudiante, mismo que para fines prácticos se denominará como estudiante E1, así pues, se busca comparar sus resultados a principio y final del curso, respectivamente. Los experimentos analizados fueron ambos, relacionados con el MRU (Movimiento Rectilíneo Uniforme).

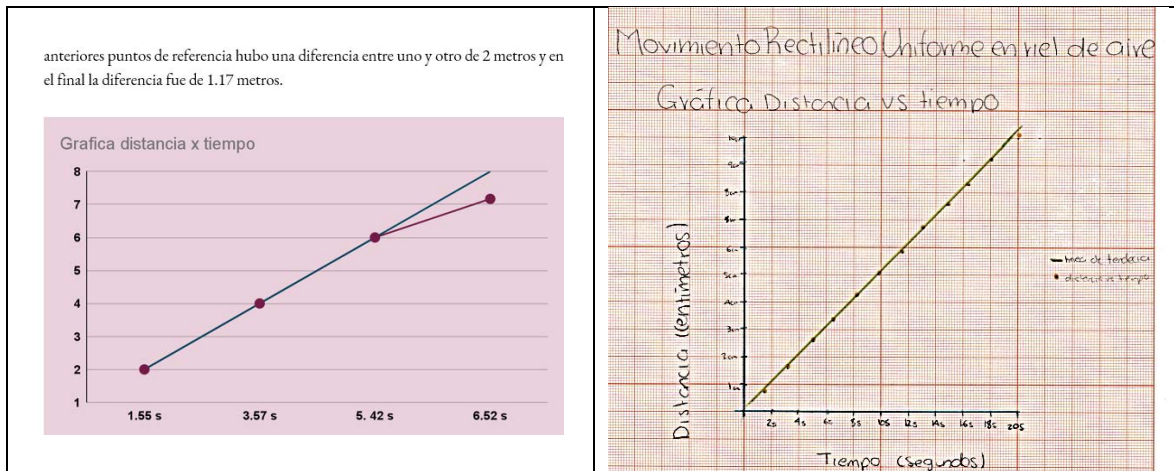


Figura 4: Comparativa de desempeño en la elaboración de gráficas E1

En la figura 4, se puede observar el desempeño mostrado por el estudiante E1 en la realización de gráficas de datos. En la imagen de la izquierda, la gráfica propuesta, corresponde a una caminata realizada con Movimiento Rectilíneo Uniforme, misma que, a pesar de haber sido realizada con ayuda de una hoja de cálculo, no cuenta con datos suficientes para identificar el experimento. Los ejes coordenados no tienen nombre o unidades que sirvan para entender lo que se está graficando. Más aún, la escala utilizada no es de utilidad para poder identificar de manera sencilla los puntos ubicados sobre la recta. Por el contrario, la gráfica de la derecha cumple con todos los criterios de evaluación, y aunque esta fue realizada a mano en papel milimétrico y la calidad de la imagen no es del todo clara, es suficiente, para entender de qué experimento se trata, qué se está graficando y el fenómeno que se está estudiando.

De manera complementaria, en la figura 5, podemos analizar las conclusiones efectuadas por el estudiante E1, en los mismos reportes experimentales. Del lado derecho, tenemos una conclusión que identifica el tipo de movimiento basándose en la percepción y la observación de la gráfica antes mencionada, bajo el argumento de que los cambios en la velocidad fueron mínimos, esto, aun cuando la gráfica propuesta resalta en el título que se está graficando distancia contra tiempo y no velocidad.

Desde otra perspectiva, la conclusión presentada del lado derecho en la figura 5, deja ver que el estudiante E1 también hace uso de la gráfica propuesta, pero, ésta vez, indica la velocidad, posición inicial y la ecuación de movimiento para concluir de manera precisa y clara el tipo de movimiento que presenta el experimento.

<p style="text-align: center;">Análisis de resultados</p> <p>Al finalizar la práctica se puede observar en la gráfica adjunta que los cambios en la velocidad fueron mínimos, comprobando así que la caminata realizada <u>cumple</u> con las características del Movimiento Rectilíneo Uniforme, y la variación del final se deduce que fue a causa del cambio de magnitud en el desplazamiento ya que en los anteriores puntos de referencia hubo una diferencia entre uno y otro de 2 metros y en el final la diferencia fue de 1.17 metros.</p>	<p>Se puede observar en nuestra gráfica el cambio de distancia con respecto del tiempo del carrito tiene una tendencia lineal, por lo tanto su ecuación sería de tipo $y=mx + b$, donde y sería la distancia recorrida, la pendiente sería la velocidad del carrito y x el tiempo.</p> <p>Para calcular la pendiente de nuestra gráfica, usaremos la ecuación:</p> $m = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1}$ <p>Ocupando dos coordenadas arbitrarias: (4.93,2.5) (6.58 ,3.3)</p> $m = \frac{3.3 - 2.5}{6.58 - 4.93} = \frac{0.8}{1.65} = 0.4848$ <p>y para calcular la ecuación de nuestra recta ocuparemos la ecuación punto pendiente con una de las coordenadas anteriores:</p> $y - y_1 = m(x - x_1)$ $(4.93, 2.5)$ $y - 2.5 = 0.48(x - 4.93)$ $y = 0.48x - 2.36 + 2.5$ $y = 0.48x + 0.14$ <p>y dada la ecuación de movimiento:</p> $x = x_0 + vt$ <p>tenemos que:</p> $x = 0.48t + 0.14$
--	--

Figura 5: Comparativa de desempeño en el análisis de datos E1

Finalmente, la figura 6, muestra los resultados del desempeño académico, comparando las calificaciones obtenidas por el grupo muestra y el grupo testigo. Para los 25 estudiantes del grupo muestra, las calificaciones se encuentran entre un rango de 6 a 10, por el contrario, en el grupo testigo, los estudiantes, presentan calificaciones aprobatorias de entre 8 y 10.

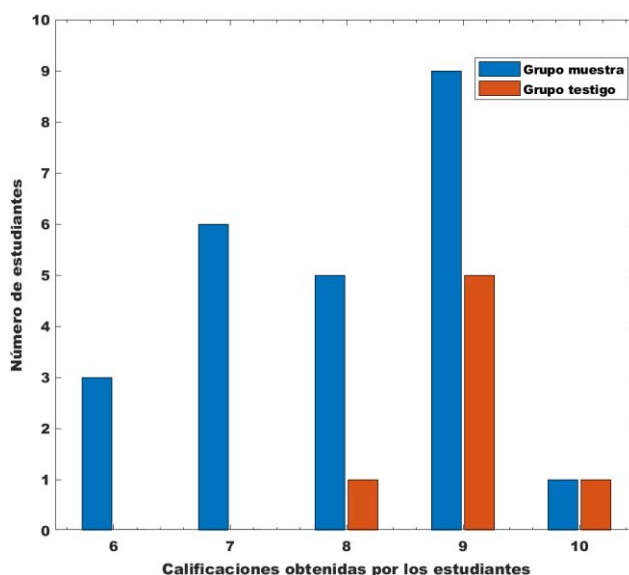


Figura 6: Calificaciones obtenidas en el curso de laboratorio de física I

Es necesario señalar, que, aunque el grupo testigo presenta mejores resultados generales, en dicho grupo la deserción académica corresponde al 46% de los estudiantes, ya que solo 7 estudiantes de un total de 13, finalizaron el curso. Como contrapartida, en el grupo muestra, la deserción académica concierne al 0%.

Conclusiones

Respondiendo a la pregunta inicial ¿Cómo influye en el desempeño académico de los estudiantes de nuevo ingreso fomentar la etapa de reflexión de la autorregulación del aprendizaje?

En un principio se mencionaron tres indicadores, siendo uno de ellos el desempeño académico. La presente investigación expone que si bien no todos los estudiantes del grupo muestra presentaron resultados excelentes, éstos fueron suficientes para obtener una calificación aprobatoria, ya que demostraron una mejoría en la calidad de los informes presentados, pasando de tener un poco o nulo conocimiento en el tratamiento de datos experimentales a poder realizar de manera eficiente gráficas y el debido análisis de datos.

En contraparte, los estudiantes del grupo testigo presentan notas aprobatorias altas, sin embargo, dichos estudiantes mostraron desde el principio tener buenas bases, permaneciendo hasta el final del curso aquellos que ya tenían cierto conocimiento en las áreas tratadas. Dichos estudiantes corresponden a solo el 53.8% del grupo testigo, ya que el resto desertó antes de la mitad del ciclo, cosa que no sucedió con los estudiantes del grupo muestra, ya que, como se presentó en el área de resultados, la deserción de los estudiantes que siguieron en el proceso presentado fue nula.

Con respecto a las habilidades desarrolladas por los estudiantes, resulta de especial interés el desarrollo del trabajo colaborativo. Los estudiantes demostraron buscar un objetivo común. No solo se centraban en la entrega de los reportes, sino en su proceso de aprendizaje, preocupándose por generar redes de apoyo internas y solucionando dudas individuales para que así, el docente pudiera resolver de manera más eficiente los problemas presentados en el proceso de aprendizaje. Al realizar de manera continua autoevaluaciones guiadas, se fomentaba y mejoraba el proceso de reflexión en la autorregulación del aprendizaje.

En definitiva, impulsar la autorregulación del aprendizaje puede lograrse permitiendo que los estudiantes se apropien de los criterios de evaluación por medio de su participación en la formulación de estos, en consenso, ya la participación activa refuerza la apropiación de los mismos; y con apoyo de instrumentos, como la parrilla de evaluación. Más aún, el simple hecho de informar a tiempo las calificaciones, brindar retroalimentación o fomentar la evaluación a pares y la autoevaluación, se fomenta la reflexión y por ende una parte importante del proceso de autorregulación.

La evaluación entre pares es otro elemento que apoya el proceso, ya que en ocasiones la brecha generacional o de autoridad en el aula es tal, que, la información producida en el salón de clases no es comprendida correctamente, o simplemente no existe un medio de comunicación eficiente entre el estudiante y el docente, volviendo más fácil recibir comentarios provenientes de un compañero estudiante que del mismo profesor.

Concretizando, el fomentar la reflexión, y en general la aplicación de estrategias de autorregulación en estudiantes de nuevo ingreso favorece el aprendizaje de los estudiantes.

