

DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS

JORNADAS ACADÉMICAS

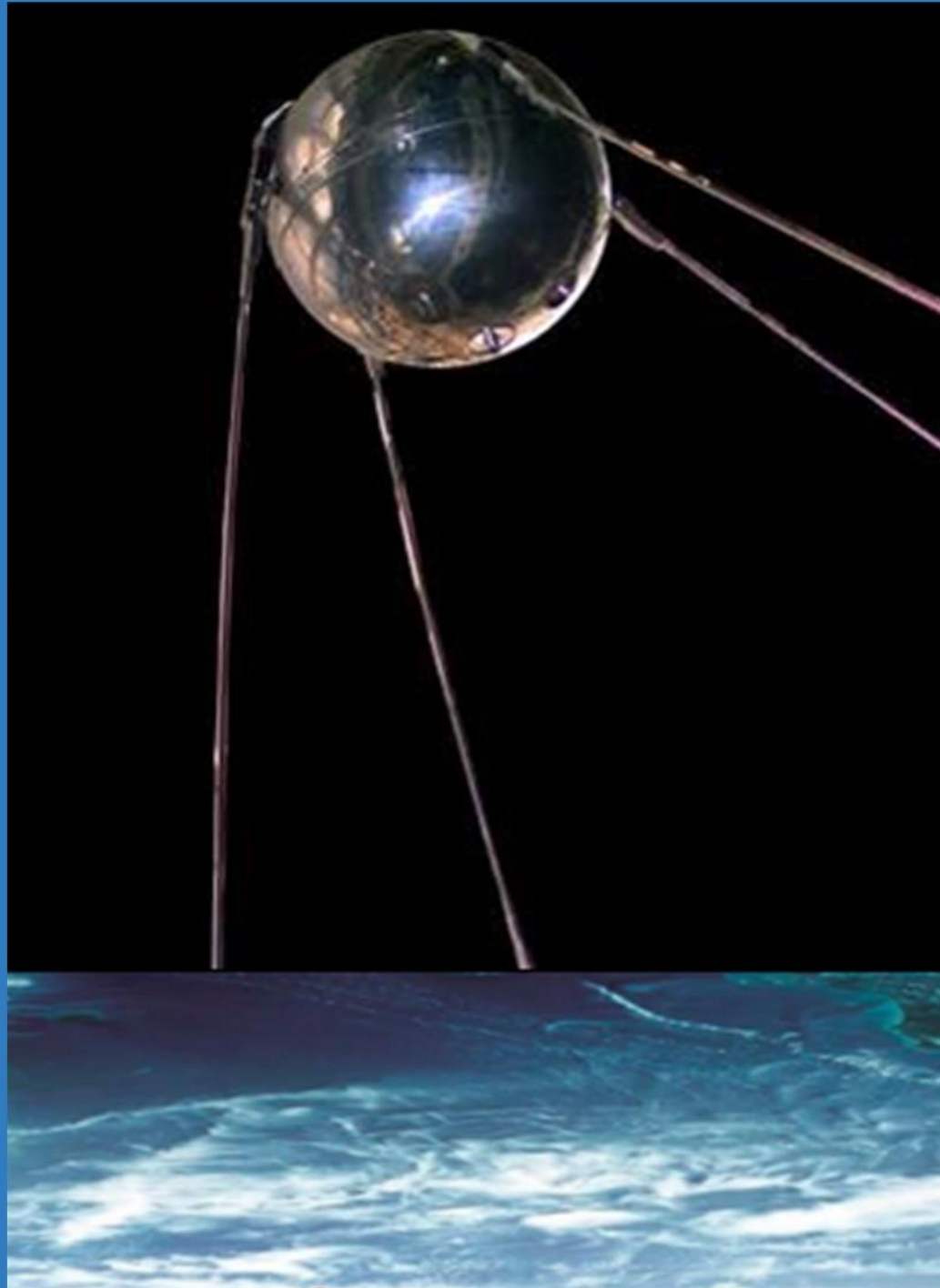
Revista de publicación anual

No. 2

Divulgación

Enseñanza

Investigación
educativa



Escuela Superior de
Física y Matemáticas

Mayo de 2019

ISSN en trámite

Contenido

Pág.

Divulgación

Fórmula 1: El paraíso del científico moderno 5

Plantas carnívoras 8

Física en los arcos a través de la historia 15

La estereoquímica de una cerámica pasivada con flúor 19

Enseñanza

Los eclipses 21

Midiendo la expansión del Universo 36

Experiencias docentes sobre el desarrollo del "Taller de aplicaciones matemáticas a ingeniería textil" 53

Rúbrica como orientación para el estudiante en la integración del examen visual en clínica integral 59

Rúbrica de apoyo a la docencia para impartir la unidad de aprendizaje de Historia de la Optometría 68

Sistemas gestores y diseño de bases de datos como apoyo pedagógico para la Estadística 75

Uso de espejos planos y esféricos para comprensión del concepto de imágenes virtuales y reales 87

Problema abierto en formato de historieta para fomentar el pensamiento divergente en estudiantes de Física 94

Método eficaz para un mejor aprendizaje de la termodinámica del gas ideal 99

Comentarios y sugerencias para emisiones del pronóstico del tiempo 110

Simplificación de expresiones algebraicas por medio de notación abreviada 111

Cuatro formas de obtener ternas pitagóricas 116

Secuencia didáctica para enseñanza y regularización de matemáticas en nivel medio 122

Regulación del aprendizaje en el tema Movimiento parabólico 129

El lenguaje binario: Sistema de numeración 148

¿Cómo y por qué se mueven los astros? 165

Storytelling, renovando la manera de apropiarse del Principio de Arquímedes 176

Didáctica de la Química en el nivel medio superior, mediante el establecimiento del sistema de aprendizaje 4MAT 185

Editorial

En este segundo número de la Revista Didáctica de las Ciencias, Jornadas Académicas, se incluye una selección de los trabajos que se presentaron en el evento, en tres secciones:

Divulgación, en la que se abre un espacio para que los jovencitos que estudian la secundaria o el bachillerato publiquen un trabajo que elaboren con el acompañamiento de un adulto, y así comiencen a integrarse al ambiente académico.

Enseñanza, para presentar las propuestas didácticas elaboradas por profesores, o por estudiantes que tienen inquietud por integrarse a la labor docente, con miras a promover la innovación en la didáctica de las ciencias, con objetivos claros y fundamentadas en la teoría de dicha rama.

Investigación educativa en la que se muestran trabajos de tesis de licenciatura, maestría o doctorado, en áreas de educación de las matemáticas y las ciencias experimentales. Al final se incluye la reseña de la conferencia de clausura.

Agradecemos a las autoridades y a todo el personal de la Escuela Superior de Física y Matemáticas, por el apoyo brindado en la organización y realización del evento.

Luz María de Gpe. González Álvarez

Propuesta de clase de laboratorio de física con enfoque constructivista en torno al equilibrio de fuerzas	193
Nuevas propuestas para las prácticas de laboratorio	200
Investigación educativa	
Motivación y riesgo de deserción en los estudiantes de la licenciatura en física y matemáticas de la ESFM – IPN	208
Una metodología para la utilización de la evaluación en la dirección del proceso de aprendizaje de los estudiantes.	225
Finalidad del Laboratorio de Física I (ESFM-IPN) en la perspectiva de los alumnos	232
La descripción como herramienta para evaluar el desarrollo de la percepción	247
Sensibilidad científica en alumnos de electrónica funcional en la licenciatura	255
Secuencia didáctica para la enseñanza de ondas mecánicas con enfoque al desarrollo de habilidades metacognitivas	264
Expectativas y problemas de los profesores ante el uso de trabajos prácticos abiertos	274
Estudio transversal de la noción de Integral de Riemann en estudiantes de nivel licenciatura	283
Capacitación de profesores de Nivel Medio Superior en el uso de sistemas de gestión del aprendizaje. Estudio de caso en el CECyT 6 utilizando Classroom de Google	300
Didáctica empleada para alumnos que están por presentar un examen de ingreso	308
Las gráficas con tecnología para la Física de bachillerato	333
Un principio de economía en los sistemas de numeración	345
Reseña	
Educación y empleo: algunos mitos y realidades	354

Cintillo Legal

Revista Didáctica de las Ciencias, año 1, No. 1, mayo 2018, 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 éste 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, 17 de abril de 2018.

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>

Directorio

MIGUEL TUFÍÑO VELÁZQUEZ

Director

MARIO CHAVARRÍA CASTAÑEDA

Subdirector Académico

ALFREDO GODÍNEZ MUÑOZ

Subdirector Administrativo

MARÍA ELIZABETH DE LA CRUZ

SANTIAGO

Subdirector de Servicios Educativos e Integración Social

ISRAEL ISAAC GUTIÉRREZ VILLEGAS

LLEGAS

Jefe del Departamento de Ingeniería y Ciencias Sociales

JUAN MANUEL FIGUEROA

FLORES

Jefe del Departamento de Unidad de Tecnología Educativa y Campus Virtual

Editor

Mario Chavarría Castañeda

De contenido

Luz María González Álvarez

Gabriela L. Rueda Morales

Leonor Pérez Trejo

Arturo F. Méndez Sánchez

Ramón Sebastián Salat Figols

Digital

Israel Isaac Gutiérrez Villegas

Juan Manuel Figueroa Flores

La sede

La revista Didáctica de las Ciencias – Jornadas Académicas, nació y se está desarrollando en la Escuela Superior de Física y Matemáticas del Instituto Politécnico Nacional, la cual fue creada para formar integralmente profesionales de excelencia en el campo de las ciencias físico-matemáticas con alto grado de comprensión y responsabilidad social, capaces de contribuir al desarrollo económico, científico y tecnológico del país; mediante la docencia, la investigación, la innovación, la vinculación y la divulgación del conocimiento en estas áreas.

Esta formación de profesionales se realiza mediante dos programas de nivel licenciatura, una en Física y Matemáticas, y la otra en Ingeniería Matemática, cuyos objetivos son, respectivamente, formar profesionistas:

Con una preparación sólida en dos ramas básicas de la ciencia: física y matemáticas lo que les permite el estudio posterior de los problemas científicos generales que plantean estas dos disciplinas científicas (investigación pura) y los problemas de orden práctico relacionados con la producción económica la vida cotidiana del hombre y los problemas comunes (investigación aplicada en física y en matemáticas).

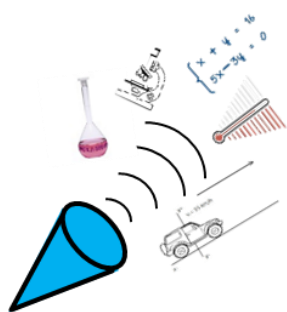
Que aplicarán o crearán los modelos industriales administrativos y financieros Modelos que han de ser la base para que profesionales de otras especialidades investiguen diseñen produzcan construyan operen mantengan estimen y dirijan sistemas con diversos grados de complejidad El egresado podrá simular procesos que permitan prever eventos.

Cuenta además con maestrías y doctorados en esas mismas áreas del conocimiento, y programas de investigación dirigidos por profesores, en los cuales participan estudiantes para complementar su formación orientada hacia la producción del conocimiento científico y tecnológico.

Divulgación

La divulgación científica es una actividad que favorece el crecimiento de la cultura científica de las personas que se acercan a ella, tanto los productores, como los consumidores.

En la Escuela Superior de Física y Matemáticas, en particular el grupo de Didáctica de las Ciencias, estamos comprometidos con la promoción de dicha cultura, por ello se incluyó la sección de divulgación, en la que se publican artículos elaborados por estudiantes de secundaria y bachillerato.