Referencias

- Daura, F. T. (2013). *El contexto como factor del aprendizaje autorregulado en la educación superior. Educación y Educadores*, 109-125. Recuperado el 18 de Octubre de 2021, de: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0123-12942013000100007&lng=en&tlng=es.
- Jorba, J., & Casellas, E. (1997). *Estrategias y técnicas para la gestión social del aula: la regulación y la autorregulación de los aprendizajes* (Vol. I). (E. C. Jaume Jorba, Ed.). Síntesis.
- Maldonado Pérez, M. (2007). El trabajo colaborativo en el aula universitaria. *Laurus Revista de Educación*, 13(23), 263-278. Recuperado el 18 de diciembre de 2021, de <https://www.redalyc.org/pdf/761/76102314.pdf>
- Pérez Expósito, L. (2017). La idea de la justicia y la evaluación del aprendizaje: una aportación teórica. En C. N. EDUCATIVA-COMIE (Ed.), *La idea de la justicia y la evaluación del aprendizaje: una aportación teórica*, (págs. 1-11). San Luis Potosí. Recuperado el 02 de Enero de 2022, de <https://www.comie.org.mx/congreso/memoriaelectronica/v14/doc/2971.pdf>
- Schunk, H. D. (2012). Teorías del aprendizaje: *Una perspectiva educativa* (Sexta ed.). (M. V. Pérez, Ed.) Pearson Educación. Recuperado el 09 de Octubre de 2021.
- Secretaría de Educación Pública. (2018). *Plan y programas de estudio para la educación básica*. Recuperado el 18 de Octubre de 2021, de <https://www.planyprogramasdestudio.sep.gob.mx/evaluacion/pdf/cuadernillos/Evaluar-para-aprender-digital.pdf>
- Young, D. B., & Tamir, P. (Septiembre de 1977). Finding out what students know. *The Science teacher*, 44(6), 27-28. Recuperado el 16 de Diciembre de 2021, de <http://www.jstor.org/stable/24128637>
- Zimmerman, B. J. (2000). Attaining self-regulation: A social-cognitive perspective. En M. Boekaerts, P. Printrich, & M. Zeidner, *Handbook of self-regulation* (págs. 13-39). Academic Press.

Las interacciones discursivas en el trabajo didáctico con concentración de soluciones. Un estudio de caso

Medel, Gisele; Cutrera, Guillermo; Biggio, Cecilia
Departamento de Educación Científica. Facultad de Ciencias
Exactas y Naturales. Universidad Nacional de Mar del Plata.
gisemedel@gmail.com

Resumen

La educación en las aulas de ciencias es un proceso comunicativo a través del cual profesores y estudiantes participan por medio de una interacción mediada por significados compartidos. De esta manera, el lenguaje desempeña un rol central en los procesos de enseñanza y de aprendizaje. En este contexto, el estudio de las interacciones discursivas adquiere relevancia, como lo evidencian algunas investigaciones sobre esta temática. Estos trabajos buscan comprender las formas en las que docentes y estudiantes estructuran el discurso de manera tal de construir nuevos significados. Mortimer & Scott (2002) presentan una propuesta para el análisis de las interacciones discursivas en aulas de ciencia que incluye las siguientes categorías: *intenciones e intervenciones del profesor; contenidos del discurso del aula, enfoque comunicativo y patrones de interacción*. El sistema analítico está anclado en las concepciones de Vygotsky y Bajtín.

En este trabajo se presentan los avances de una investigación más amplia centrada en la propuesta de Mortimer y Scott (2002), que pretende analizar las interacciones discursivas de una estudiante del Profesorado en Química en su residencia docente, durante la enseñanza del tema concentración de soluciones. La clase analizada forma parte de una secuencia didáctica de ocho clases sobre el contenido “Soluciones” para el segundo año de la materia escolar Físicoquímica correspondiente a la propuesta curricular de la Provincia de Buenos Aires, Argentina. Desde una perspectiva cualitativa, se analizó el contenido de transcripciones de episodios de clases, videos de aula y diarios de clase elaborados por la futura profesora. Las categorías de análisis incluyeron los patrones de interacción, el enfoque comunicativo, entre otras.

El estudio realizado pretende mostrar el uso de una herramienta de análisis que puede ser recuperada como un dispositivo para promover la reflexión sobre la práctica docente de futuros profesores de química durante su residencia, imprescindible para la mejora de sus habilidades comunicativas.

Palabras clave

Discurso docente – interacciones discursivas – formación docente inicial

Introducción

En este trabajo recuperamos la aplicación de un dispositivo para el análisis de las interacciones discursivas durante la realización de una actividad experimental demostrativa, realizada por una futura profesora de química durante sus prácticas de enseñanza. Si bien el dispositivo (Mortimer y Scott, 2002) fue empleado en diferentes investigaciones previas, la originalidad de este trabajo se inscribe en el contexto de su empleo, considerando que su aplicación al discurso docente durante la realización de este tipo de actividades ha sido escasamente explorada. En particular, nos proponemos analizar las interacciones discursivas de una futura profesora de química durante el trabajo didáctico con una experiencia áulica para mostrar la relación entre la cantidad de soluto y la concentración de una solución en un aula de fisicoquímica de la educación secundaria. La importancia de las prácticas experimentales en la enseñanza y aprendizaje de la química es recuperada, desde el contexto de las investigaciones en didáctica de las ciencias, en los diseños curriculares vigentes de la Provincia de Buenos Aires, Argentina. La investigación se desarrolló utilizando una metodología de tipo cualitativa centrada en un estudio de caso. A partir de lo mencionado anteriormente, la siguiente pregunta guió la investigación: ¿Cómo, una futura docente de Química, guía a través de su discurso oral, la conceptualización de la relación entre la cantidad de soluto y la concentración de una solución utilizando una actividad experimental?

Marco Teórico

Desde hace algunos años, varios estudios han evidenciado la importancia del papel que tienen las interacciones discursivas en la enseñanza y en el aprendizaje en las clases de ciencias (Kelly, 2007). Souza y Sasseron (2012) afirman que, desde fines de la década de 1980, los estudios sobre las interacciones discursivas y el lenguaje han crecido en diversas áreas del conocimiento. En la enseñanza de Ciencias, son exponentes de esos estudios los trabajos de: Mortimer y Scott (2002), De Longhi (2000), Lemke (1990), Driver et al. (2000), Nascimento y Vieira (2009), Sasseron y Carvalho (2008), Roth (2003), Jiménez-Aleixandre et al. (2000), Martins et al. (1999), entre otros. Todas esas investigaciones concuerdan en la importancia del lenguaje y de las interacciones discursivas en consonancia con las perspectivas constructivistas de aprendizaje y con una visión más amplia sobre el sentido de enseñar Ciencia como una cultura, como un modo de pensar y actuar en la sociedad.

Por otra parte, la realización de actividades experimentales ha sido, tradicionalmente, considerada por su relevancia para promover el aprendizaje de la ciencia (Hernández-Millán et al., 2012). También se ha advertido respecto de la relevancia de asumir una lectura crítica de la enseñanza experimental (Hodson, 1994), por ejemplo, respecto de la percepción que los docentes pueden tener del trabajo científico. Además, y por diferentes motivos, las actividades

experimentales demostrativas, representan un recurso didáctico que suele ser frecuentemente utilizado por los profesores en las aulas de ciencia. Empleamos el término 'actividad experimental de demostración', para designar actividades experimentales que permitan presentar fenómenos y conceptos de la Química, desarrolladas por el profesor, y cuya explicación se basa en el uso de modelos físicos y prioriza el enfoque cualitativo. Son actividades que ofrecen al profesor la posibilidad de mediar en el plano interpsicológico la negociación de significados en el aula.

En el aula de ciencia el discurso verbal es un vehículo privilegiado en la construcción de significados. Desde una perspectiva sociocultural (Rogoff, 2003; Wertsch, 1988), el aprendizaje es el resultado de la interacción entre los sujetos, interacción que puede ser mediada por un recurso didáctico. En esta perspectiva los modos de intervención docente durante una interacción comunicativa han sido descritos como dispositivos de andamiaje, en forma de aclaraciones, pistas, suministros de información, entre otras (Baquero, 1996). En este contexto, la actividad experimental ofrece un marco de referencia en la cual se desarrollan estas interacciones. Analizar cómo el profesor guía, a través de sus intervenciones discursivas, esas interacciones, adquiere centralidad en esta perspectiva dado que es en los intercambios verbales y simbólicos que el estudiante adquiere e internaliza las estructuras del lenguaje que hacen posible la comprensión de los fenómenos.

Metodología

La investigación se desarrolló desde un enfoque cualitativo. Se trata de un estudio de caso centrado en las intervenciones discursivas de una residente del profesorado universitario de química durante sus interacciones con el grupo de estudiantes.

La clase analizada forma parte de una secuencia didáctica de ocho clases, sobre el contenido "soluciones" dentro de la asignatura Fisicoquímica, perteneciente al segundo año de la Educación Secundaria de la Provincia de Buenos Aires.

Esta clase corresponde a la segunda de la secuencia didáctica en la que se trabajó el tema "Concentración de soluciones". Fue dividida en siete episodios para su análisis, utilizándose como criterio el cambio en la actividad de los alumnos. El episodio analizado consta de tres partes. La primera (líneas 143-160) corresponde a la preparación del experimento; la segunda parte (líneas 161-190) corresponde a la discusión de la experiencia con el grupo de estudiantes y, la tercera parte (líneas 190-204) al planteo de una situación hipotética (anticipación). En este trabajo mostraremos el análisis de la segunda parte del episodio.

La clase fue grabada en audio y video y transcripta en su totalidad.

Para el análisis de los datos se tuvo en cuenta la estructura analítica propuesta por Mortimer y Scott (2002), formada por cinco categorías (figura 1) tendientes a caracterizar cómo los profesores guían las interacciones que resultan en la construcción de nuevos significados en las aulas de ciencia.

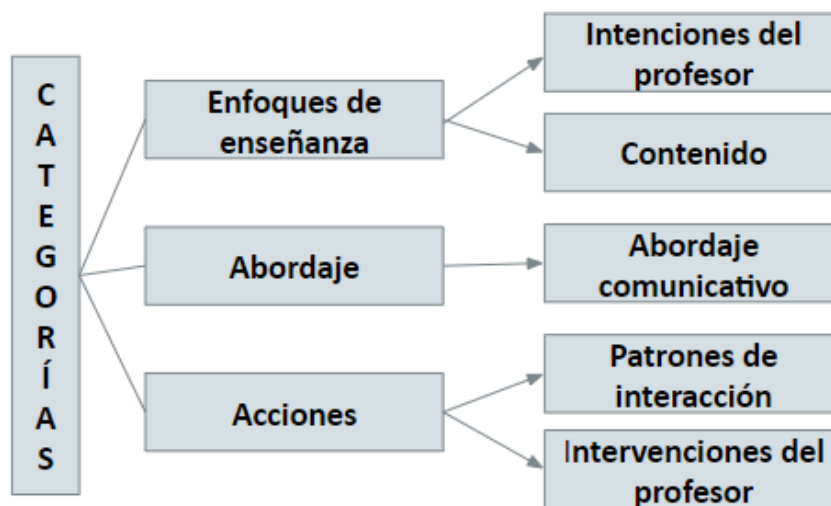


Figura 1: Categorías de análisis. Fuente: elaboración propia

Resultados

Del análisis realizado puede observarse que en el episodio la intención de la residente es guiar a los estudiantes en el reconocimiento del soluto como variable capaz de modificar la concentración de una solución, manteniendo fija la cantidad de solvente. A continuación, presentamos un fragmento de la transcripción que da cuenta de ello:

176. P: [...] ¿Qué vamos a poder decir de cada uno? A ver Luna.

177. A: Que la concentración de aquel es mayor (*señalando la botella que tiene 2 sobres de azúcar*).

178. P: La concentración de esta es mayor. ¿Por qué?

179. A: Porque tenía la misma cantidad de agua, pero aquel tenía mayor... Soluteo.

180. A: La misma cantidad de solvente pero tenía mayor soluto.

181. P: Decime. Repetilo igual, si lo querés repetir.

182. A: Tiene mayor concentración la que... la solución que hizo Lucas porque tiene el doble de la cantidad de soluto pero tiene el mismo solvente.

Respecto a la categoría “Contenido” se encontró que la futura docente privilegia la descripción entendida por los autores de este trabajo como una narrativa que implica un ordenamiento espacio-temporal de acontecimientos.

El siguiente fragmento evidencia cómo la residente va transitando de una descripción empírica, como puede observarse en las líneas 169 - 176 en donde hace referencia al experimento, a una descripción teórica (líneas 176 - 178). En las líneas 173 - 176 puede observarse que la futura docente hace referencia en forma implícita al control de variables. A continuación (línea 178), la practicante pregunta por qué la concentración de la botella que contiene 2 sobres de azúcar es mayor, lo que lleva a los estudiantes a responder. En este caso, lo que tenemos es una explicación empírica.

169. P: [...] En este frasco colocamos ¿Cuántos sobres?

170. A: Dos.

171. P: ¿Y en este?

172. A: Uno.

173. P: Bien. ¿Y el volumen de agua, yo qué les dije, que la línea que indicaba?

174. A: Que eran iguales.

175. A: Que era la misma cantidad.

176. P: Que eran iguales, ¿sí? Entonces las concentraciones de los mismos, ¿Qué vamos a poder decir de cada uno? A ver Luna.

177. A: Que la concentración de aquel es mayor (*señalando la botella que tiene 2 sobres de azúcar*).

178. P: La concentración de esta es mayor. ¿Por qué?

179. A: Porque tenía la misma cantidad de agua, pero aquel tenía mayor... Solute.

180. A: La misma cantidad de solvente pero tenía mayor soluto.

181. P: Decime. Repetilo igual, si lo querés repetir.

182. A: Tiene mayor concentración la que... la solución que hizo Lucas porque tiene el doble de la cantidad de soluto pero tiene el mismo solvente.

183. P: Misma cantidad de solvente. Muy bien [...]

A lo largo del episodio predomina el enfoque interactivo/de autoridad ya que es la docente en formación quien conduce la discusión con los alumnos a través de una secuencia de preguntas y respuestas. Si observamos, las respuestas de los estudiantes están circunscritas a lo que la residente espera escuchar evidenciando un discurso de autoridad. Como puede verse en el fragmento que se encuentra a continuación, a través de preguntas, la docente va guiando el diálogo con los alumnos:

161. P: Bueno chicos ¿qué es lo que hicimos acá? ¿Qué creen ustedes?

162. A: Le tiré azúcar al agua.

163. P: Le tiré azúcar al agua, me dice. O sea que estuvimos formando ¿qué cosa?

164. A: Una mezcla.

165. P: Una mezcla. ¿Qué mezcla? Ya tienen que saber qué mezcla es esta.

166. A: Una mezcla homogénea.

167. P: Una mezcla homogénea. Esta es la que hicieron los chicos (*muestra a los estudiantes la botella a la que le agregaron 2 sobres de azúcar*). Esta es la que hizo Luna (*muestra a los estudiantes la botella a la que le agregaron 1 sobre de azúcar*). Una mezcla homogénea, ¿qué más? Está bien.

168. A: Una solución.

169. P: Es una solución, muy bien [...]

En cuanto a los patrones de interacción se observaron diferentes secuencias predominando en el episodio el patrón I-R-E. En el fragmento, pueden observarse 3 secuencias IRE encadenadas (líneas 161 - 163; 163 - 165; 165 - 167). En la línea 161 la residente inicia el diálogo formulando dos preguntas (¿qué es lo que hicimos acá? ¿Qué creen ustedes?), un estudiante responde y, finalmente la practicante evalúa esa respuesta repitiendo lo dicho por el estudiante (línea 163). En las líneas sucesivas, se reitera esta misma modalidad.

161. P: Bueno chicos ¿qué es lo que hicimos acá? ¿Qué creen ustedes?

162. A: Le tiré azúcar al agua.

163. P: Le tiré azúcar al agua, me dice. O sea que estuvimos formando ¿qué cosa?

164. A: Una mezcla.

165. P: Una mezcla. ¿Qué mezcla? Ya tienen que saber qué mezcla es esta.

166. A: Una mezcla homogénea.

167. P: Una mezcla homogénea [...]

Otro patrón encontrado en esta segunda parte del episodio fue el I-R-P-R-P-R-E, como se ejemplifica a continuación. Nuevamente la practicante inicia el diálogo formulando una pregunta (línea 176) y acompaña la iniciación con una nominación al pedirle a la alumna Luna que responda (-R-). Sin embargo, luego de responder puede verse que la residente solicita a la estudiante que explique por qué la concentración de la botella que tiene 2 sobres de azúcar es mayor, para que la estudiante continúe hablando, es decir, prosiga (-P-). De esta manera, se inicia una cadena de turnos no triádica que finaliza con una evaluación de la residente en la línea 183.

176. P: ¿Qué vamos a poder decir de cada uno? A ver Luna.

177. A: Que la concentración de aquel es mayor (*señalando la botella que tiene 2 sobres de azúcar*).

178. P: La concentración de esta es mayor. ¿Por qué?

179. A: Porque tenía la misma cantidad de agua, pero aquel tenía mayor... Solute.

180. A: La misma cantidad de solvente pero tenía mayor soluto.

181. P: Decime. Repetilo igual, si lo querés repetir.

182. A: Tiene mayor concentración la que... la solución que hizo Lucas porque tiene el doble de la cantidad de soluto pero tiene el mismo solvente.

183. P: Misma cantidad de solvente. Muy bien [...]

Otra modalidad de intercambios se presenta bajo la secuencia I-R-F-R-E como se observa en el fragmento. Nuevamente la docente en formación inicia el diálogo formulando una pregunta (línea 183). Dos estudiantes responden pero la practicante inicia un feedback (-F-) con el estudiante que responde "Sí" (línea 185). Este diálogo no triádico finaliza con la evaluación de la residente que a diferencia de los fragmentos anteriores, indica que la respuesta dada por el alumno es correcta (línea 188).

183. P: [...] Porque si no se los mostraba así y no les decía lo que le agregaba a cada uno, ¿se daban cuenta?

184. A: No.

185. A: Sí.

186. P: ¿Cómo sí? ¿Cómo te das cuenta?

187. A: Necesitamos el nivel microscópico.

188. P: Muy bien. Necesitamos otro nivel [...]

En la secuencia también se identificó un patrón interrumpido I-R. La docente en formación inicia el diálogo formulando una pregunta pero no evalúa la respuesta del estudiante sino que realiza una nueva pregunta.

169. P: [...] En este frasco colocamos ¿Cuántos sobres?

170. A: Dos.

171. P: ¿Y en este?

En cuanto a las intervenciones de la docente en formación predomina la selección de respuestas como puede verse en el siguiente fragmento:

183. P: [...] Porque si no se los mostraba así y no les decía lo que le agregaba a cada uno, ¿se daban cuenta?

184. A: No.

185. A: Sí.

186. P: ¿Cómo sí? ¿Cómo te das cuenta?

Asimismo, otro tipo de intervención observada en la secuencia consiste en pedirle a una estudiante que comparta nuevamente la respuesta dada al resto de sus compañeros, como se ve en el fragmento:

181. P: Decime. Repetilo igual, si lo querés repetir.

182. A: Tiene mayor concentración la que... la solución que hizo Lucas porque tiene el doble de la cantidad de soluto pero tiene el mismo solvente.

También se observa en la secuencia que la docente en formación verifica si hay consenso en la clase respecto a la respuesta dada por otro estudiante, como se ve en el fragmento:

188. P: Muy bien. Necesitamos otro nivel. Si nosotros no hubiésemos sabido cuánto colocamos en cada uno, él me dice “necesitamos el nivel microscópico”, está bien lo que dice ¿Están todos de acuerdo?

189. A: Sí.

190. P: Muy bien [...]

Un cuarto tipo de intervención encontrada, consiste en recapitular una actividad de la clase anterior, como se observa a continuación:

190. P: [...] ¿Se acuerdan que la clase pasada habíamos hecho algo parecido?

Yo les mostraba una solución salina, o también, creo que era con azúcar y ustedes no se dan cuenta si tenía o no tenía. No me lo pueden decir. Muy bien [...]

Tabla 1 - Contenido de las categorías para el caso analizado.

INTENCIÓN DEL PROFESOR	Guiar a los estudiantes en el reconocimiento del soluto como variable capaz de modificar la concentración de una solución, manteniendo fija la cantidad de solvente	líneas 176 - 182
CONTENIDO DEL DISCURSO EN EL AULA	<ul style="list-style-type: none"> ● Descripción empírica ● Descripción teórica ● Explicación empírica 	líneas 169 - 176 líneas 176 - 178 líneas 178 - 183
ABORDAJE COMUNICATIVO	Interactivo – de autoridad	líneas 161 - 169
PATRONES DE INTERACCIÓN	<ul style="list-style-type: none"> ● I-R-E ● I-R-P-R-P-R-E ● I-R-F-R-E ● I-R (patrón interrumpido) 	líneas 161 - 163 líneas 176 - 183 líneas 183 - 188 líneas 169 - 171
FORMAS DE INTERVENCIÓN DEL PROFESOR	<ul style="list-style-type: none"> ● Seleccionando las ideas de los estudiantes (seleccionando significados). ● Compartiendo significados ● Comprobando la comprensión de los estudiantes. ● Reviendo el progreso de la historia científica. 	líneas 183 - 186 líneas 181 - 182 líneas 188 - 190 línea 190

Conclusiones

Siguiendo a Cros (2003), si se proporcionan, a los futuros profesores, instancias que les permitan analizar sistemáticamente sus intervenciones discursivas se favorecerá el desarrollo de prácticas reflexivas imprescindibles para la mejora de sus habilidades comunicativas. De esta manera, la formación inicial se presentaría como una instancia privilegiada para promover la reflexión sobre el empleo del discurso docente como mediador de los aprendizajes en el trabajo con actividades experimentales. En este contexto, pretendemos que esta indagación permita, a futuro, recuperar los resultados con el propósito de promover prácticas reflexivas durante la formación docente inicial. La relevancia de la presente investigación además, se inscribe en el contexto de una reforma curricular de los profesorados que se está llevando a cabo en las carreras universitarias de la República Argentina, centrada en la relevancia de la reflexión docente como eje del conocimiento profesional. En este sentido, las prácticas reflexivas se presentan como un eje transversal a la formación docente que adquiere su síntesis más relevante en el contexto de la residencia.

En esta última demanda, construir y disponer de dispositivos para el análisis de las prácticas de enseñanza adquiere particular relevancia. En la aplicación del dispositivo utilizado, los resultados encontrados en este análisis evidencian que la practicante tiene un fuerte control sobre los intercambios discursivos en el aula, lo cual se expresa a través del enfoque comunicativo y los patrones de interacción.