Fórmula 1: El paraíso del científico moderno

María José Castillo Garibay¹

maria.castillo@columbia-school.edu.mx

¿Qué es lo increíble de la Fórmula 1?

Este artículo de divulgación científica relata el arduo trabajo que los ingenieros automotrices deben llevar a cabo para diseñar un automóvil de la Fórmula 1. Esta pregunta surgió por los grandes eventos que se realizan en la Ciudad de México, y la gran publicidad que se ve alrededor de ésta para promocionar que la gente vaya a este evento.

Muchas personas son amantes de este deporte, mas solo conocen conceptos básicos sobre esto, y cuando uno les pregunta, ellos no tienen idea de cómo explicar el por qué este evento en algunos países se considera uno de los mejores en todo el mundo. Así que, para saciar una gran curiosidad por saber a fondo sobre lo que hay detrás de ver unos autos dar innumerables vueltas a un circuito, decidí escribir este artículo.

La Fórmula 1

Para definir qué hay detrás de la F1, es necesario primero conocer un poco sobre su historia.

La Fórmula 1 (F1) es conocida como el mayor campeonato de la historia creado por la Federación Internacional de Automovilismo (FIA) en 1950 (figura 1), como respuesta al Campeonato Mundial de Motociclismo (1949).



Figura 1. Primera Fórmula 1 realizada en Gran Bretaña en 1950².

¹ Bachillerato

² Anónimo. (2019). El Gran Premio de la Fórmula 1: <https://momentosdel pasado.blogspot.com/2014/11/el-primer-gran-premio-de-formula-1.html>

Importancia de la Fórmula 1

Es un deporte de alto prestigio, en el cual no solo los pilotos compiten, sino que también los ingenieros automotrices (profesión que se dedica a la construcción de autos), con sus diseños, ya que en el evento se ponen a prueba para buscar la mejor innovación automotriz.



Figura 2. Circuito del Autódromo de los Hermanos Rodríguez en la Ciudad de México³

La Ingeniería de un Auto

En la ingeniería de los automóviles de la F1, absolutamente todos son diferentes, debido a que se diseñan en base al circuito, por ejemplo, el Circuito del Autódromo de los Hermanos Rodríguez en la Ciudad de México (figura 2), tiene una longitud de 4 303 m, una altitud de 2 285 m y 17 curvas⁴. Los fabricantes crean los coches midiendo las siguientes características:

- Circuito
- Configuración de pista: Define los tipos de materiales que se utilizarán.
- Longitud
- Número de vueltas
- Peralte: Es una inclinación de la pista en las curvas (figura 3)
- Clima: Define el tipo de llantas que se usarán (blandas= + rápidas, - aguante; duras= - rápidas, + aguante) por la fricción en el suelo.

La Fuerza Centrípeta

La fuerza centrípeta está presente en cada curva de la Fórmula 1; pero para saber como actúa, primero hay que definirla: Es una fuerza generada para producir un movimiento circular en un cuerpo, ya que cuando no hay fuerza resultante, el movimiento continúa en una trayectoria recta, de acuerdo con la ley de la inercia. En otras palabras, la fuerza centrípeta jala hacia el centro de curvatura para que gire el automóvil. La fuerza centrípeta del automóvil de la figura 3, proviene de una de las componentes del peso del auto con su piloto, W_x , en la figura 4.

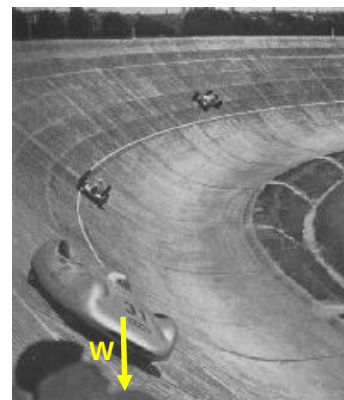


Figura 3. Peralte de un circuito de Fórmula 1⁵

³ Autódromo de los Hermanos Rodríguez. (2019). Circuito: <http://www.autodromohr.com/static/wp/circuito.php>

⁴ <https://www.formula1atmosphere.com/circuitos/autodromo-hermanos-rodriguez/>

⁵ <http://luz-verde-y-gas-a-fondo.blogspot.com/2010/04/avus.html>

⁶ Elaboración propia

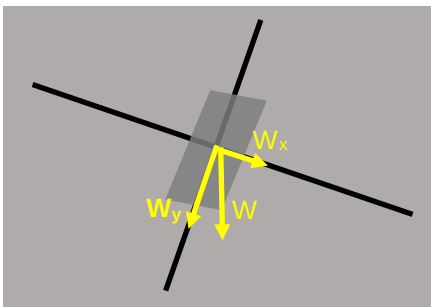


Figura 4. La componente x del peso es la fuerza centrípeta⁶

Cuando un ingeniero automotriz está diseñando el auto, debe de saber perfectamente el tipo de vueltas que habrá en el circuito, ya que con eso define el ángulo en el que se posicionan las llantas y la suspensión del automóvil (camber) y a través de fórmulas debe de calcular el valor de la fuerza centrípeta para lograr que el peso del automóvil, el cual está basado en todas las características previamente mencionadas, logren la fuerza centrípeta necesaria para el giro y las fuerzas encuentren un equilibrio, es decir, sean anuladas y las fuerzas no actúen sobre el cuerpo, en este caso el auto. Cabe

recalcar que para esto el peso del corredor también afecta, es por ello que deben mantenerse en forma.

Un ejemplo para esto es imaginarse un auto en carretera que se mueve a una alta velocidad, sin objetos que lo retengan (figura 5). Al llegar a una curva, la inclinación de la pista (peralte) hace que el automóvil se desplace inclinado, entonces la componente “x” del peso actúa como fuerza centrípeta de tal manera que si es muy grande puede voltear el auto empujándolo dentro de la curva. Si es muy pequeña, seguiría su movimiento rectilíneo, por inercia, y saldría de la pista.



Figura 5. Gran Prix de Australia 2019⁷.

Respuesta a la pregunta

Para concluir, la F1 es amada, admirada e increíble por el gran procedimiento que se debe de llevar a cabo para que un cuerpo se mueva en un recorrido a una gran velocidad sin que ningún objeto lo retenga. Además de que esto lo hace una persona, bueno junto con su equipo pero quien define el diseño, los elementos que se van añadir como el alerón lo define el ingeniero automotriz. Entonces ahora sabes que para que un auto tome una la vuelta de manera perfecta debe de haber hecho grandes cálculos y saber perfectamente la longitud y altitud del circuito, así como el peralte en sus curvas.



Figura 6. Imagen de un documental que sobre la F1⁸.

⁷ MSN. (2019). Australia Grand Prix: <https://www.msn.com/en-us/sports/motorsports/formula1>

⁸ Shwartz, N. (2019) Watch the epic trailer for Netflix's new Formula 1 documentary series: <https://ftw.usatoday.com/2019/02/netflix-formula-1-series-trailer>

Plantas carnívoras

Blas Eduardo Perdomo Rasilla⁹
blasperdomorasilla@gmail.com

¿De verdad lo son?

Este trabajo relata la indagación hecha sobre las plantas carnívoras, abordando su alimentación, cuidado, tipos de plantas y dónde se encuentran¹¹.

Hay mucha información sobre el tema, ya que siempre ha causado sensación. Se han descubierto alrededor de seiscientas especies, aquí solo se describen brevemente tres grupos generales que representan casi el 70% del total. Son plantas muy bellas, con métodos complejos para atrapar su alimento.

Esta es la pregunta:

¿De verdad son carnívoras como dicen?



Darlingtonia californica (lirio cobra)¹⁰

Alimentación

El hábitat de las plantas carnívoras es pantanoso generalmente, en donde escasea el nitrógeno para ser absorbido por las raíces, pero sobreviven en esas condiciones gracias a que comen insectos para obtener sustitutos nutritivos que el suelo no les da. Han desarrollado mecanismos sorprendentes para atrapar su alimento, ya que este se mueve de lugar.

Tipos de plantas carnívoras

El mundo vegetal se clasifica por las diferentes características de las plantas, en este caso nos interesan las plantas que tienen la capacidad de atrapar y digerir insectos, las llamadas plantas carnívoras.

⁹ Secundaria

¹⁰ Plant World https://www.plant-world-seeds.com/store/view_seed_item/5734

¹¹ Terra Mater (2013) Plantas carnívoras, video documental. consultado en noviembre 2018. En <https://www.youtube.com/watch?v=J7zVwPn2sMM>

¹² Discovery Latinoamérica (2010) Planta carnívora serie VIDA | Video documental. consultado enero 2018 en: <https://www.youtube.com/watch?v=rjKRQYmi1Lk>

Existen aproximadamente 600 especies de plantas carnívoras en el mundo, repartidas en 14 géneros botánicos y hay muchísimas plantas de cada tipo. Algunas de las estudiadas aquí son de las familias *Droseraceae*, y [Sarraceniaceae](#).

Venus atapa moscas

Las Venus atrapa moscas, son muy conocidas en México; come varios tipos de animales pequeños, entre ellos los artrópodos, como insectos y arácnidos (arañas); ranas y pequeños reptiles, entre otras fuentes de nutrientes. La *Venus atrapa moscas* puede ser grande o pequeña. Se le llama a esta planta carnívora, la más hermosa del mundo, es una planta de roseta pequeña que brota en primavera, que crece en lugares húmedos y cálidos. Cuando se descubrió, se inició una investigación masiva para lo cual se plantaron muchas para estudiarlas.



Dionaea Muscipula (Venus atrapamoscas)¹³

Las plantas Venus atrapamoscas tienen vellos internos que, al activarse por un insecto en dos de sus hojas (mandíbula), dispara un mecanismo de resorte que las impulsa para atraparlo. Esta planta es del género *Dinaea* y de la familia *Droseaceae*.

Droseras



*Drosera*¹⁴

Las plantas *Droseras*, son insectívoras, muy hermosas, sus hojas crecen hacia afuera y en sus puntas tienen tentáculos. Cuando captura un insecto lo digiere por glándulas que se encuentran en los tentáculos. Cuando el insecto intenta escaparse la hoja lo empieza a enrollar y lo atrapa.

¹³ Mercado libre (2017) enero en: <https://articulo.mercadolibre.com.pe/MPE-429525843-plantas-carnivoras-venus-atrapamoscas- JM>

¹⁴ Husqvarna (2017) enero en: <https://www.todohusqvarna.com/blog/plantas-carnivoras-cuidados/>

¹⁵ Mxcity (2017) enero en: <https://mxcity.mx/2018/03/razones-para-no-perderse-el-bazar-de-plantas-carnivoras/>

Un ejemplo de ellas es la ***Droseras Cepinis*** (*Drosera regia*), es la plana carnívora más popular por ser una especie muy resistente y de fácil cultivo, en comparación con otras plantas insectívoras. Sus hojas están cubiertas por vellos donde los insectos suelen quedar atrapados.



Drosera (detalle)¹⁵

Esa planta es grande, con hojas que pueden alcanzar los 2 metros, que se cubren de tentáculos, los cuales producen una sabia pegajosa. La *Drosera cepnis* es originaria del Cabo Sudáfrica, de donde adopta su nombre. Es una especie muy resistente y de fácil cultivo.

Jarras

Hay plantas carnívoras, que por su forma son llamadas jarras o jarrón, se diferencian entre ellas por alguna característica visual o por su lugar de origen. Son muy peligrosas para insectos o vertebrados pequeños, ya que generan un néctar muy atractivo en la entrada de la jarra, pero una vez colocados sobre ella pierden el equilibrio y caen al interior y no pueden salir, porque su superficie es resbalosa. En el interior de la jarra hay líquidos digestivos que disuelven al insecto y sus nutrientes son absorbidos por la planta. *Cephalotus* es el nombre científico de la comúnmente llamada **Planta Jarra Australiana**.