Evidenciar cómo la futura profesora guía los intercambios discursivos, tanto en términos de sus contenidos como de las modalidades de interacción, permite una puerta de ingreso para problematizar las acciones de enseñanza. No obstante, es importante contextualizar las categorías identificadas en términos de los propósitos de enseñanza; esta contextualización permitiría resignificar las prácticas de enseñanza y tensionar el alcance y pertinencia de las categorías utilizadas. Desde esta última consideración es oportuno preguntarse, por ejemplo, sobre la pertinencia tanto de las formas de intervención como del tipo de ellas. Esta adecuación con los propósitos, puede ser analizada recuperando planificaciones, pero, además y de modo más interesante, dando voz a la futura profesora e involucrándola en el análisis. En esta última dirección se inscribe la continuidad de nuestras investigaciones.

Referencias

- Baquero, R. (1996). *Vygotsky y el aprendizaje escolar* (Vol. 4): Aique Buenos Aires.
- Cros, A. (2003). *Convencer en clase: Argumentación y discurso docente*: Editorial Ariel.

- De Longhi, A.L. (2000). El discurso del profesor y del alumno: análisis didáctico en clases de ciencias. *Enseñanza de las ciencias*, 18 (2), 201-216.
- Driver, R., Newton, P., y Osborne, J. (2000). Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms. *Science Education*. v.84, 287-312.
- Hernández-Millán, G., Irazoque-Palazuelos, G., & López-Villa, N. M. (2012). ¿Cómo diversificar los trabajos prácticos? Un experimento ilustrativo y un ejercicio práctico como ejemplos. *Educación química*, 23, 101-111.
- Hodson, D. (1994). Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 12 (3), 299-313.
- Jimenez-Aleixandre, M. P., Rodriguez, A. B., y Duschl, R. A. (2000). Doing the lesson or Doing science: Arguments in high school genetics. *Science Education*, 84(6), 757-792.
- Kelly, G. J. (2007). Discourse in science classrooms. In S. Abell, & N. Lederman (Eds.), *Handbook of Research on Science Education*, 443-470.
- Lemke, J.L. (1990). *Talking Science. Language, Learning and Values*. (Norwood, New Jersey: Ablex Publishing Corporation).
- Martins, I., Ogborn, J., y Kress, G. (1999). Explicando uma explicação. Ensaio: Pesquisa em educação em Ciências, Belo Horizonte, 1(1), 1-14.
- Mortimer, E., & Scott, P. (2002). Atividade discursiva nas salas de aula de ciências: Uma ferramenta sociocultural para analisar e planejar o ensino (discourse activity in the science classroom: a socio-cultural analytical and planning tool for teaching). *Investigações em Ensino de Ciências*, 7(3), 283-306.
- Nascimento, S. S. y Vieira, R. D. (2009). Uma visão integrada dos procedimentos discursivos didáticos de um formador em situações argumentativas de sala de aula. *Ciência & Educação*, Bauru, 15(3), 1-15.
- Rogoff, B. (2003). *The cultural nature of human development*: Oxford university press.
- Roth, D.M. (2003). A dinâmica de produção de conhecimento: teorias e dados, pesquisador e pesquisados. *Revista Brasileira de Linguística Aplicada*, 03(1), 165-184.
- Sasseron, L. H. y Carvalho, A. M. P. (2008). Almejando a alfabetização científica no ensino fundamental: a proposição e a procura de indicadores do processo. *Investigações em Ensino de Ciências*, Porto Alegre, 13(3), 333-352.

Souza, V.F.M. y Sasseron, L.H. (2012). As interações discursivas no ensino de física: a promoção da discussão pelo professor e a alfabetização científica dos alunos. *Ciência e Educação*, 18(03), 593-611.

Wertsch, J. V. (1988). *Vygotsky y la formación social de la mente*. Barcelona: Paidós.

Recursos y medios usados por los alumnos del nivel medio superior en la educación no presencial

María Guadalupe Rodríguez Angeles.
Francisco Javier Molina Sereno
CECYT 11 Wilfrido Massieu. IPN
magraawmp_1999@yahoo.com.mx

Resumen

La pandemia causada por SARS-COV2 que produce la enfermedad llamada COVID-19, llevó al confinamiento a toda la población mexicana, por ello se cambió de manera inesperada la educación presencial por educación no presencial, desde marzo del 2020. Esto sin considerar si maestros y alumnos tenían los recursos para este tipo de educación y sabían usar la tecnología.

Por esta razón se plantó la pregunta: ¿Cuál es la opinión de los alumnos acerca de la educación no presencial?

Los objetivos del presente trabajo fueron conocer los recursos y medios usados por los alumnos en la educación en línea, así como saber su opinión sobre la educación no presencial.

Se realizó una encuesta a 108 alumnos del nivel medio superior del tercer semestre, de las carreras técnicas de Construcción 51/108 y Energías Sustentables (TES) (57/108). El cuestionario fue de 40 preguntas: 35 de opción múltiple y 5 de pregunta abierta.

Los resultados indicaron que los alumnos usaron el celular y la computadora para atender a sus clases y lo hicieron por medio de videoconferencias y WhatsApp, encontraron ventajas en la educación no presencial. El material más usado es el que les proporciona el maestro y aprendieron a indagar más información en internet. Se fortaleció el aprendizaje autónomo. Para algunos estudiantes es difícil el manejo de las nuevas tecnologías. Los alumnos consideran que es grande la carga de tareas y les gustaría que las actividades fueran interactivas.

En la encuesta los alumnos dan su opinión y aportan propuestas de mejora para la educación no presencial.

Palabras clave

Diagnóstico educación no presencial, e-learning.

Marco Teórico

La pandemia causada por el virus SARS-COV2 que produce la enfermedad llamada COVID-19, representó un reto para diferentes países en el mundo, entre ellos México, afectando la salud y la educación (OMS/OPS, 2021), debido a las medidas sanitarias de distanciamiento social para evitar el contagio y la propagación del virus en la población, ocasionando la suspensión temporal de clases presenciales en los diferentes niveles educativos e instituciones.

Esto es importante porque se debe tener presente que la educación se considera un derecho humano, que debe ser constante, de calidad, equitativa e inclusiva en cuanto a género (UNESCO, 2017).

Durante la pandemia, en la institución en la cual se realizó la investigación, se pasó de la modalidad presencial a no presencial para dar continuidad a los programas de las diversas unidades de aprendizaje de las carreras que se ofertan. Para esto se usaron las herramientas que brindan las tecnologías de la información y comunicación (TIC), a fin de facilitar la comunicación entre maestros y alumnos, para que la población inscrita concluyera los ciclos escolares 2019-2020 y 2020-2021.

El INEGI (2021) realizó una encuesta para conocer el impacto que tuvo el confinamiento en casa, sobre la educación en el 2020 y los recursos tecnológicos más usados por la población.

En la educación tradicional hay transmisión de conocimientos e información y es el maestro el centro y el estudiante es un participante pasivo en la construcción de su conocimiento, pero en la institución referida, antes y después de la pandemia, el aprendizaje está centrado en el estudiante, quien participa activamente en la construcción del conocimiento y se trata de que adquiera diversas competencias, para la profesión y la vida. Para lograrlo, los docentes desarrollan diversas estrategias de enseñanza como el aprendizaje basado en proyectos y en problemas, en la que los estudiantes atienden situaciones de aprendizaje reales, para lo que requieren saber hacer uso de las TIC's, para enriquecer el aprendizaje presencial, no sólo para socializar. Por ello los docentes diseñan y proponen actividades educativas apoyándose en internet, a fin de que los estudiantes construyan más fácilmente el conocimiento, les sea significativo.

Debido al confinamiento por la pandemia la educación fue no presencial y el uso de las TIC's representó una poderosa herramienta tanto para alumnos como para

maestros, haciendo necesaria la capacitación de los docentes, para el manejo de estas herramientas, recursos y medios.

La educación a distancia a través de internet conocida como e-learning, nació en los años 90, la cual permite el aprendizaje del estudiante y su interacción por medio de plataformas educativas, video conferencias, chat, correo electrónico, foros, redes sociales como Facebook, Twitter, WhatsApp. En e-learning se unen las herramientas pedagógicas y la tecnología, en beneficio de la educación, y sus principales ventajas están en función de los recursos tecnológicos como son: su rentabilidad debido al ahorro de material didáctico impreso, esto tiene impacto económico y ambiental; la accesibilidad ya que el alumno puede acceder al contenido con solo tener conectividad a un internet robusto y desde cualquier dispositivo, ya sea computadora, teléfono móvil o tableta; flexibilidad de número de usuarios y horario; mayor productividad debido a que se puede aprovechar mejor el tiempo y organizar adecuadamente la realización de las tareas; otra ventaja es la comunicación a distancia con personas que se encuentran lejanamente a fin de realizar trabajo en equipos colaborativos (Gros, 2017).

Las TIC influyen en el estilo de vida, la educación, el conocimiento y aprendizaje, son una fuente inagotable, actualizada e interesante de información en donde los alumnos deben aprender a gestionarla: buscar, analizar y resumir.

Los estudiantes necesitan adquirir competencias para el trabajo y aprender a lo largo de la vida, a resolver problemas reales, realizar investigación, ser creativos, trabajar en equipo. Por otra parte, los alumnos deben ser analíticos, críticos, mantener y argumentar una postura, capaces de realizar trabajo colaborativo e interdisciplinario en equipo, tener liderazgo, saber tomar decisiones, vivir con base en valores. Todo esto les dará ventaja sobre un robot, debido a estas habilidades que desarrollan a lo largo de su formación (Naum y González, s.f.).

Por estas razones la educación debe estar orientada a las habilidades duras sin dejar de lado a las habilidades blandas. En la educación las habilidades duras son aquellas que se adquieren de manera formal a lo largo de una trayectoria académica, conocimientos teóricos, prácticos y técnicos que permiten a la persona desempeñar una profesión o actividad, por ejemplo, cómo funciona un motor. Las habilidades blandas o también llamadas capacidades interpersonales, son las características de una persona, que le permiten interactuar con otras de manera efectiva en la vida, la profesión y la sociedad. Están asociadas a la inteligencia emocional del individuo, habilidades que se combinan para que logre comunicarse, socializar, ser, convivir e interactuar con sus semejantes de manera efectiva y asertiva, involucrando las emociones propias y de los demás. Estas son

algunas de ellas: autonomía, liderazgo, saber escuchar, tener curiosidad, creatividad, iniciativa, resiliencia, empatía, compasión, capacidad de reflexión, responsabilidad personal y social; tolerancia; ser auténtico, proactivo; asumir los riesgos, trabajo en equipo, trabajo en red, gestión del tiempo y de la información, promover la organización, entre otras.