El **Jarrón De Punta Blanca** tiene un néctar blanco en su punta que contrasta con los vivos colores de la planta, atrayendo a sus víctimas por su néctar.

La **Lirio Cobra**, cuyo nombre científico es *Darlingtonia California*, es una planta hermosísima que muestra colores brillantes. Presenta características de alimentación muy singulares a las de las plantas jarrón, por lo que se considera parte de este grupo. Crecen en sistemas húmedos.



Cephalotus (Planta Jarra Australiana)¹⁶

¹⁶ Wikipedia Wikipedia (2017a) enero en: https://es.wikipedia.org/wiki/Planta_carn%C3%ADvora

El mecanismo de ataque

Hay diferentes tipos de ataques desde caer hasta morder, como el de la Drosera, que tiene sustancias pegajosas en las puntas de sus tentáculos para atrapar a sus presas¹⁷.

Estas plantas compiten con especies animales por los mismos alimentos.

Por ejemplo, la Drosera, **Rocío de sol** compite con las tarántulas y sapos roble. Lo que hace el sapo roble es que mientras a la planta le toma tiempo atrapar y digerir a su presa y el sapo se la roba.



Drosera Rocío del sol¹⁸



Un insecto atrapado por una
*Drosera*¹⁷



Nepenthes alata¹⁹

Proceso de digestión

Las plantas carnívoras se conocen por que se alimentan de animales pequeños y insectos (artrópodos), sin embargo, se tienen evidencias de que algunas se han alimentado de los nutrientes de una rata, ya que cayeron dentro de su sistema digestivo. Algunos procesos de digestión duran hasta dos semanas, y después de este tiempo es posible ver los restos dentro de sus cavidades.

¹⁷ Wikipedia (2017b) enero en: https://es.wikipedia.org/wiki/Planta_carn%C3%ADvora

¹⁸ Claf (2017) enero en: <https://www.claf.com.ar/plantas-carnivoras-droseras-y-pinguiculas-en-argentina-6637976/>

¹⁹ Depositphotos (2017) enero en <https://mx.depositphotos.com/26727691/stock-photo-carnivorous-plants.html>

Hay evidencias de que algunas se alimentan de las heces fecales de aquellos animales que disfrutan de sus néctares, los biólogos suelen llamarlas retretes, ya que algunas plantas necesitan de apoyo porque no pueden digerir el insecto, lo que hacen es que complementan su alimentación con excrementos de murciélagos y otras especies. Esto se presenta gracias a que secretan un líquido que los descompone y así lo digieren.

La **Roridula** es una *Drosera* con mucho pegamento, pero no tiene glándulas digestivas en sus hojas, así que recibe ayuda de un insecto llamado *Pameridea* que come a otros insectos que la planta no puede digerir, y su excremento la nutre.

Existe una planta que es apoyada por hormigas que no se resbalan y toman un pequeño bocado de la presa; y a cambio de limpiar la orilla de la planta y las hormigas construyen su nido dentro del tallo.

La planta plátano atrae a los insectos con el olor del polen, cuando llegan y caen dentro de la planta se ahogan. No puede digerir al insecto, pero tiene unas bacterias que lo desintegran y así obtiene los nutrientes.

Plantas vegetarianas

La planta **Jarra Matraz** es vegetariana; cuando una hoja cae dentro de ella, unas larvas de mosquito la devoran y sueltan nutrientes para la planta. Otra larva de mosquito entra y devora a las demás larvas de mosquito.

Plantas carnívoras Acuáticas

Hay otra planta muy parecida a la Venus, se encuentra debajo del mar y tiene un mecanismo parecido al de la venus atrapa moscas, pero en miniatura y atrapa pequeñas criaturas como camarón semilla y copépodos.

La cadena trófica

Las plantas carnívoras son parte de una cadena trófica en donde sus depredadores son los insectos, así que se alimentan de algunos y son alimento de otros.



Planta carnívora acuática²⁰
Utricularia vulgaris

²⁰ Plantiber (2018) <https://www.plantasdeacuorios.com/carnivoras-acuaticas-c-70/utricularia-vulgaris-p-211.html>

Hábitat

Las plantas carnívoras viven en zonas pantanosas, es su hábitat natural, crecen en lugares húmedos, con poca radiación solar y estabilidad térmica. Hay aproximadamente 600 especies en el mundo, en muchos lugares.

Estas plantas evolucionaron de las que se alimentan del suelo, ante la carencia de nutrientes en algunas zonas; sobreviven por su capacidad de obtener sus requerimientos de otros seres. Por su ecosistema han desarrollado un mecanismo muy complicado, deben ser capaces de atraer a su fuente de alimento (animales invertebrados), por lo que han desarrollado sistemas muy complicados para llamar la atención.

Cuidados de las plantas carnívoras

Las plantas carnívoras requieren de muchos cuidados, no las debes de regar mucho, casi siempre se usa el método de la bandeja, en lugar de echar el agua desde arriba como se hace con la mayoría de las plantas de interior. El agua de riego del grifo suele ser demasiada dura (contiene muchos carbonatos y bicarbonatos), si has usado durante un tiempo cambia sustrato por otro fresco ya que se habrá alcanzado. No resisten al sol durante mucho tiempo, y requieren que haya muchos, o fuentes de alimentación adecuadas según la especie.

Los terrarios son sitios excelentes para ellas. Algunas personas ponen una caja de plástico transparente cubriendo la planta, para que no le entre mucho sol y no mueran de insolación, además retiene la humedad

Las macetas más recomendables para plantas carnívoras son las de plástico, ya que son resistentes y duraderas, las hay de todos los tamaños y permiten que se disuelvan sustancias en el agua de riego. Las macetas colgantes son ideales para las plantas Jarrón (Nepenthes), porque los jarros quedan colgando, suspendidos en el aire.



Las plantas carnívoras son inofensivas para las personas²¹

²¹ Latina (2017) enero en: <https://www.latina.pe/latina-play/reporte-semanal/contenido/reporte-semanal-el-boom-de-las-plantas-carnivoras>

La venus atrapamoscas, (Nepenthes, Caphalotus, Pinguica) es más difícil de cultivar, porque necesita una humedad alta y temperatura cálida. Además se deben retirar los restos de insectos que queden, cuando abra la boca. Después de 2 o 3 comidas, la boca morirá, y hay que cortarla desde su base para evitar hongos.

Respuesta a la pregunta

Las plantas no son carnívoras como tal, sino que debido a las circunstancias en las que viven, tuvieron que evolucionar para aprovechar los recursos, digiriendo a los insectos que tenían cerca. Algunas llegan a comer animales pequeños, como las ratas, aunque no es lo común, pero si caen en una planta cántaro, debido a que sus lados son muy resbalosos, pueden ser absorbidas por los líquidos digestivos de la planta.



La ciencia ficción las presenta terroríficas²²

Así que no son carnívoras, sino que aprovechan sus recursos para sobrevivir, alimentándose de pequeños insectos.

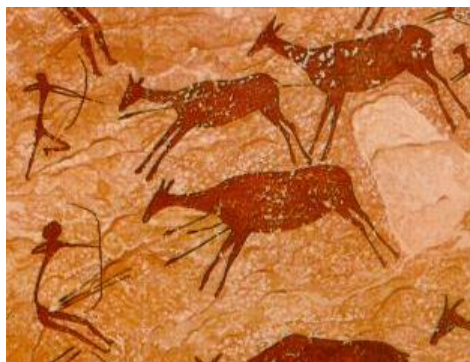
²² Lysa flores (2017) enero en: <https://www.lysaflores.com/blog/plantas-carnivoras/>

Física en los arcos a través de la historia

Manuel Sánchez González²³
María de Guadalupe Sánchez González
manuelsanchezcf29@gmail.com

¿Qué relación hay entre la física y la historia de la arquería?

Esta pregunta surgió a raíz de la inquietud que teníamos acerca de que, lo que se aprende en la escuela parece no tener relación con la vida real. Muchos de los inventos fueron desarrollados por necesidades, sin que sus creadores conocieran las bases científicas, y fueron evolucionando con el paso del tiempo. Nosotros pensamos que las materias deberían conectarse entre sí, ya que en la vida todo está entrelazado.



Dibujo de la "Escena de caza" en la Cueva de los caballos de La Valltorta²⁴

Volviendo a la pregunta, el arco es una de las armas más antiguas de la historia, se han encontrado pinturas rupestres con imágenes de arqueros. Más tarde se tiene constancia de que civilizaciones antiguas como los sumerios, persas o egipcios ya contaban con algunas clases de arcos, especialmente en carros jalados por caballos. El arco ha seguido evolucionando con el hombre, hasta que fue remplazado primero por las ballestas y más tarde por las armas



El faraón Tutankamón montado en un carro de guerra destruye a sus enemigos. Pintura sobre madera, Museo Egipcio del Cairo²⁵

de pólvora, y ahora se utiliza totalmente para deportes. Los primeros arcos eran hechos con madera o huesos, más tarde el hombre fue descubriendo que distintos materiales y formas eran mejores, siendo así que el arco comenzó a evolucionar, como es el ejemplo del arco compuesto egipcio que estaba hecho con cartílago de Toro recubierto con madera, lo cual lo hacía más elástico y la madera evitaba que este se pudriera.

²³ Bachillerato

²⁴ Arte primitivo Africano, en: Pintura y artistas (2008). <https://www.pinturayartistas.com/estilo-pictorico-africano/>

²⁵ Un Arma Poderosa del Mundo Antiguo: Historia del Carro de Guerra — 1ª Parte (2015) en: Ancient Origins en español. <https://www.ancient-origins.es/artefactos-tecnolog%C3%ADA-antigua/un-arma-poderosa-mundo-antiguo-historia-carro-guerra-%E2%80%94-1%C2%AA-parte-002671>

Arcos

El arco es básicamente un resorte, el arquero hace el trabajo sobre este resorte cuando tensa el arco, guardando la energía potencial en la deformación elástica del cuerpo del arco. Cuando libera la cuerda, parte de esta energía potencial es convertida en la energía cinética de la flecha. A través de la acción de la tensión en la cuerda del arco se produce la aceleración de la flecha, la flecha abandona el reposa-flechas con una velocidad alta y es propulsada a su objetivo o blanco. Debido a



*El arco fue construido con madera de *Grewia flava* (Antiquity)²⁶*

la fuerza que se ejerce a la hora de disparar el arco, se crea la llamada “paradoja del arquero”, esto consiste en que la flecha comienza a doblarse de un lado a otro mientras gira, por lo cual necesita las plumas que le sirven como alerón.

En la edad de piedra, la gente usaba huesos afilados, piedras talladas, escamas (lascas) y trozos de roca como armas y herramientas. Tales artículos se mantuvieron en uso a lo largo de la civilización humana, junto con los nuevos materiales utilizados con el paso del tiempo. Como artefactos arqueológicos tales objetos son clasificados como puntas líticas, sin especificar si eran para ser proyectadas por un arco o por otros medios de lanzamiento.



Varios tipos de arcos usados por diversas civilizaciones y pueblos a lo largo de la historia²⁷

²⁶ Japón insólito: El Yumi, el estilizado y poderoso arco japonés (2015), en Otekusen Venezuela <https://otakusenvenezuela.wordpress.com/2015/07/02/el-yumi-el-estilizado-y-poderoso-arco-japones/comment-page-1/>

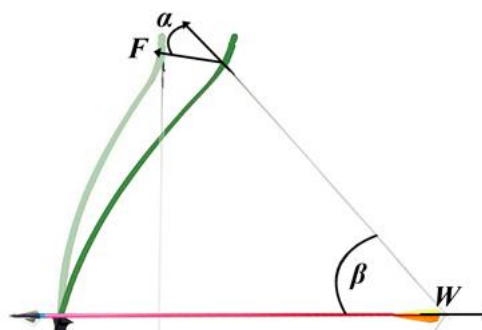
En agosto de 2010 fue publicado un informe sobre las puntas líticas de piedra, que datan de hace 64 000 años, excavadas de las capas de sedimentos antiguos en la cueva de Sibudu, en Sudáfrica, por un equipo de científicos de la Universidad de Witwatersrand. Los exámenes dirigidos por un equipo de la Universidad de Johannesburgo encontraron rastros de residuos de sangre y hueso, y adhesivo hecho de una resina a base de plantas usado para sujetar la punta a una varilla de madera. Esto indicó "el comportamiento exigente cognitivo" necesario para fabricar pegamento.

El arco y la flecha aparecen en torno a la transición desde el paleolítico superior hasta el mesolítico. Después del final del último periodo glacial, su uso se generalizó por Mesopotamia y más tarde en china. Cada quien tenía un diseño específico según los materiales que tenían a su disposición y el uso que le daban, por ejemplo el arco Egipcio estaba compuesto por madera, pero estuvo en gran desventaja durante el segundo periodo oscuro ya que los hicsos tenían el arco compuesto, ya que dentro de la madera contenían cartílago de toro, lo que les brindaba un mayor fuerza. Los arcos más antiguos existentes en una sola pieza son los arcos Holmegaard hechos de Ulmus, originario de Dinamarca, que fueron fechados a 9000 antes de Cristo.

Partes del arco

Los elementos básicos de un arco son un par de miembros flexibles curvos, tradicionalmente hechos de madera, unidos por una mazarota. Ambos extremos están conectados por una cuerda conocida como la cuerda del arco. Tirando de la cuerda hacia atrás, el arquero ejerce una fuerza de compresión en la sección frontal de la cuerda, o el vientre, de las extremidades, así como a lo largo de la sección exterior, o en la espalda, bajo tensión. Mientras se sostiene la cuerda, esta almacena la energía que más tarde es liberada cuando se suelta la flecha.

El arco es un instrumento sencillo que convierte la energía potencial elástica acumulada al tensar el arco en energía cinética al lanzar la flecha. La fuerza que un arquero aplica a su arco se llama le llama Peso de Apertura y es direccionalmente proporcional al Largo de Apertura, por lo tanto esta sigue la ley de Hooke (que nos habla sobre la fuerza en resortes). ¿Cómo se calcula esa Fuerza (W)? Con la fórmula: $W = 2F \cdot (\cos \alpha) \cdot (\cos \beta)$. Como podemos observar, la posición original



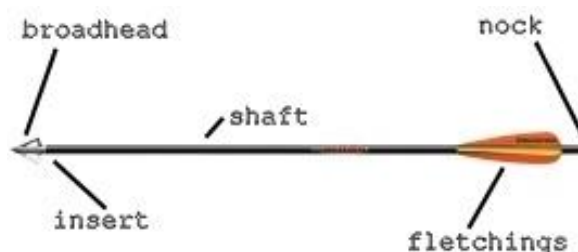
Peso de Apertura de un arco²⁸

²⁷ Los misterios del arco y las flechas más antiguos del planeta (2018) en La Vanguardia <https://www.lavanguardia.com/cultura/20180427/442900737082/arco-flechas-sudafrica-arqueologia-misterio.html>

del arco y la posición final son tomadas en cuenta con (F) además del ángulo final y el ángulo que cambió respecto a la posición final del arco.

Flechas

Una flecha normalmente consiste en un eje con una punta de flecha unida al extremo frontal, con remeras y un culatín en el otro extremo. Las flechas modernas están generalmente hechas de fibra de carbono, aluminio, fibra de vidrio, y los ejes de madera. Los ejes de carbono tienen la ventaja de que no se doblan ni se deforman, pero a menudo pueden tener un peso demasiado ligero para lanzarse desde algunos arcos y son caros.



Partes de una flecha²⁹



Construcción de un modelo de arco de construcción durante la explicación del cartel.

Arcos en la construcción

En los arcos de construcción también se aplica la ley de Hooke, estos arcos se usaban en la antigüedad para no poner tantas columnas, ya que las piedras se sostienen entre ellas mismas por la compresión. Es más fácil que una piedra se rompa por tensión que por compresión. Estas piedras no se necesitan pegar.

Respuesta a la pregunta

Como se pudo ver anteriormente, la física está muy ligada con la historia ya que muchos objetos que hoy conocemos no habrían existido sin ella. Entonces, sí se pueden conjuntar las materias y tal vez así sea más fácil aprender.

²⁸ La física detrás del Tiro con Arco (2012) en: La ciudad deportiva. <http://lcd.juanfutbol.com/la-fisica-detras-del-tiro-con-arco/>

²⁹ Tiro con arco (2014) <https://mzswim.wordpress.com/>

La esteereoquímica de una cerámica pasivada con flúor

Luisa Arreola Gómez³⁰

Margarita Clarisaila Crisóstomo Reyes³⁰

I.B. Lozano Rojas³¹

arreolaglf04@outlook.com

¿Qué es la pasivación química y cómo puede afectar?

Para responder a la pregunta, necesitamos conocer antes un poco acerca de una rama de la ciencia, llamada nanotecnología, que es el estudio y desarrollo de materiales de tamaño diminuto. Al ser tan pequeñas las cosas, presentan nuevas propiedades que el ser humano está aprovechando para crear nuevos materiales o dispositivos nanotecnológicos que prometen ayudar a solucionar múltiples problemas actuales, como curar enfermedades. Una de las áreas con más aportes de la nanotecnología es la medicina.

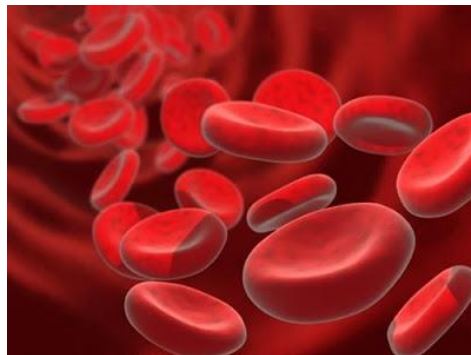


Figura 1. Composición de la sangre³²

Algunos materiales que se usan en nanotecnología

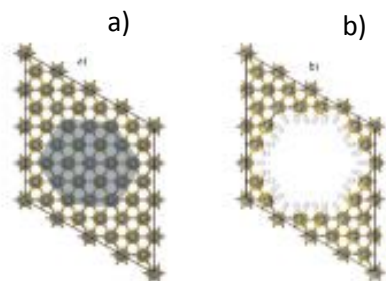


Figura 2 Supercelda de carburo de silicio a) antes de la eliminación de átomos; b) estructura porosa después de la eliminación del área sombreada de la figura a).

El carburo de silicio (SiC) es un material cerámico de gran dureza que ayuda a la nanotecnología por soportar grandes voltajes y frecuencias, y que da origen a estructuras cristalinas llamadas politipos que son una variación del mismo material que se puede observar en varias capas llamadas fases, dependiendo de la abundancia del material.

Para conocer mejor estos materiales, usamos unos modelos que propuso el profesor Alejandro Trejo Baños, del Instituto Politécnico Nacional en ESIME Culhuacán y se analizaron utilizando la computadora.

³⁰ Instituto Politécnico Nacional, CECyT 8, Av. de las Granjas 618, 02020, Ciudad de México, México.

³¹ Instituto Politécnico Nacional, CICATA, Calzada Legaria 694, 11500 Ciudad de México, México.

³² <https://www.pharmaxrdf.com/2018/05/la-anemia-y-sus-sintomas-y-tratado.html>

Nuestra experiencia práctica

Hicimos más poroso al carburo de silicio y para substituir átomos de hidrógeno por otro elemento, se añadió flúor a una parte, para estudiar un proceso que se llama pasivación química de la cerámica mencionada. Este proceso consiste en la formación de una capa de protección en la superficie de los materiales para protegerlos de reacciones químicas con otras sustancias que se pueden encontrar, por ejemplo, en el medio ambiente. Así se reduce el daño provocado por dichas reacciones.

Para facilitar el estudio, se nombraron dos fases: la fase rica en carbono, donde los átomos de flúor están enlazados con este elemento; y fase rica en silicio, flúor con silicio.

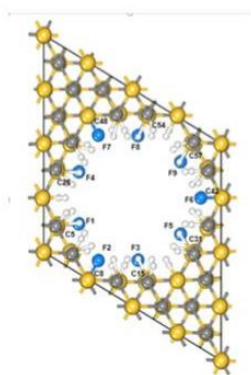


Figura 3 Estructuras fase rica en carbono, pasivación con 9 átomos de flúor, 6HC9F.

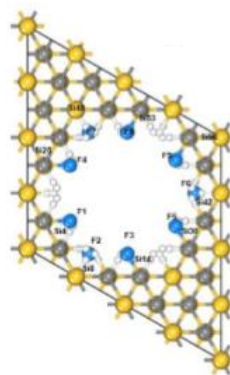


Figura 4 Estructuras fase rica en silicio, pasivación con 9 átomos de flúor, 6HSi9F.

Respuesta a la pregunta

Para concretar la respuesta a esta pregunta, analizamos datos específicos del material, distancia y el ángulo de enlace y la carga de cada átomo enlazado, y los comparamos con datos previamente analizados de los elementos antes mencionados, con lo que se llegó a la conclusión de que la estructura fase rica en silicio es más estable por la distribución de carga en comparación con la fase rica en carbono.

Enseñanza

La docencia es un trabajo apasionante. Al igual que la disciplina que estudia este proceso, la Didáctica de las Ciencias, esta actividad tiene tanto características de arte como de ciencia.

Las personas sensibles y dedicadas pueden ser buenos profesores por naturaleza, pero si aprenden mediante la sistematización de sus experiencias y las comparten, la comunidad de profesores se va enriqueciendo, de manera que las clases pueden aportar a los estudiantes un ambiente de trabajo más favorable para su aprendizaje.

Los Eclipses

Guillermo Alfonso Del Moral³³
galfonsodelmoral@gmail.com

Resumen

El presente documento explica el desarrollo del concepto de eclipse en el transcurso del tiempo; lo que aportaron algunas de las culturas que se dieron a la tarea de observar el cielo, tomar registro de ello y tratar de relacionar esos fenómenos con su realidad, con lo que construyeron mitos en los que atribuyeron a deidades lo que era para ellos difícil de comprender.

Palabras clave

Eclipses, Sol, Tierra, Luna, telescopio.

Introducción

Nuestro trabajo, tiene por objeto mostrar el resultado de una actividad que se practica desde hace muchos años dentro de lo que es el Club de Astronomía de ESFM. Como agrupación interesada en la ciencia y su divulgación, nos hemos dado a la tarea de registrar y disfrutar varios eclipses dentro de las actividades complementarias a la docencia, a fin de involucrar a los estudiantes en labores formativas que tienen que ver con el conocimiento, aprendizaje y difusión de la Astronomía Observacional.

En forma paralela, los vínculos que se dan con grupos afines dentro y fuera del Politécnico, permiten compartir resultados, imágenes e interactuar para hacer coincidir in-

tereses y establecer nexos.