Estas habilidades son necesarias en el campo laboral de la industria 4.0 o industria que se transforma en inteligente, mediante el uso de nuevas tecnologías que permitan la automatización a lo largo de los procesos de producción, como por ejemplo empleando la realidad virtual, gamificación, simulación de procesos, análisis de grandes bases de datos, por mencionar algunos, en donde se necesita que los profesionistas tengan el conocimiento y manejo de las TIC's y así lograr mayor éxito en los negocios, en la ganancia y expansión de una empresa. Es por eso que la educación 4.0 debe desarrollar, fortalecer o potencializar estas habilidades del alumno (Espinoza y Gallegos, 2020).

El mundo laboral actualmente, requiere de individuos íntegros, activos, reflexivos, críticos, participativos, autónomos, con valores, que además adquieran destrezas y habilidades que les permitan saber, hacer, ser y convivir, para desenvolverse con éxito, en la sociedad, el país y el mundo (Scott, 2015).

En la educación a distancia, los estudiantes deben ser capaces de gestionar la información, es decir buscar información en diversas fuentes, páginas de internet, libros, revistas, blogs, videos, procesar esta información, transmitirla por diferentes medios a personas que se encuentran a distancia para trabajar en equipo de forma colaborativa.

En la educación a distancia con las TIC's se desarrolla y fortalece la creación de espacios virtuales educativos, para que los alumnos interactúen, pregunten, participen aportando sus experiencias y conocimientos en las sesiones plenarias de grupo, de manera que el conocimiento se construya con la participación activa del grupo (González, 2015).

El conocer los medios y recursos con que cuentan los alumnos para la educación no presencial, así como su opinión, permitirá hacer acciones de mejora.

Metodología

Se realizó una encuesta de diagnóstico a 108 alumnos del nivel medio superior del tercer semestre de las carreras técnicas de Construcción 51/108 y Energías Sustentables (57/108), del ciclo escolar 2021-2022.

El cuestionario de 40 preguntas fue elaborado por los maestros: 35 de opción múltiple y 5 de pregunta abierta. Para elaborar el cuestionario se consideraron algunas habilidades requeridas para la educación 4.0, el uso de la tecnología para el aprendizaje, así como los recursos y medios disponibles para el alumno. En el cuestionario se preguntó: edad, género, dispositivo para comunicarse y para la clase, conectividad a internet, medio más usado para comunicarse en el aprendizaje no presencial y la frecuencia de uso, cuáles fueron los materiales que más usaron para aprender en esta modalidad. A los estudiantes se les cuestionó sobre la forma de trabajar, individual o en equipo. Además, se preguntó si les agrada buscar, seleccionar y analizar información y en que material lo hacen. Se indagó si saben usar los medios digitales de comunicación para el aprendizaje.

Para saber de las habilidades para la educación 4.0 se incluyeron preguntas relacionadas con la ética, análisis de datos y búsqueda de información. Se cuestionó sobre si aprende por su propia cuenta, si es creativo y si le gusta proponer innovaciones al participar en proyecto aula, que es una actividad transversal que se realiza en el nivel medio superior para inducir a los estudiantes a la investigación. Por otra parte, se averiguó si le interesa resolver problemas reales que enfrenta su equipo o la comunidad en una tarea determinada.

Durante estos semestres se han usado plataformas como Classroom y Teams para enseñanza y comunicación, así que se les preguntó cuál preferían y por qué. Por último, se preguntó si les agrada o desagrada la educación no presencial y qué proponen para mejorar las clases en esta modalidad educativa. Las respuestas se resumen en tablas.

Resultados

Los resultados mostraron que, de los 108 alumnos encuestados el 71% son mujeres y 29% hombres, cuya edad principal fue 16 años, figura 1.

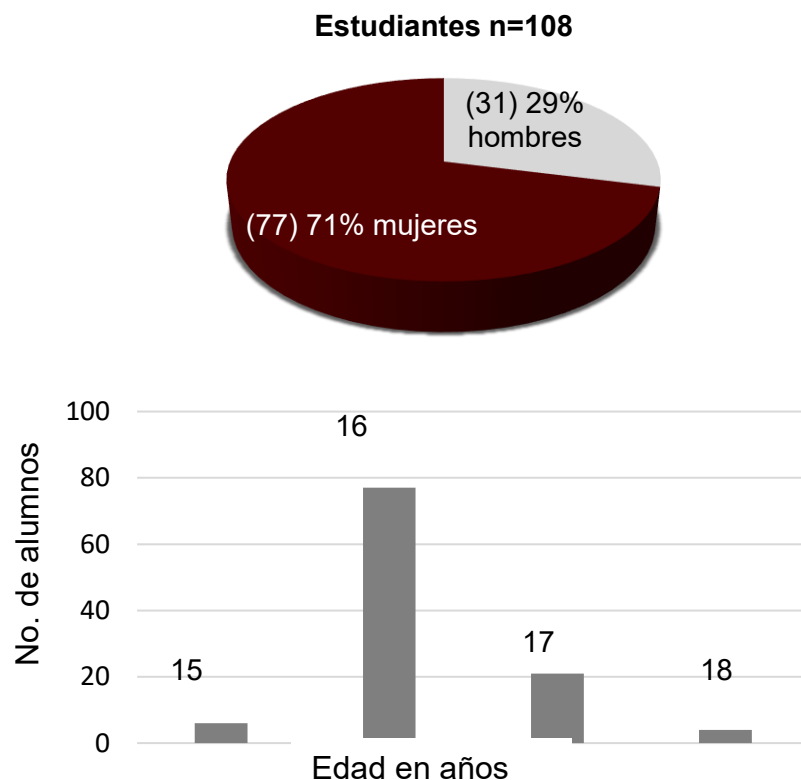


Figura 1. Género y edad de los alumnos encuestados.

La tabla 1 muestra que en cuanto a los recursos que tienen los estudiantes para la educación a distancia, el 98% en ambos grupos tienen computadora. Llama la atención que en el grupo de Construcción en el 51% de los alumnos la computadora que utilizan es familiar, y en el de Energías Sustentables el 66.7 % la computadora es personal.

En la clase, en los exámenes y para trabajos es necesario que los jóvenes hagan uso de la cámara en su dispositivo. En la tabla 1 se puede observar que hay alumnos que desafortunadamente no tienen esta herramienta en su celular.

Para realizar sus tareas, los estudiantes de Construcción usan el celular principalmente; y los alumnos de Energías Sustentables, la computadora. Los estudiantes tienen ambos dispositivos para trabajo escolar. Afortunadamente el 96% y 98% de los alumnos respectivamente, si cuentan con internet, aunque se debería indagar la causa por la que 3/108 alumnos no lo tienen.

El 94% y 100% de los jóvenes cuentan con celular. El 98% tienen computadora, esto coincide con la encuesta realizada por el INEGI que indica que en el nivel medio superior los estudiantes usan celular y computadora para realizar tareas y para comunicación a distancia.

Durante la pandemia, las TIC se aprovecharon para ampliar y facilitar la enseñanza y el aprendizaje, ya que acortaron distancias, tal es el caso de los teléfonos móviles y las computadoras. Los alumnos y docentes tuvieron que aprender o fortalecer su uso con fines educativos, en el nivel medio superior.

Tabla 1. Recursos para el aprendizaje

RECURSOS		Técnico en Construcción n=51	Técnico en Energía Sustentable (TES) n=57
Computadora	Tiene computadora	50 (98%)	56 (98.2%)
	Familiar	26 (51%)	19(33.3%)
	Personal	25 (49%)	38 (66.7%)
Celular	Tiene celular	48(94.1%)	57 (100%)
	Celular con cámara	45(88.2%)	57 (100%)
	La cámara sirve	41 (80.4%)	54 (94.7%)
	Usa el celular para tareas	44 (86.3%)	45 (78.9%)
Internet	Si	49 (96%)	56 (98%)

En la tabla 2, se observa que, al investigar sobre los materiales usados por los jóvenes para el aprendizaje a distancia, los alumnos de Construcción principalmente usaron el material elaborado por el maestro, videos y libros electrónicos, mientras que en Energías Sustentables usaron material elaborado por el maestro, videos y guías, llama la atención que no consultan revistas para su aprendizaje, por lo que se observa la necesidad de que los maestros sugieran o proporcionen este material a los alumnos para consulta y obtención de información actualizada.

Al cuestionar a los alumnos sobre los medios de comunicación para su aprendizaje, se encontró que prefieren el WhatsApp y la videoconferencia, poco usan el blog y no usan el Twitter.

Tabla 2. Materiales y medios usados para aprender a distancia.

MATERIALES Y MEDIOS		Tec. Construcción n=51	Tec. Energía Sustentable n=57
Materiales más usados	Material del maestro	22 (43%)	34 (59.6%)
	Videos	16 (31.4%)	9 (15.8%)
	Material de la academia	2 (3.9%)	1 (1.8%)
	Guías	5 (9.8%)	10 (17.5%)
	Libros electrónicos	6 (11.8%)	3(5.3%)
	Revistas	0	0
Medio de comunicación	WhatsApp	21 (41.2%)	16 (28.1%)
	Videoconferencia	17 (33.3%)	34 (59.6%)
	E-mail	13 (25%)	4 (7%)
	Facebook	0	2 (3.5%)
	Blog	0	1 (1.8%)
	Twitter	0	0

Por otra parte, la figura 2 indica que, al preguntar a los estudiantes de ambos grupos, si saben usar los medios digitales de comunicación para su aprendizaje, el 72.5% y el 80.7% respectivamente, les resulta fácil, mientras que al 17% de la carrera de Construcción y 15.8% de Técnico en Energías Sustentables (TES), le cuesta trabajo, pero lo logra hacer. Hay 6/108 alumnos (5.5%) de ambas carreras que les es difícil el uso de los medios digitales. Esto es importante porque en el campo laboral se consideran los sistemas de integración, en los que se requiere conectar computadoras a máquinas para que trabajen y como forma de comunicación, así que hay que fortalecer en 6 jóvenes esta habilidad para que se integren con éxito al campo profesional.