Derivado de lo anterior se aprenden nuevos aspectos de esta disciplina que no forman parte de la curricula escolar pero que es importante aprender para no estar fuera de este ámbito que se acompaña por el desarrollo tecnológico; la creación e implementación de instrumentos indispensables para complementar la formación de estudiantes con mayor creatividad; capacidad de investigación en otros rubros de la ciencia, que no escapan de la capacidad de asombro cuando se disfrutan, se comparten estos momentos y también se registran por medio de imágenes.

³³ Escuela Superior de Física y Matemáticas del Instituto Politécnico Nacional.

Es significativo como grupo el hecho de que se conozca dentro y fuera de la comunidad estudiantil, lo que se hace, como se hace, y se facilite compartirlo con docentes, compañeros de clase, asistentes externos. Así, se aprecie el esfuerzo colectivo para dejar testimonio que sustente un conocimiento, se explique a los asistentes mediante las actividades propias de lo que es la divulgación, lo divertido y diferente que implica hacer acciones y poner en práctica estrategias para y por la didáctica dentro de la ciencia.

Marco Teórico

En relación a lo que se presenta, obviamos la fundamentación teórica que sustenta la explicación del cómo y porqué de los eclipses en razón que ha sido objeto de trabajo desde tiempos inmemoriales. Sabemos que las culturas antiguas alrededor del mundo partieron de la observación sistemática, puliendo y refinando sus instrumentos que se originaron desde lo simple a lo complejo, sumando posteriormente la experiencia que se transmitía de una generación a otra y se guardaba o se le atesoraba por significar información útil para explicar o vincularse con quienes ejercían el poder. Así se dieron cuenta que existían fenómenos relacionados con lo inmutable, (contra lo que no puedes cambiar) y también con fenómenos ineluctables (contra los que no puedes luchar). De esta manera surgieron los mitos y hubo quienes se especializaran en conocer cuándo iban a ocurrir. El tiempo que se tardaron en poder predecir y establecer fechas para saber de ello llevó muchas generaciones

Desde tiempos remotos han sido fenómenos de la naturaleza que han llamado la atención por su belleza, misterio y espectacularidad; sin duda alguna podremos afirmar que la observación ha jugado un papel preponderante en el desarrollo de estos eventos. El deseo del ser humano de explicarlos, ha motivado a la investigación para conocer la interacción de los cuerpos celestes en movimiento y poder explicar cómo y por qué ocurren o cuáles son las circunstancias que los producen.

En ésta lógica, la comprensión de estos eventos está asociada a cada cultura, su contexto, creencias, mitos que se han ido modificando a lo largo de la historia. Mediante la confrontación entre creencias y saber científico, ha cambiado en forma radical la explicación entre la relación hombre- naturaleza, mitos que fueron desapareciendo mientras la ciencia hacía lo suyo, es decir; observar, medir, calcular y en cierta forma predecir o pronosticar con auxilio de la herramienta más poderosa que ha acompañado a estos procesos es decir, la matemática.

Desde que se desarrollaron los primeros instrumentos de medición, como el sextante, desde que se utilizaron los registros de las observaciones por personajes como Ptolomeo, Galileo, Copernico, Kepler, Newton se consolidó a la Astronomía como ciencia, apartándola del conocimiento mítico, no científico, dentro de lo que se conoce como la ciencia de la cultura occidental.

No obstante se ha investigado que previamente otras culturas mesoamericanas también mostraron avances significativos para poder predecir, registrar y dar fe de los eclipses. Muestra de ello se expresa en los códices antiguos que se pudieron preservar. Una gran interrogante que tal vez no se esclarezca es el o los métodos utilizados por culturas, como la maya, para calcular y predecir la ocurrencia de los eclipses, ya que tenían un conocimiento diferente al occidental; y en algunos casos por ser así, o por desconocer la forma en que lo hacían o como lo documentaban, pues su lenguaje para expresarlo resulta poco accesible para la mayoría. (Guillermo, 1995)

En su acepción más simple el eclipsar es ocultar en forma transitoria total o parcial un astro por interposición de otro cuerpo celeste. De acuerdo con esto, se pueden producir en nuestro planeta eclipses de Sol y Luna totales, parciales y en el caso de los de Sol también anulares. Como lo muestra la figura No.1 que se muestra a continuación.

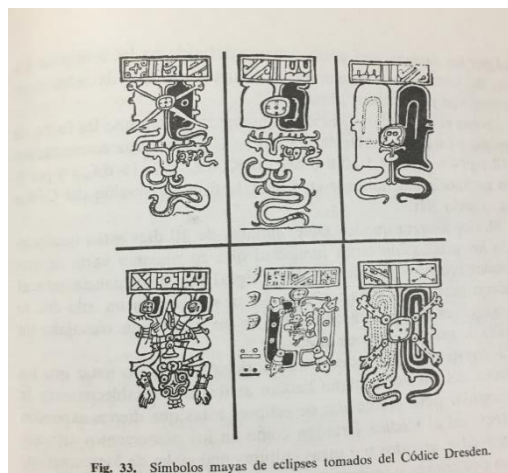


Figura 1. Símbolos mayas de eclipses (Guillermo, 1995)



Figura 2. Eclipses en la cultura Maya (Bergamini, 1978)

En la ilustración No.2, se percibe el conocimiento que se tenía del cielo para e poder predecir cuándo ocurriría un eclipse sea de Sol o Luna, dentro de la cultura Maya.

Lo importante de cada periodo de la historia y de cada cultura es que siempre han existido quienes se responsabilicen de guardar testimonio y registrar, como se muestra en la imagen No. 3.

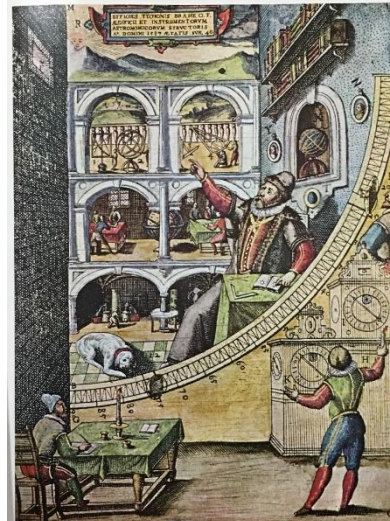


Figura 3. Testimonio y registro de eclipses (Bergamini, 1978)

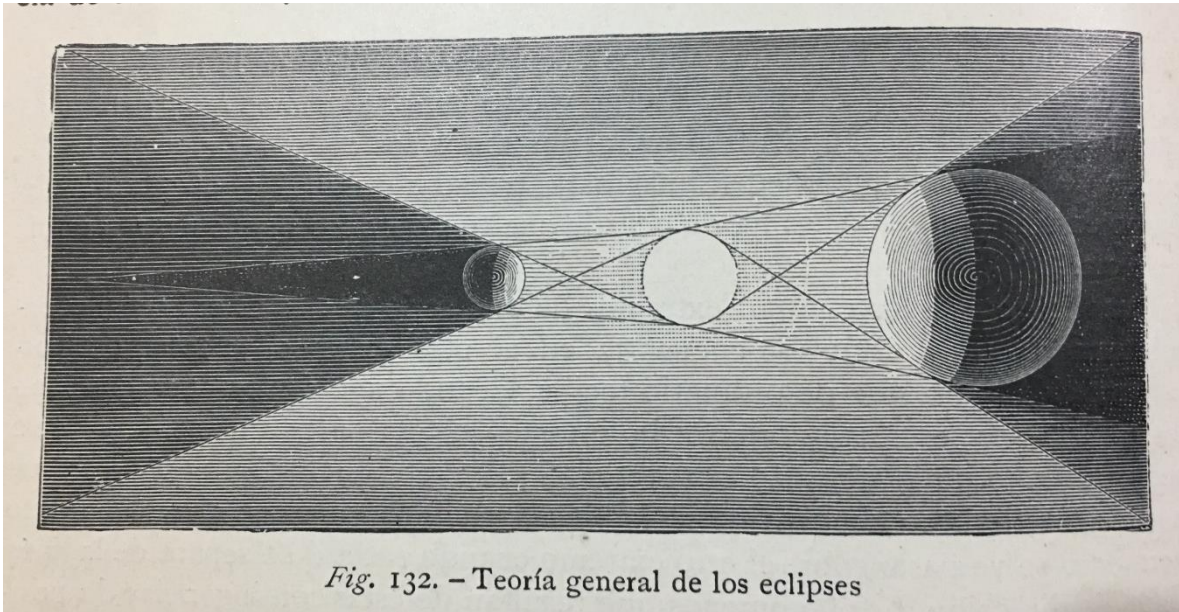


Figura 4. Ilustración que explica la posición de los astros durante un eclipse de Luna.

La era moderna, a partir de lo que conocemos como renacimiento, consolidó a diferentes ciencias, entre ellas la Astronomía. El periodo mas notable de la Astronomía Observacional coincide con el desarrollo de la mecánica, con la revolución Copernicana, el planteamiento de las leyes de Kepler, así como con la invención del telescopio. A la par con el desarrollo tecnológico, las imágenes que ilustran la teoría general de los eclipses que se expresa en el texto de (T. Armicis, 1901) datan de principios del siglo pasado.

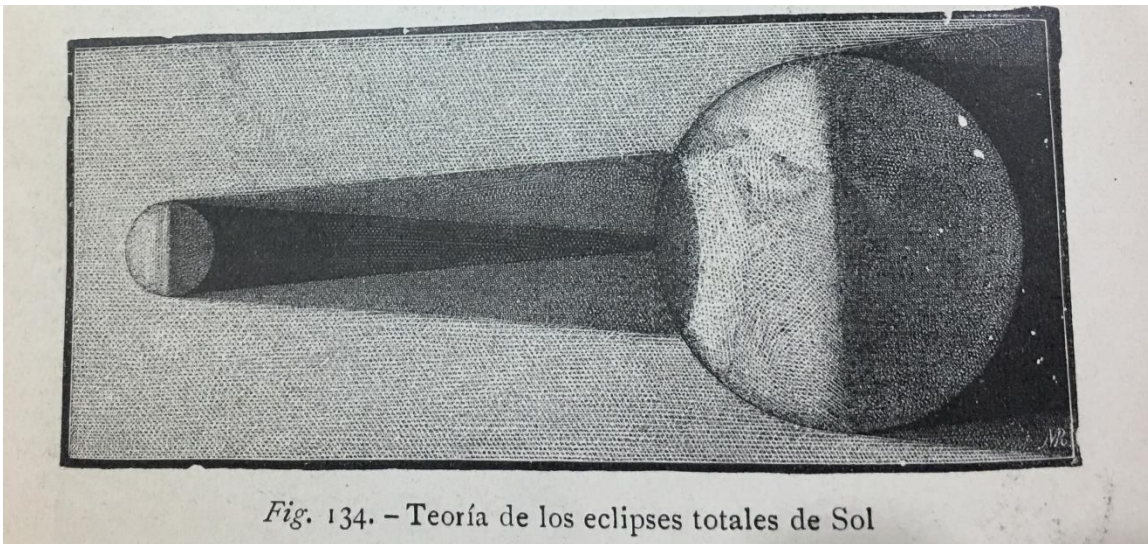


Figura 5. Ilustra un eclipse de Sol.

No obstante el tiempo transcurrido, se debe colocar en su justo valor el esfuerzo que significa para la humanidad establecer por conveniencia en el espacio y en el tiempo leyes y formas universales para dimensionar y medir, como se hace ahora, para predecir con anticipación cuando ocurrirán esos eventos; lo cual también ocupó al hombre alrededor de 500 años.

El medir la duración del día y la noche, inventar los relojes, llegar a un consenso para disponer de una sola forma de contabilizar el tiempo y darle un ordenamiento también facilitó que se pudiera establecer un calendario como el actual.

El calendario Gregoriano, como se le conoce, estableció un cambio cultural muy importante y se dio hace 437 años a iniciativa del Papa Gregorio XIII en el año 1582.