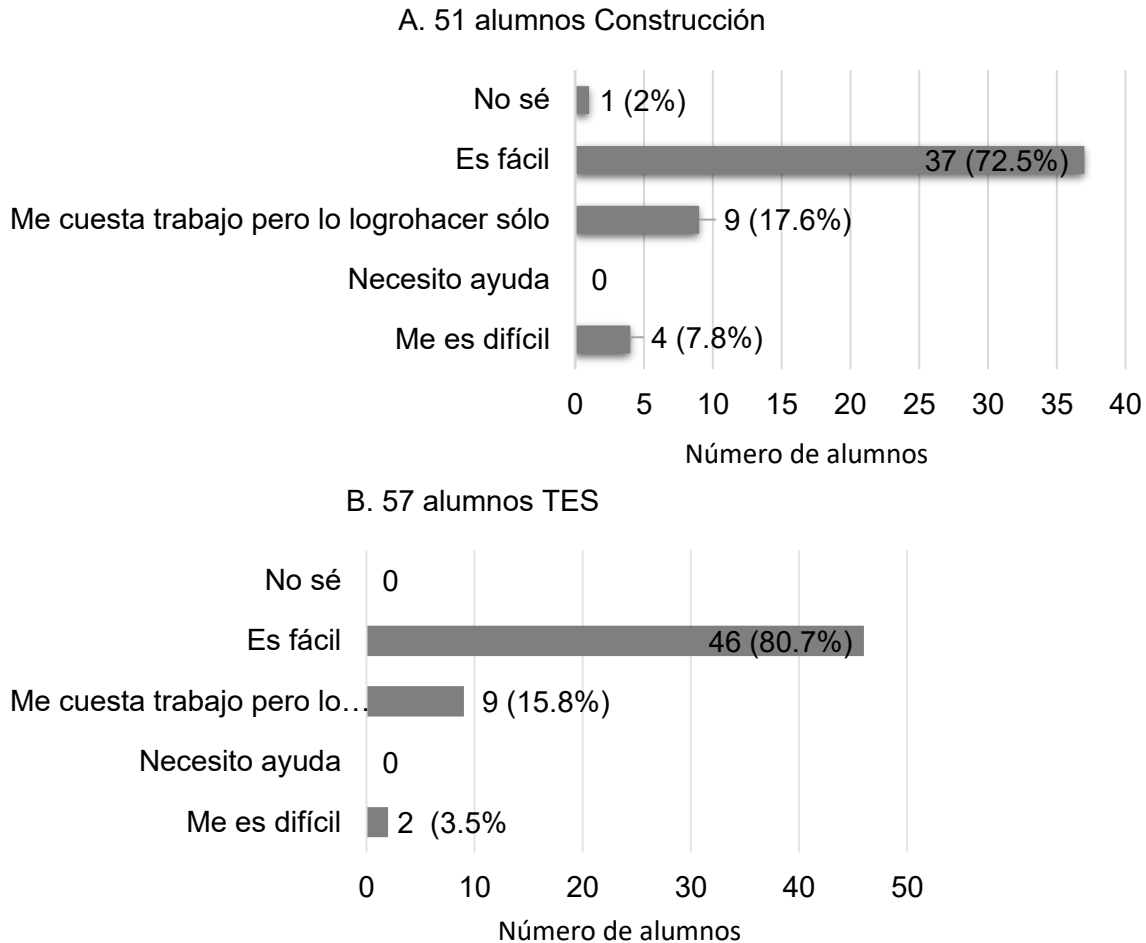


Figura 2. El alumno sabe el uso de los medios digitales de comunicación para aprender.

La tabla 3 muestra que a los jóvenes les agrada más trabajar en forma individual que en equipo, esto sugiere que los docentes deben desarrollar estrategias que fortalezcan dicha habilidad. Lo mismo se observa en el aprendizaje autónomo, el análisis de datos y la búsqueda de información, ya que los porcentajes observados son bajos, cabe resaltar que a un gran número de alumnos en ambas carreras les cuesta trabajo el uso de las habilidades mencionadas, pero lo logran o lo aceptan. Estas habilidades son importantes para la profesión y la vida.

En el campo laboral de la industria 4.0 se requiere que los profesionales sean éticos, creativos, innovadores y que apliquen sus conocimientos, esta tabla señala que los porcentajes son bajos, sugiriendo que los profesores deben fortalecer estas habilidades, para ello se propone un aprendizaje basado en problemas o proyectos reales.

En el nivel medio superior una herramienta poderosa para estos fines es proyecto aula.

Tabla 3. Habilidades para la educación 4.0

HABILIDADES		Tec. Construcción n=51	Tec. Energía Sustentable n=57
Trabajo individual	Le agrada	31 (60.8%)	36 (63%)
Trabajo en equipo	Le agrada	14 (27.5%)	14 (24.6%)
	Lo acepta	20 (39.2%)	29 (50.9%)
Aprendizaje autónomo	Es fácil	19 (37.3%)	15 (26.3%)
	Le cuesta trabajo, pero lo logra	23(45.1%)	34 (59.6%)
Análisis de datos	Le cuesta trabajo, pero lo logra hacer sólo	29 (56.9%)	32 (56.1%)
	Le es fácil	22(43.1%)	20 (35.1%)
Búsqueda de información	Lo acepta	32 (62.7%)	23 (40.4%)
	Le agrada	17(33.3%)	27 (47.4%)
Ética	Frecuentemente copia y pega información de internet	14 (27.5%)	32 (56.1%)
Creatividad que aporta al trabajar en equipo	Considera que es una buena oportunidad de aprender	13 (25.5%)	11 (19.3%)
	Le gusta ayudar a mejora el trabajo	24 (47.1%)	36 (63.2%)
Innovación que aporta al trabar en equipo.	Le gusta	16 (31.4%)	22 (38.6%)
	Considera que es una buena oportunidad de aprender.	12 (23.5%)	16 (28.1%)
Aplica los conocimientos para resolver problemas	Le gusta ayudar a mejora el trabajo	23 (45.1%)	27 (47.4%)
	Participa porque es una oportunidad de aplicar sus conocimientos en algo real	16 (31.4%)	24 (42.1%)
	Le agrada	17(33.3%)	27 (47.4%)

En la educación no presencial se usaron principalmente las plataformas de Classroom y Teams para la comunicación y aprendizaje de los alumnos. A 97/108 (90%) de los alumnos les agradó más Classroom y 11/108 (10%) prefirieron Teams. La tabla 4 señala las ventajas y las desventajas que consideraron los estudiantes en las diferentes plataformas usadas para la educación en línea.

Tabla 4. Ventajas y desventajas de las plataformas educativas según los estudiantes.

Ventajas	Desventajas
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Fácil de usar ✓ Intuitiva ✓ Conocen la plataforma ✓ No consume memoria del celular ✓ Envío de notificaciones ✓ Diversas herramientas 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Mayor complejidad de la plataforma ✓ No la saben usar ✓ Nunca la había usado ✓ Ocupa más memoria de su dispositivo ✓ Para algunos resulta nueva

A los estudiantes se les preguntó cuáles fueron los aspectos que les agradó y desagradó de la educación a distancia, así como su propuesta de mejora para esta modalidad de educación. Estas opiniones se señalan en la tabla 5.

Tabla 5. Opinión de los alumnos acerca del aprendizaje a distancia

Características agradables	Características desagradables	Propuesta de mejora
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Flexibilidad de horario y para entregar tareas ▪ Grabar las clases y repasar ▪ Ahorro económico y de tiempo en el transporte ▪ Comodidad y seguridad en casa ▪ Más tiempo en familia ▪ Organizar mejor el tiempo para las diversas actividades escolares 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ No interactuar con los maestros para resolver dudas ▪ Poca o ninguna práctica ▪ Cuesta más trabajo aprender algunas materias ▪ Falta comunicación presencial con compañeros y maestros ▪ No conocen la escuela 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Mayor capacitación de los profesores para este modelo de enseñanza ▪ Realizar prácticas experimentales presenciales ▪ Grabar todas las clases para poder repasar ▪ Internet más robusto ▪ Trabajo en equipo para la convivencia y

<ul style="list-style-type: none"> ▪ Nueva forma de aprender ▪ Aprender a usar y buscar información con diferentes herramientas digitales ▪ Poder interactuar a la distancia por medio de diferentes plataformas. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Falta de energía para conexión ▪ Bajo nivel de aprendizaje por no tener prácticas y laboratorios. ▪ Más distractores en casa ▪ No socializar ni convivir con jóvenes de su edad. 	<p>resolución de problemas</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Actividades didácticas interactivas ▪ Explicación más amplia de los temas que tienen mayor dificultad ▪ Respeto y empatía entre alumnos y maestros ▪ Nuevas formas de explicar la clase ▪ Menos carga de tareas ▪ Clases más dinámicas ▪ Mayor retroalimentación de las tareas y temas revisados ▪ Asistir a clase presencial ▪ Mejor organización del plan de trabajo en clase.
--	---	---

Conclusiones

La encuesta permitió conocer la opinión de los alumnos con respecto a la educación no presencial en la que ellos, encontraron ventajas. Con la modalidad a distancia se fortaleció el aprendizaje autónomo de los alumnos, además de que aprendieron a buscar más información en internet, seleccionarla y hacer resúmenes. Para algunos estudiantes aún es difícil el manejo de las nuevas tecnologías para usarlas en su aprendizaje.

La encuesta aplicada a los alumnos, mostró que los maestros tienen grandes retos y oportunidades de mejora en sus estrategias de enseñanza a distancia. La capacitación y actualización docente se debe continuar de manera constante para satisfacer la demanda educativa de los estudiantes.

Referencias

- INEGI (2021). *Encuesta para la Medición del Impacto COVID-19 en la Educación (ECOVID-ED) 2020*.
- Naum, U y González O. (s/). *La cuarta revolución industrial llega a las aulas*. (2018). CGFIE-IPN.
- Espinoza, M. y Gallegos, D. (2020). *Espacios*, 40, 109-120.
- González, M. (2015). El b-learning como modalidad educativa para construir conocimiento, *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 31(2), 501-531.
- Gros, B. (2018). La evolución del e-learning: del aula virtual a la red. *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 21(2), 69-82.
- Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura UNESCO. (2017). *La educación transforma vidas*. Educación 2030.
- Organización de las Naciones Unidas, México. (2021). *La pandemia también está afectando la salud de niñas, niños y adolescentes*.
- Scott, C.L. 2015. *El futuro del aprendizaje 2 ¿Qué tipo de aprendizaje se necesita en el siglo XXI?* Investigación y Prospectiva en Educación UNESCO.

Reflexiones didácticas de futuros docentes de física durante su residencia

Cecilia Biggio

Gisele Medel

Guillermo Cutrera

Universidad Nacional de Mar del Plata,

Facultad de Ciencias Exactas y Naturales,

Departamento de Educación Científica.

cbiggio@mdp.edu.ar

Resumen

Concebimos la práctica docente como la acción que el profesor desarrolla en el aula, referida especialmente a los procesos de enseñanza y caracterizada por su complejidad y carácter social. Asumida desde una perspectiva interpretativa y crítica, requiere de la reflexión del docente sobre sus propias prácticas, construyendo conocimientos pedagógicos y transformando su entorno. En el contexto de la formación docente inicial, la residencia docente constituye un dispositivo pedagógico central para permitir que los futuros docentes construyan conocimiento profesional. El propósito del presente trabajo es describir las reflexiones de futuros profesores universitarios de física sobre sus prácticas de enseñanza centradas en el tema “circuitos eléctricos” en una escuela secundaria. Esta investigación se desarrolló con una metodología cualitativa, utilizando un estudio instrumental de casos. Los residentes trabajaron conjuntamente en el diseño, implementación y análisis de una secuencia de cuatro clases. Durante ese período, los futuros profesores elaboraron diarios y analizaron las transcripciones de clase, los que se recuperaron en encuentros de socialización. Presentamos aquí un avance de los resultados obtenidos a partir del análisis de contenido del trabajo final de residencia, que corresponde a uno de los documentos elaborados por los residentes de forma colaborativa y a partir de la identificación de situaciones didácticas reconocidas como problemáticas. En particular se analizaron las reflexiones surgidas en torno a las dos primeras de las clases de la secuencia, utilizando categorías a priori y construyendo vía inductiva nuevas categorías vinculadas al trabajo didáctico con el contenido escolar. En sus reflexiones, los residentes evidenciaron la dinámica en la construcción de relaciones semánticas entre conceptos centrales de la temática abordada (tensión, resistencia, intensidad de corriente). Explicitaron, entre otros aspectos, las dificultades y logros asociados a esta construcción. Por otra parte, el análisis permitió reconocer el predominio de determinadas modalidades reflexivas. Promover una mayor diversidad de estas modalidades durante la residencia se instala como un desafío formativo para los docentes responsables de este dispositivo de formación inicial.

Palabras clave

Reflexión didáctica, Residencia docente, Circuitos eléctricos.

Introducción

Desde principios de la década de 1980, gran parte de las propuestas curriculares en la formación inicial han adoptado el concepto de reflexión y lo consideran fundamental para formación de los futuros profesores (Gore, 1987; Martin, 2005; Rich y Hannafin, 2009). Sin embargo, y a pesar de la inclusión de instancias para favorecer el desarrollo de prácticas reflexivas en los planes de estudio de los profesorado, los docentes en ejercicio no necesariamente adoptan posturas reflexivas sobre sus prácticas de enseñanza (Nocetti, Saez, Contreras, Soto y Espinoza, 2020; Russell, 2014). Es por ello que Nocetti *et al* (2020) plantean que son necesarios más estudios que se enfoquen a investigar el impacto de estrategias que estimulen la práctica reflexiva; y que es escasa la referencia a la reflexión en la formación del profesorado, sobre todo cuando se plantea la reflexión entre pares.

En el contexto específico del profesorado en física, las investigaciones han recuperado la importancia del desarrollo de prácticas reflexivas sobre la enseñanza. Pero esta atención ha sido comparativamente mayor en el caso de profesores en ejercicio (Borghi, De Ambrosis, Lunati y Mascheretti, 2001; Ferreira y Carvalho, 2004; Mirzaei, Phang y Kashefi, 2020; Moura y Assis, 2020; Paul y West, 2018), respecto de las investigaciones centradas en la formación inicial (King, 2008; Salazar y Nardi, 2017). Y es en esta última línea en la que se llevó adelante este trabajo, desarrollado con una metodología cualitativa y centrado en un estudio instrumental de casos, cuyo objetivo es describir las reflexiones de futuros profesores universitarios de física sobre sus prácticas de enseñanza durante dos clases centradas en el tema “circuitos eléctricos” en la escuela secundaria. En particular se eligió la residencia docente¹, ya que ésta se configura como un momento privilegiado para interrelacionar teoría y práctica, al utilizar y reformular lo aprendido a través de la reflexión (Rodgers y LaBoskey, 2016).

Trabajos como el de Osorio, Osorio, Mejía, Campillo, y Covaleta (2015) muestran la importancia de promover reflexiones didácticas acerca de los procesos implicados en la enseñanza del electromagnetismo, fundada en parte, por el alto nivel de abstracción de los conceptos involucrados en esta rama de la física (Hernández Martínez y Villavicencio, 2017; Moreira, 2002).

¹ En este proyecto se utilizan indistintamente los términos “Residencia” y “Residencia docente”

Marco Teórico

En esta investigación se entiende a la formación docente como un conjunto de acciones organizadas (Souto, 2011) donde los futuros profesores van adquiriendo saberes, desarrollan habilidades, herramientas y se acercan a teorías que les sirven de andamiaje para su profesión (Branda, 2018). Se piensa a la construcción del conocimiento profesional docente sosteniendo una concepción constructivista de la práctica (Raelin, 2007), recuperando aportes de los enfoques práctico o hermenéutico-reflexivo y crítico (Carr, 1996; Zeichner, 2010). Así mismo, se concibe a la práctica docente como una práctica social que se distingue por su complejidad, atravesada por lo social, lo político, lo personal y lo curricular (Edelstein, 2002). Es una práctica que se caracteriza por la existencia de zonas indeterminadas, zonas reguladas objetivamente y conscientes, que permiten la reflexión, el análisis y la fundamentación, así como la toma de decisiones propias (Davini, 2015). En esta línea, se asume a la residencia docente como un dispositivo para la formación, de carácter complejo, donde se enfrenta al residente a situaciones similares a las de su futura profesión (Edelstein, 2015). Durante la residencia los futuros docentes interaccionan con tutores, pares, docentes a cargo de los cursos y estudiantes, en los contextos de la institución formadora y destino. Estos distintos actores participan en la formación y en la socialización profesional del residente. Las experiencias basadas en el campo, usualmente llevadas a cabo en aulas de escuelas destino, constituyen para Zeichner (1985) el periodo de mayor relevancia durante la preparación profesional de los futuros docentes. Estas instancias se inscriben en el Practicum que se delimita a partir de los momentos formativos que nuestros estudiantes desarrollan fuera de la institución académica e integrados en el Plan de Estudios (Zabalza, 2013). Sanmamed y Abeledo (2011) sostienen que el Practicum, además de constituir una ocasión para el aprendizaje de la enseñanza por parte de un futuro docente, representa una oportunidad para el análisis del conocimiento que se produce en la enseñanza. Ello es así porque comporta un escenario dual, en el que se combina la práctica real en escuelas con espacios en el contexto universitario que pueden permitir y promover de manera explícita la reflexión sobre dicha práctica. Además, porque permite una aproximación a la práctica en la que el futuro docente puede disponer de un amplio conjunto de apoyos que facilitan esa reflexión en cuanto a práctica social (Zeichner, 1993), por medio de la conversación y reflexión conjunta.

La práctica reflexiva está estrechamente asociada con la acción, tal como la define Schön (1998). Esta relación se considera recíproca, en el sentido de que la acción conduce a la reflexión, después de lo cual la acción se ajusta en consecuencia, y así, en una dinámica de ida y vuelta. Concebimos a la reflexión como un proceso individual y colaborativo, que implica la identificación y descripción de cuestiones significativas, la adopción de una mirada crítica, la verbalización, la objetivación y la evaluación desde diversas perspectivas, con el propósito de reorientar las prácticas de enseñanza (Jay y Johnson, 2002; Schön, 1998; Guerra Zamora,

2009). En ella, se involucran procesos cognitivos, sentimientos y emociones, siendo numerosas las investigaciones que dan cuenta de la importancia de estos últimos en la reflexión didáctica (Lara Subiabre, 2019).

Metodología

La presente investigación se desarrolló en el marco de una perspectiva interpretativa, con una metodología cualitativa y se centró en un estudio instrumental de casos (Stake, 2005). El caso seleccionado correspondió a tres futuros docentes de física que, trabajando en el aula bajo la modalidad pareja pedagógica, desarrollaron sus prácticas de enseñanza durante su residencia docente, en el contexto de la asignatura Práctica de la Enseñanza II² del Profesorado en Física perteneciente a una Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Provincia de Buenos Aires, Argentina. En este espacio los residentes trabajaron conjuntamente en el diseño, implementación y análisis de una secuencia de cinco clases centradas en la temática “circuitos eléctricos” en una institución de educación secundaria de la Provincia de Buenos Aires. Durante ese período, los futuros profesores elaboraron diarios y analizaron las transcripciones de clase, los que se recuperaron en encuentros de socialización. A partir de estos espacios de reflexión y como trabajo final, se les solicitó que elaborasen de forma colaborativa un informe final de residencia, a partir de una situación didáctica reconocida como problemática. Allí resumieron el análisis de la experiencia de su residencia, realizado a partir de categorías didácticas surgidas para el análisis de las clases, vinculando contenidos teóricos con situaciones de práctica, aspectos vivenciales de la experiencia, limitaciones e implicaciones para la práctica profesional docente. En este trabajo presentamos un adelanto de los resultados correspondientes a las reflexiones de los residentes sobre las dos primeras clases de la secuencia didáctica.

A partir de los datos recolectados, se avanzó en la construcción de un sistema de categorías para reconocer diferentes tipos y contenidos de las reflexiones de los residentes. Las categorías preestablecidas fueron creadas en base a la revisión de la literatura y validadas por juicio de expertos. Luego de un estudio exploratorio fue posible reconocer ciertos tipos o modalidades reflexivas en los residentes, considerando como base los niveles de reflexión planteados por Jay y Johnson (2002), recuperados en la propuesta de Lara Subiabre (2019). Las siguientes son las modalidades reflexivas que han resultado significativas en los escritos de los residentes:

² Esta asignatura se encuentra en el último tramo del plan de estudio de la carrera, dentro del trayecto de la práctica docente. En ella se pretende que los estudiantes se inicien en las prácticas de la enseñanza, que se organizan en instancias de observaciones de campo, prácticas de enseñanza durante las cuales los futuros docentes asumen a su cargo algunas tareas en la clase acompañados por el docente del curso; y la Residencia, periodo durante el cual se hacen cargo durante un periodo determinado de tiempo del dictado de clases a grupos de estudiantes.

- Reflexión descriptiva: Ocurrió cuando los residentes pudieron identificar y/o describir cuál era la situación que los motivaba a reflexionar, ya sea por ser desafiante, problemática o interesante, incluyendo el reconocimiento de las características, causas y consecuencias del problema. También encuadramos dentro de esta modalidad reflexiva a las instancias donde los residentes reconocieron quiénes eran los sujetos involucrados en la situación problemática.
- Reflexión comparativa: Este tipo o nivel reflexivo se pudo reconocer en los fragmentos donde los residentes relacionaron la situación problemática con otras experiencias, con diferentes sustentos teóricos u otros puntos de vista sobre lo ocurrido.
- Reflexión crítica: distinguimos esta modalidad cuando los residentes, habiendo considerado los efectos sobre las personas y/o las consecuencias sociales, políticas y/o morales del problema, establecieron una nueva o renovada perspectiva, evaluaron y/o decidieron entre diferentes cursos de acción.

Hemos identificado también lo que llamamos “escritura descriptiva” (Hatton y Smith, 1995) para aquellos fragmentos que incluían una descripción de eventos, pero sin la intención de explicitar causas o justificaciones.

Resultados

El análisis permitió reconocer un cierto predominio de las modalidades descriptiva y comparativa sobre la modalidad crítica en las reflexiones de los residentes. En sus reflexiones, los futuros profesores evidenciaron la dinámica en la construcción de relaciones semánticas entre conceptos centrales de la temática abordada (tensión, resistencia, intensidad de corriente), y explicitaron, entre otros aspectos, las dificultades y logros asociados a esta construcción.

Reflexión descriptiva:

Ejemplos de esta modalidad reflexiva –que responden a cuestiones del tipo “¿Qué está pasando?”- los podemos observar en los siguientes fragmentos correspondientes al informe final de residencia, relacionados con el tratamiento de las magnitudes tensión, intensidad de corriente y resistencia, en conjunto con los elementos físicos de un circuito resistivo simple:

[...] Al analizar, posteriormente, la intervención realizada pudimos observar el siguiente problema: Diferenciación entre elemento y característica [...]