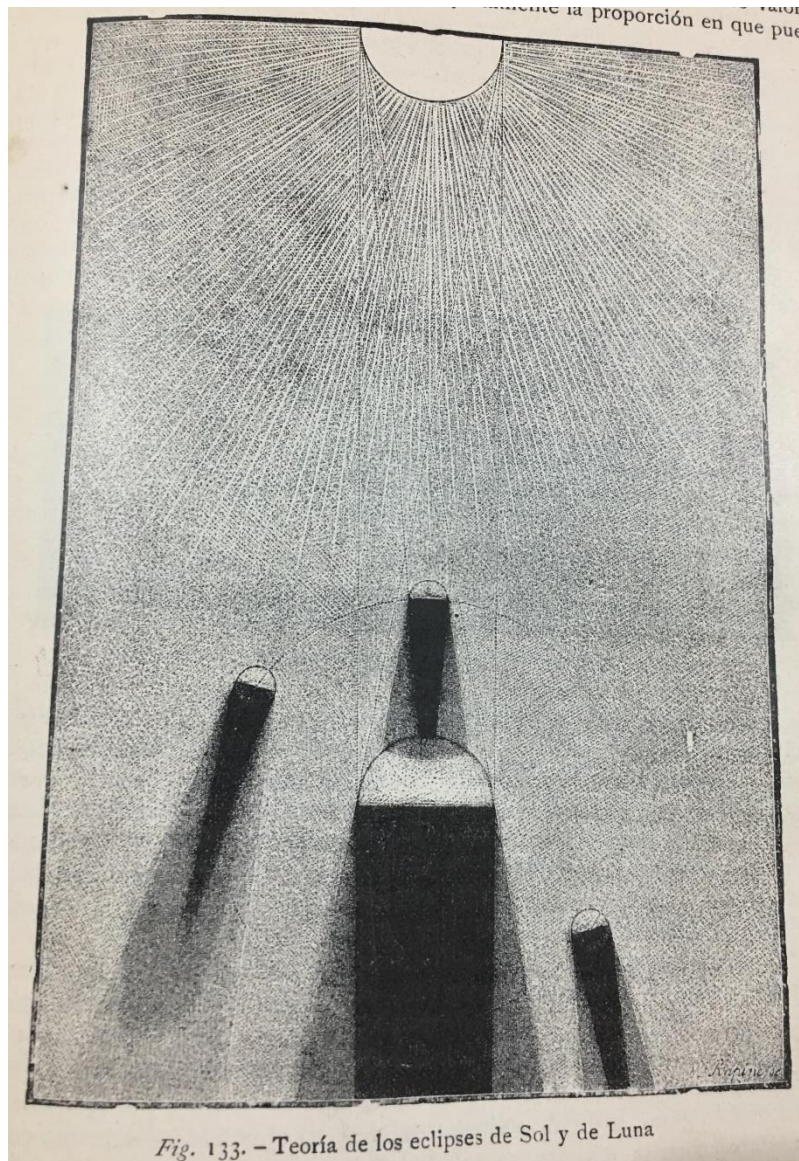


Fig. 133. - Teoría de los eclipses de Sol y de Luna

Figura 6 Eclipses de Sol y Luna.

Es notorio el hecho de que, al publicarse la obra que ilustra como se producen los eclipses de Sol y Luna, aun no se había utilizado la fotografía, se partía de dibujos o grabados como los que se muestran, en las imágenes 4,5 y 6 del texto de T. Armicis, A. (1901).

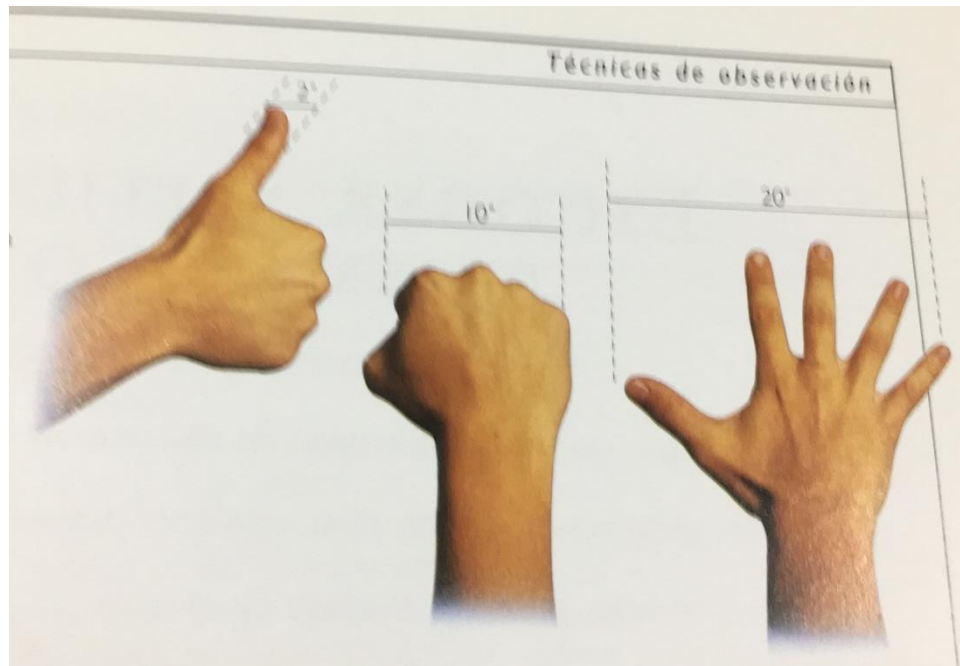


Figura 7. Formas utilizadas para medir, en forma aproximada, las distancias entre los cuerpos celestes.

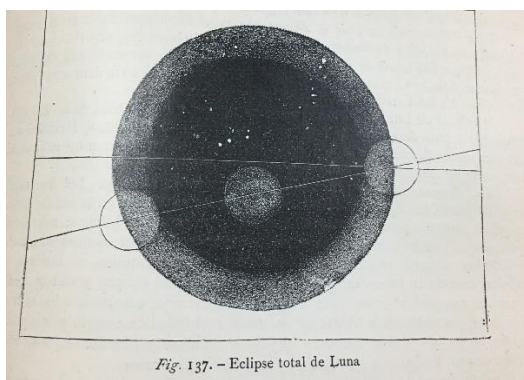


Figura 8 (T. Armicis, A. 1901).



Figura 9. Ilustración de la AAU de Argentina que muestra los diferentes momentos del eclipse.

En las dos imágenes que se presentan se observa un parecido muy marcado en referencia a los eclipses totales de Luna, como el que nos dimos a la tarea de documentar.

Desarrollo

La metodología utilizada consistió en lo siguiente:

Búsqueda del lugar idóneo para la observación del eclipse, instalación del equipo, división interna del trabajo a realizar, uso e indicaciones para la toma de fotografías.

Instalación del equipo.

El utilizar como instrumentos de captura de imágenes dos telescopios con diseño óptico diferente, implica obtener resultados distintos en razón de su distancia focal, para ello se utilizaron dos telescopios: El primero es un telescopio SC. Con distancia focal de 1250mm y una apertura de 5 pulgadas con relación focal f/10 utilizando un reductor focal de conversión a f/6.3. El segundo telescopio es un refractor de 400mm de distancia focal con una apertura de 80mm y una relación focal f/5.

Ambos instrumentos se instalaron en monturas ecuatoriales alemanas, para el primero se utilizó la montura Sirius con buscador polar integrado y control computarizado. En el segundo una montura Celestrón CG4 con motores en ambos ejes.

La calibración de las monturas permitió alinearlas al polo norte verdadero y hacer pruebas de exposición para cada una de las cámaras SLR utilizadas que en este caso fueron para el primer instrumento una cámara Canon T5i, Para el refractor una Nikon D3100.

En el SC se colocó la cámara Canon y se obtuvieron las imágenes directamente en la computadora.

Durante el evento se compartieron imágenes por medio de las redes sociales para su difusión con el propósito de que se pudieran disfrutar por quienes no tuvieron oportunidad de acompañarnos en esta empresa.

Resultados

Se exhibieron las imágenes logradas como producto del trabajo, durante las II Jornadas de Didáctica de la Ciencia en la Escuela Superior de Física y Matemáticas, las cuales suman un total de 246 fotografías con ambas cámaras. Algunas de esas imágenes se presentan a continuación, en seguida de las que se tomaron durante las Jornadas:

Imágenes tomadas durante el evento con la colaboración de los miembros del Club de Astronomía de ESFM con la finalidad de documentar el evento.





Imágenes del eclipse total de Luna ocurrido el 20 y 21 de enero de 2019











Aprendizajes esperados

Se infiere por lo obtenido como resultados lo siguiente:

El aprendizaje obtenido por los estudiantes involucrados a fin de saber utilizar el equipo que se comparte con ellos, el dominio de los conocimientos necesarios para calibrar instrumentos como los utilizados, y a su vez aprender contenidos diferentes a los que se tratan en forma escolarizada. Se da en este caso prioridad, no a la cuantificación o a la reunión de datos y su análisis, sino que el poder experimentar es básico para enfrentar un tratamiento científico posterior, de acuerdo a lo que se desee lograr dentro de otros ámbitos de investigación. En este caso se prioriza sobre la esfera de lo educativo, la enseñanza, el aprendizaje entre pares y el dominio de las estrategias para aprender y hacer de la ciencia un objeto con mayor interés al hacerlo más didáctico.

Referencias

Bergamini, D. (1978). *El Universo, Colección de la Naturaleza*. México: Time Life International.

Guillermo, G. C. (1995). *Pensamiento Matemático y Astronómico en el México Precolombino*. México: INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL, Dirección de Publicaciones.

T. Armicis, A. (1901). *Astronomía Popular TII*. Barcelona: Montaner y Simón Editores.

Las siglas: NdE PíEE . Corresponden a un sitio de WhatsApp generado con la intención de intercambiar información entre grupos afines a la Astronomía dentro de la Cd . de México.

Midiendo la expansión del Universo

Isaura Luisa Fuentes Carrera³⁴
isaura@esfm.ipn.mx

Resumen

La enseñanza y el aprendizaje de conceptos físicos suele encontrarse con dificultades en los primeros años de formación. Estas dificultades muchas veces se convierten en franco rechazo a la Física como materia en la enseñanza Secundaria y Preparatoria.

Una de las propuestas para resolver este problema consiste en presentar conceptos de Física de una manera lúdica que busque desmitificar esta disciplina y mostrar la cantidad de aplicaciones que esta puede tener.

La actividad “Midiendo la expansión del Universo” busca insertarse en la metodología anterior a partir del uso del software CLEA que utiliza actividades realizadas por astrónomos profesionales para introducir distintos conceptos de Física. Esta actividad consiste en medir la tasa de expansión del Universo a partir de la determinación de la distancia a una galaxia y la velocidad con la que esta se aleja del observador. El objetivo principal de la misma es reproducir las condiciones de trabajo en un observatorio astronómico profesional para introducir conceptos de Física como son el Efecto Doppler, la naturaleza de la luz, el movimiento ondulatorio, conceptos básicos de Física Moderna, conceptos de matemáticas y estadística, así como algunas nociones de Astronomía.

Se buscó situar la actividad y la presentación que la antecede al público presente en el “stand”. En este caso se trató de dos grupos de 2o y 3er año de Secundaria, por lo que el marco teórico de esta actividad se situó a dicho nivel de conocimientos y habilidades.

Objetivo

El objetivo de esta actividad es introducir los conceptos de movimiento ondulatorio, naturaleza dual de la luz, el átomo de hidrógeno, así como nociones de técnicas de espectroscopía utilizadas en Astronomía y algunas nociones básicas de esta rama de la Física. Se busca también repasar conceptos de matemáticas y estadística

³⁴ Escuela Superior de Física y Matemáticas, Instituto Politécnico Nacional, Edificio 9, U.P. Adolfo López Mateos, 07738, Ciudad de México, México.

manipulando los datos experimentales obtenidos con un simulador de observaciones astronómicas de galaxias. El objetivo de esta actividad es determinar la tasa de expansión del Universo, conocida también como Ley de Hubble-Lemaître.

Marco teórico

En esta sección se presentan de manera somera los conceptos necesarios para comprender y realizar este experimento.

Expansión del Universo

En 1927, Georges Lemaître fue la primera persona en predecir la expansión del Universo y medir la relación lineal que existe entre la distancia a una galaxia y la velocidad con la que se aleja del observador. Dos años más tarde, Edwin Hubble mostró que muchos de los objetos nebulosos que se habían observado hasta dicha fecha eran en realidad galaxias como la nuestra. Haciendo uso de la técnica observacional de espectroscopía de rendija larga determinó que estas galaxias se alejaban de la Vía Láctea a velocidades de kilómetros por segundo. Usando la relación que existe entre el brillo intrínseco de una galaxia y la distancia a la que se encuentra determinó también la distancia a la que se encontraba cada galaxia, encontrando que mientras más lejos de nuestra galaxia estaba la galaxia observada, esta se alejaba de nosotros a mayor velocidad. Esta relación entre distancia y velocidad de recesión se conoce ahora como ley de Hubble-Lemaître³⁵, y para el Universo Local (un volumen de 15,000 Mpc³⁶) está dada por

$$v = H \times d \quad (01)$$

donde v es la velocidad con la que la galaxia se aleja del observador, d es la distancia a la que se encuentra (en Mpc) y H es la llamada constante de Hubble que para el Universo cercano/velocidades pequeñas es igual a $70.4 \pm 1.4 \text{ km s}^{-1} \text{ Mpc}^{-1}$ ³⁷.

Este hallazgo es de suma importancia cosmológica pues nos dice que el Universo está en expansión.

³⁵ Hasta 2018 esta ley se conocía como “ley de Hubble”. En el verano de 2018, la Unión Astronómica Internacional votó por cambiar su nombre, incluyendo el nombre del sacerdote Lemaître quien fue el primero en predecir y observar la expansión del Universo.

³⁶ Un parsec (pc) es igual a $3.18 \times 10^{13} \text{ km}$. Las distancias en Astronomía suelen darse en esta unidad.

³⁷ Este valor ha variado desde que Hubble lo determinó en 1929, conforme las técnicas observacionales se han ido refinando. Una revisión del mismo se encuentra en <https://www.nasa.gov/feature/goddard/2018/improved-hubble-yardstick-gives-fresh-evidence-for-new-physics-in-the-universe>

Naturaleza de la luz

La luz es un ente físico que presenta propiedades ondulatorias (onda electromagnética) y propiedades corpusculares (partícula llamada fotón).

Un fotón es la partícula fundamental de luz. Esta también puede verse como un paquete de energía electromagnética, al cual suele llamarse “cuanto” de energía electromagnética. El valor de esta energía depende de la llamada “frecuencia del fotón”.

El fotón es la unidad básica que compone la luz por lo que forma parte de las llamadas “partículas elementales”.

Por otro lado, la luz también puede representarse también como una variación de campo eléctrico y campo magnético en el espacio y el tiempo, viajando en el vacío a una velocidad $c=299\,792.458\text{ km/s}$ (Figura 1, parte inferior).

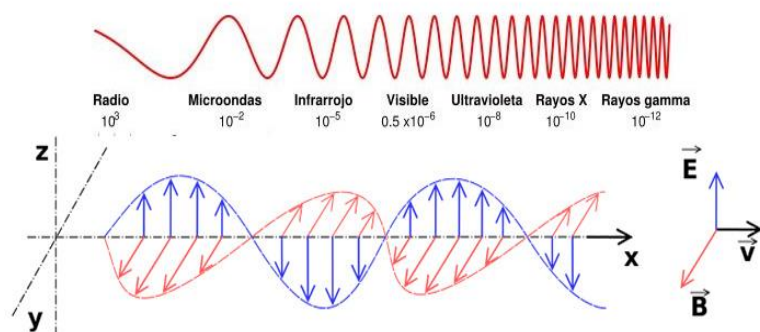


Figura 1.- Parte superior: Espectro electromagnético representado por distintas longitudes de onda de una onda electromagnética. Parte inferior: Representación de una onda electromagnética como la variación de campo eléctrico (vector E en la figura) y campo magnético (vector B en la figura). La dirección en la que se propaga la onda está dada por el vector $\vec{v}$ (imagen tomada de <https://www.lifeder.com/tipos-de-ondas-electromagneticas/>)

En este caso, la luz está caracterizada por una frecuencia ν , una longitud de onda λ y una velocidad de propagación v dada por

$$v = \nu \times \lambda \quad (02)$$

Considerando luz viajando en el vacío (es decir con velocidad c), diferentes longitudes de onda resultan en distintos “tipos de luz”, siendo la más habitual la llamada “luz visible” que comprende longitudes de onda que van de 3800 Å a 7400 Å (un årmstrong equivale a 0.0000000001 m, en notación científica esto se escribe como 10^{-10} m) que es la que vemos con nuestros ojos y va del violeta al rojo. Sin embargo la luz puede tener longitudes de onda de centenas de metros a picometros (10^{-12} m). De manera general a la luz se le llama radiación electromagnética y según su longitud de onda (y por lo tanto frecuencia) recibe distintos nombres dando lugar al espectro electromagnético (Figura 1, parte superior).

Efecto Doppler

Toda onda experimenta un cambio en su longitud de onda si el objeto que la emite se acerca o se aleja del observador. A este efecto se le conoce como Efecto Doppler. En el caso de la luz (estudiada como onda electromagnética), este está dado por la siguiente relación:

$$\frac{\lambda_{\text{obs}} - \lambda_{\text{rep}}}{\lambda_{\text{rep}}} = \frac{v}{c} \quad (03)$$

donde λ_{rep} es la longitud de onda de la onda cuando la fuente no se mueve, λ_{obs} es la longitud de onda cuando está se desplaza con una velocidad v respecto al observador (ya sea alejándose ó acercándose a este) y c es la velocidad de la luz en el vacío.

Si una fuente de luz se aleja del observador, esta se enrojecerá: mientras que la fuente se acerca al observador está se acercará al color azul.

El átomo de hidrógeno

El átomo de hidrógeno consiste de un protón y un electrón donde el protón ocupa el “centro” del sistema y el electrón gira alrededor del protón³⁸. El electrón puede ocupar órbitas más o menos lejanas del protón como se ve en la Figura 3. A cada una de estas órbitas (llamadas niveles de energía, n) corresponde una energía de amarre entre el electrón y el protón. Cuando el electrón se mueve de un nivel de energía mayor a uno menor, se emite un fotón. Este fotón tendrá una energía distinta según de cuál nivel “salga” el electrón y a cuál nivel “llegue”. La energía del fotón emitido está relacionada con la longitud de onda (y por lo tanto la frecuencia) de la luz que

³⁸ Esta representación se conoce como “átomo de Bohr”

es emitida³⁹. El átomo de hidrógeno puede emitir distintas longitudes de onda dependiendo de los niveles de transición inicial y final.

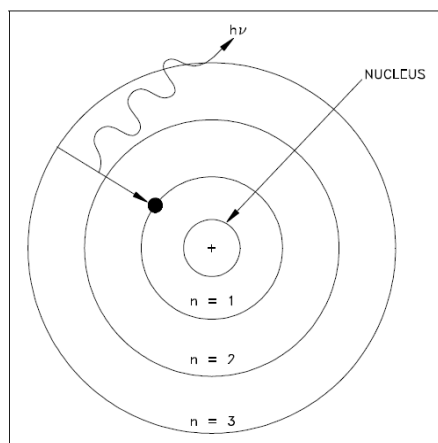


Figure 1 Bohr's Model of the Hydrogen Atom

Figura 3.- Modelo de Bohr del átomo de hidrógeno mostrando los primeros tres niveles de energía, así como la emisión de un fotón de frecuencia ν (imagen tomada de <http://nuclearpowertraining.tpub.com/h1019v1/css/Bohr-Model-Of-The-Atom-27.htm>)

El electrón en un nivel inferior del átomo de hidrógeno puede “subir” a un nivel superior. Sin embargo para que esto ocurra es necesario inyectar energía al átomo. Una manera de inyectar energía es cuando un fotón incide sobre el átomo con la energía necesaria para llevar al electrón del nivel inferior al superior. En ese caso, el fotón es absorbido por el átomo (Figura 3 izquierda). Por otro lado, cuando un electrón baja a un nivel inferior, se emite un fotón (Figura 3, derecha). Tanto la energía que necesita el electrón para subir de nivel, como la energía que libera el átomo en forma de fotón cuando el electrón baja de nivel tienen un valor específico que depende de los niveles inferior y superior, y del átomo con el que se esté trabajando (hidrógeno, helio, oxígeno,...). De ese modo se dice que la energía que absorbe o emite un átomo está cuantificada, es decir, se encuentra en paquetes de energía, la cual a su vez está asociada con la longitud de onda de la luz que se emite o se absorbe. Esto puede verse en la Figura 4 donde según los niveles a los cuales sube o baja el electrón están asociados con la absorción o emisión de una longitud de onda particular, es decir, de un color específico.

Este fenómeno está al origen de una técnica de observación astronómica llamada “espectroscopía”, la cual permite conocer entre otras cosas, los elementos químicos

³⁹ La Física que explica el átomo de hidrógeno y sus transiciones es la Física Cuántica que requiere conocimiento de Física y Matemáticas avanzados. En esta actividad se considera que una explicación somera es suficiente para entender el desarrollo de la misma.

que componen los objetos en Astronomía (estrellas, nubes de gas, galaxias,...), su temperatura y densidad.

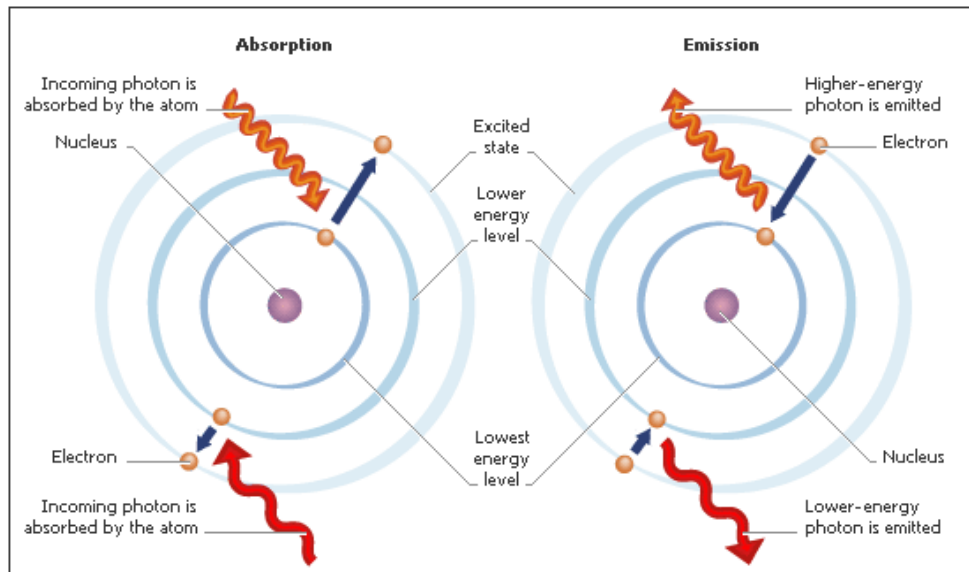


Figura 3.- Emisión y absorción de un fotón por un átomo de hidrógeno (imagen tomada de <https://www.slideshare.net/simonandisa/the-atom-spectra>).