[...] lo que definimos como características de un circuito eléctrico (voltaje, corriente, resistencia), su relación con la energía y los componentes en los cuales se encuentran representados (fuente, cables, lámpara) fueron el eje tanto de nuestro análisis, como también el núcleo del modelo didáctico de enseñanza propuesto. Es decir, siempre se buscó conceptualizar dichas características

(conceptos) y sus componentes correspondientes, en función/relación con la energía eléctrica. [...]

[...] una de las dificultades que habíamos tenido al utilizar este modelo era que los alumnos no lograban salir de la conceptualización de las magnitudes basada en el ejemplo. [...]

En los fragmentos anteriores los residentes lograron identificar la situación problemática que originó la reflexión, en estos casos, relacionada con el modelo semántico elegido.

[...] En esa instancia estaba transitando lo que para mí fue un incidente crítico. Como mencioné en el diario de clase, al hacer la pregunta: ¿Qué son de un circuito? tomé conciencia que estaba pidiéndole a los alumnos una definición, lo que desde un principio sabía que presenta una gran dificultad, “sentí en la respuesta inmediata de los chicos al pedir una definición que la fluidez y la participación con la que la clase venía trabajando se había cortado, y que me estaba metiendo en un camino donde era mejor salir y no seguir buscando respuestas por ahí”. [...]

En este otro fragmento el futuro docente reflexionó acerca de sus decisiones pedagógicas, con un nivel de argumentación más relacionado a lo descriptivo. Logró explicitar en su narrativa las emociones transitadas.

Reflexión comparativa:

Los residentes colocaron en diálogo a la situación de aula con el modelo construido para vehicular la conceptualización de un circuito eléctrico sencillo. Dicho modelo les proporcionó un marco didáctico de referencia desde el cual leer sus intervenciones. En este sentido las siguientes citas ejemplifican esta modalidad reflexiva al evidenciar la interpretación que los residentes realizaron de las situaciones de aula desde este marco referencial.

[...] Al analizar las transcripciones de la clase junto con el video, pude observar que la dificultad predicha en la instancia de socialización de separar la conceptualización de la magnitud de los elementos salió a la luz en el primer intercambio oral en el que nos referimos al voltaje, corriente y resistencia [...]

[...] Finalmente creo que si a partir de las concepciones que surgieron en el intercambio con el alumno, al principio de la intervención hubiese continuado la línea 153³ haciendo explícita la diferenciación entre magnitud y componente, y además se hubiese reforzado la idea dejando un registro escrito en el pizarrón, hubiese colaborado, por lo menos en parte, a evitar que el problema predicho como posible en la instancia de socialización se instale [...]

³ Esta referencia remite al número de línea de la transcripción de clase correspondiente.

Reflexión crítica:

En el siguiente fragmento tomado como ejemplo de este tipo de reflexión, los residentes eligieron un curso de acción, basándose en discusiones previas sobre el modelo semántico, ocurridas en instancias de socialización (formato de ateneo).

[...] *Lo que debíamos buscar en esta ocasión era que los alumnos al momento de definir una cierta magnitud física, se realizaran las siguientes preguntas: ¿qué función realiza esta magnitud con respecto a la energía eléctrica?, ¿qué elemento físico del dispositivo eléctrico está relacionado con ella? [...]*

Conclusiones

Como indicamos en el apartado anterior, las modalidades descriptiva y comparativa predominaron sobre la modalidad crítica en las reflexiones de los residentes, hecho esperable en estas primeras experiencias, donde la comprensión de los efectos de sus prácticas de enseñanza y de las complejidades de la realidad socioeducativa es todavía incipiente. Los residentes refirieron que sus propias concepciones y emociones afectaron el proceso de enseñanza y aprendizaje, lo que nos permite notar que reconocieron su influencia en dicho proceso.

Observamos también cómo la problemática fue generando otras temáticas de análisis que abrieron nuevos caminos de indagación, permitiéndoles a los residentes profundizar en aspectos que inicialmente no estaban considerados. Lo que abona la noción de que el proceso reflexivo desencadena nuevas reflexiones, nuevas preguntas, nuevos significados y así una mayor comprensión de las prácticas (Schön, 1998).

Se prevé continuar la investigación vinculando el contenido de las reflexiones con otras categorías inferidas en el análisis, tales como evolución del modelo semántico durante las clases, dificultades en la conceptualización y evolución en la representación de circuitos eléctricos. Además se pretende analizar la relación entre las modalidades de reflexión y los contenidos y cómo se relaciona la reflexión individual y entre pares.

Creemos que promover una mayor diversidad de las modalidades reflexivas durante la residencia se instala como un desafío formativo para los docentes responsables de este dispositivo de formación inicial. Sostenemos que reflexiones profundas y colaborativas son necesarias para producir cambios significativos en las prácticas educativas que desarrollan los futuros profesores.

Referencias

Borghini, L., De Ambrosio, A., Lunati, E., y Mascheretti, P. (2001). In-service teacher education: an attempt to link reflection on physics subjects with teaching practice. *Physics Education*, 36(4), 299.

- Branda, S. A. (2018). El lugar de la práctica en la formación docente inicial. Las residencias como dispositivo de reflexión. *Archivos de Ciencias de la Educación*, 12 (13), e044. <https://doi.org/10.24215/23468866e044>
- Carr, W. (1996). *Una teoría para la educación: hacia una investigación educativa crítica*. Ediciones Morata.
- Davini, M. C. (2015). *La formación en la práctica docente*. Buenos Aires: Paidós.
- Edelstein, G. (2002). Problematizar las prácticas de la enseñanza. *Perspectiva*, 20(2), 467-482.
- Edelstein, G. (2015). La enseñanza en la formación para la práctica. *Educación, Formación e Investigación.*, 1(1).
- Ferreira, M., y Carvalho, L. (2004). A evolução dos jogos de Física, a avaliação formativa e a prática reflexiva do professor. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 26, 57-61.
- Gore, J. M. (1987). Reflecting on reflective teaching. *Journal of Teacher Education*, 38(2), 33-39
- Guerra Zamora, P. (2009). Revisión de experiencia de reflexión en la formación inicial de docentes. *Estudios Pedagógicos (Valdivia)*, 35(2), 243-260.
- Hatton, N., y Smith, D. (1995). Reflection in teacher education: Towards definition and implementation. *Teaching and Teacher Education*, 11(1), 33-49. doi:[https://doi.org/10.1016/0742-051X\(94\)00012-U](https://doi.org/10.1016/0742-051X(94)00012-U)
- Hernández Martínez, M., y Villavicencio Torres, M. (2017). Ambientes lúdicos para la enseñanza del electromagnetismo en el bachillerato. *Latin-American Journal of Physics Education*, 11(2).
- Jay, J. K., y Johnson, K. L. (2002). Capturing complexity: A typology of reflective practice for teacher education. *Teaching and teacher education*, 18(1), 73-85.
- Lara Subiabre, B. (2019). Reflexión pedagógica de profesores en formación. Un estudio de cuatro universidades chilenas. *Perspectiva Educacional*, 58(1), 4-25.
- Martin, M. (2005). Reflection in teacher education: how can it be supported? *Educational Action Research*, 13(4), 525-542.
- Mirzaei, F., Phang, F. A., y Kashefi, H. (2020). Comparing reflective teaching skills of experienced and inexperienced physics teachers at different reflection levels. *International Journal of Physics & Chemistry Education*, 12(1), 9-17.
- Moreira, M. (2002). La Teoría de los Campos Conceptuales de Vergnaud, la Enseñanza de las ciencias y la investigación en el área. *Investigaciones en Enseñanza de las Ciencias*, 7(1)
- Moura, A. C., y Assis, A. (2020). Ensino de física térmica: ciclos de reflexão de um professor de física sobre a sua prática pedagógica. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 37(2), 593-618.

- Nocetti, A. V., Saez, F. M., Contreras, G. A., Soto, C. G., y Espinoza, C. C (2020). Práctica reflexiva en docentes: Una revisión sistemática de aspectos teórico-metodológicos. *Revista ESPACIOS*. ISSN, 798, 1015.
- Osorio, B. E., Osorio, J. A., Mejía, L. E., Campillo, G. E., y Covalada, R. (2015). La enseñanza y el aprendizaje del electromagnetismo: una breve revisión de las investigaciones en este campo. *Revista CINTEX*, 17. 9
- Paul, C., y West, E. (2018). Using the Real-time Instructor Observing Tool (RIOT) for reflection on teaching practice. *The Physics Teacher*, 56(3), 139-143.
- Raelin, J. A. (2007). Toward an epistemology of practice. *Academy of management learning & education*, 6(4), 495-519.
- Rich, P. J., y Hannafin, M. (2009). Video annotation tools: Technologies to scaffold, structure, and transform teacher reflection. *Journal of teacher education*, 60(1), 52-67.
- Rodgers, C., y LaBoskey, V. K. (2016). Reflective practice. In J. Loughran & M. L. Hamilton (Eds.), *International handbook of teacher education* (Vol. 2, pp. 71-104). Singapore: Springer.
- Russell, T. (2014). La práctica en la formación de profesores: tensiones y posibilidades en la experiencia de aprender a enseñar. *Estudios Pedagógicos (Valdivia)*, 40(ESPECIAL), 223-238.
- Salazar, T. I., y Nardi, R. (2017). Formação inicial de professores de Física: a experiência no estágio supervisionado de regência oportunizando a reflexão sobre as primeiras práticas pedagógicas. *Tecné, Episteme e Didaxis: TED, Bogotá*, 1, 406-412.
- Sanmamed, M., y Abeledo, E. (2011). El Practicum en el aprendizaje de la profesión docente. *Revista de Educación.*, Enero-Abril(354), 47-70.
- Schön, D. (1998). *El profesional reflexivo: cómo piensan los profesionales cuando actúan*. Paidós.
- Souto, M. (2011). La residencia: un espacio múltiple de formación. En Menghini, R y M. Negrin (comps.), *Prácticas y residencias en la formación de docentes*. Buenos Aires: Baudino, 23-48.
- Stake, R. E. (2005). Qualitative Case Studies. En N. K. Denzin & Y. S. Lincoln (Eds.), *The Sage handbook of qualitative research* (pp. 443–466).
- Zabalza Beraza, M. A. (2013). *El practicum como contexto de aprendizaje*. Presentado en XII Symposium internacional sobre el practicum y las prácticas en empresas en la formación universitaria. Un practicum para la formación integral de los estudiantes., POIO, 26-27-28 Junio 2013. España.
- Zeichner, K. (1985). Dialéctica de la socialización del profesor. *Revista de educación*, 277, 95-123.

Zeichner, K. (1993). El maestro como profesional reflexivo. *Cuadernos de Pedagogía*, 220, 44-45.

Zeichner, K. (2010). Nuevas epistemologías en formación del profesorado. Repensando las conexiones entre las asignaturas del campus y las experiencias de prácticas en la formación del profesorado en la universidad. *Revista interuniversitaria de formación del profesorado*, 24(2), 123-149.