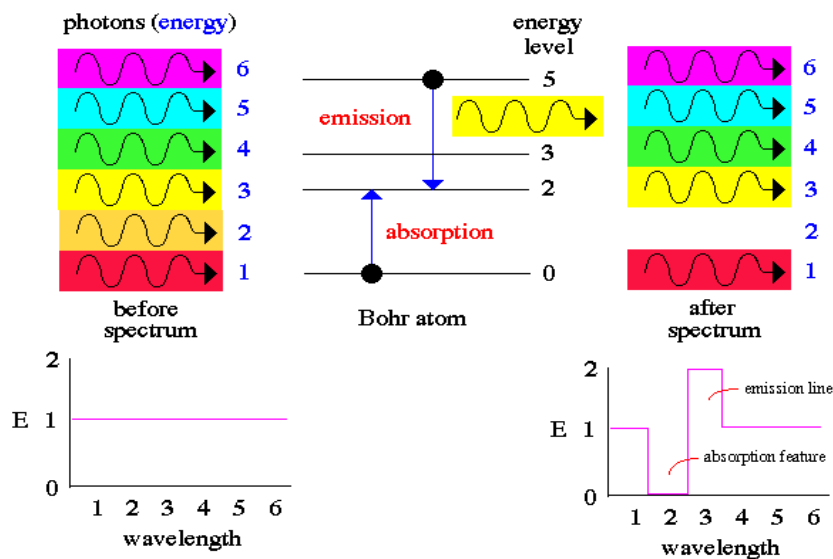


Figura 4.- Arriba: Emisión y absorción de luz de distintos colores por un átomo. Abajo: Formación de líneas de absorción y de emisión según las transiciones de electrones que experimenta el átomo (imagen tomada de <http://abyss.uoregon.edu/~js/cosmo/lectures/lec08.html>).

Espectroscopía en Astronomía

Como se mencionó anteriormente, a partir del uso de esta técnica se pueden conocer las propiedades físicas y químicas de objetos astronómicos. Aquí daremos varios ejemplos de espectros astronómicos asociados a distintos tipos de estrellas y de galaxias, los cuales permitirán entender los espectros utilizados en esta actividad.

Las Figuras 5, 6 y 7 muestran los espectros de tres estrellas con distintos tipos espectrales⁴⁰: una estrella tipo O, una estrella tipo G como nuestro Sol, y una estrella tipo M, respectivamente. Los elementos que componen sus atmósferas son distintos, lo cual puede verse en las líneas de emisión y de absorción que se indica en cada espectro.

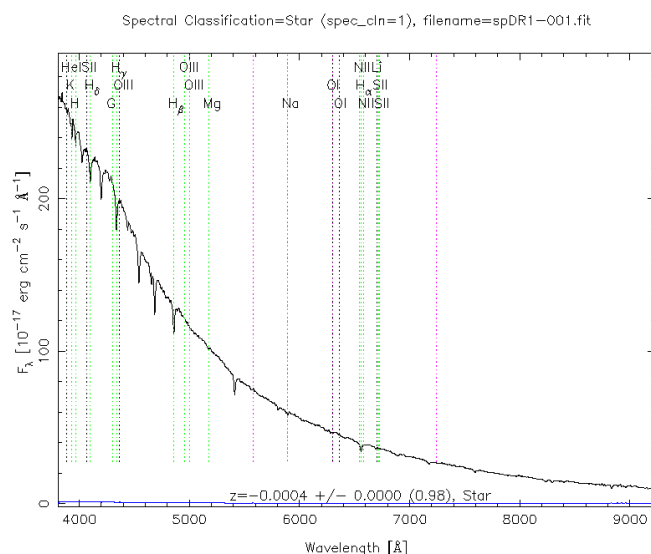


Figura 5.- Espectro de una estrella tipo O. Estas estrellas tienen una temperatura en su superficie de más de 30,000 K y son por lo menos 20 veces más masivas que nuestro Sol. El eje horizontal representa la longitud de onda de la luz que emite la superficie de la estrella; el eje vertical indica el flujo de energía (que puede entenderse como cantidad de luz por unidad de tiempo) que emite la estrella en cada una de estas longitudes de onda. Las rayas punteadas y las letras asociadas indican líneas de absorción asociadas con distintos elementos y iones presentes en la estrella. Es importante notar la forma general de la curva así como las unidades en flujo, además de que en este espectro no aparece el valor máximo del flujo que emiten estas estrellas, el cual llega a ser del orden de $1056 \times 10^{-13} \text{ erg cm}^{-2} \text{ s}^{-1} \text{ A}^{-1}$, es decir, casi diez millones de veces más brillante que el Sol. Imagen tomada de <http://user.astro.columbia.edu/~marcel/templates.shtml> .

40 El tipo espectral de una estrella está dado por las líneas de absorción que aparecen en su espectro y en la intensidad de las mismas.

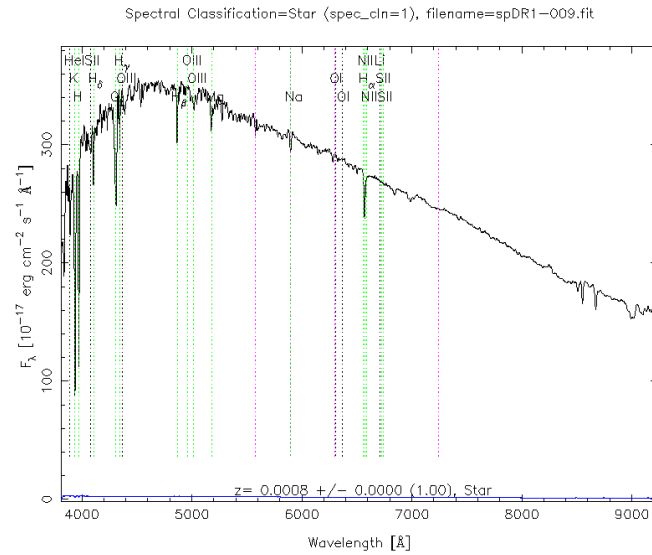


Figura 6.- Espectro de una estrella como el Sol, también conocida como tipo G. Estas estrellas tienen una temperatura en su superficie de unos 5,000 K. Los ejes representan lo mismo que el Figura 5, así como las rayas punteadas y las letras. Notar como la forma general de la curva, así como las unidades en flujo han cambiado respecto al espectro que se muestra en la Figura 5. Imagen tomada de <http://user.astro.columbia.edu/~marcel/templates.shtml>

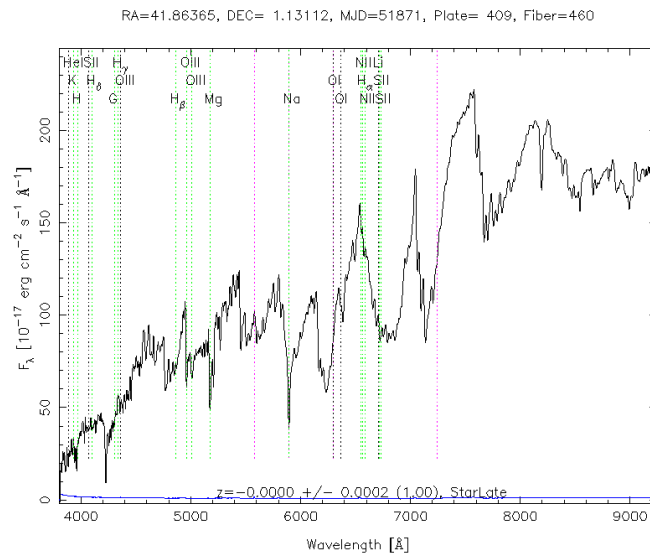


Figura 7.- Espectro de una estrella tipo M. Estas estrellas tienen una temperatura en su superficie de alrededor de 3,000 K y son menos masivas que el Sol. Los ejes, las rayas punteadas y las letras representan lo mismo que las Figuras 5 y 6. Imagen tomada de <http://user.astro.columbia.edu/~marcel/templates.shtml>

Si en vez de observar el espectro de una estrella, se observa el espectro de una galaxia, lo que se verá es la suma de los espectros de todas las estrellas presentes en dicha galaxia, ya que una galaxia es un conjunto de estrellas, gas y polvo que se mantienen unido por gravedad y que contiene en promedio 10^{11} estrellas (es decir diez millones de millones de estrellas). De modo que los espectros de las galaxias dependerán en su mayoría de las estrellas que contienen, y en algunos casos de la cantidad de gas medianamente caliente (alrededor de 5,000 K) que alberga.

En el Universo existen tres grandes grupo de galaxias, las espirales, las elípticas, y las irregulares; cada una con características diferentes. Para el propósito de esta actividad lo importante es saber los diferentes tipos de estrellas que hay en cada galaxia y en qué proporción.

En el caso de las galaxias espirales, estas contienen estrellas de todos tipos, tanto muy luminosas como las tipo O, como las poco brillantes como las tipo M. Estas galaxias contienen además gran cantidad de gas a una temperatura de aproximadamente 5,000 K que emite fotones de distintas longitudes de onda precisas qque forman líneas de emisión como en la Figura 4. El espectro de este tipo de galaxias está dominado por líneas de emisión provenientes del gas caliente, como se ve en la Figura 8.

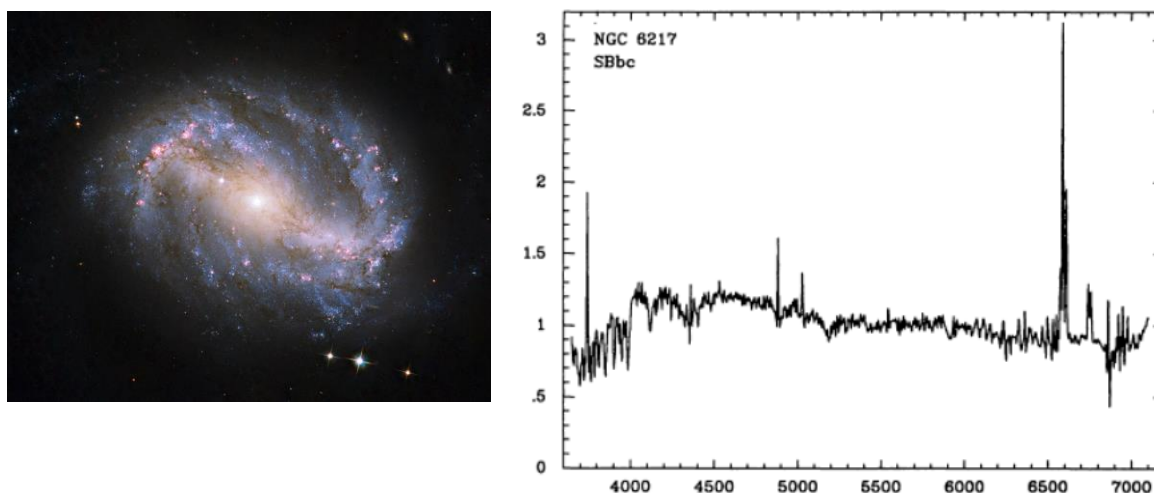


Figura 8.- Izquierda: Imagen de la galaxia espiral NGC 6217. Créditos: NASA, ESA, y el equipo Hubble SM4 ERO. Derecha: Espectro de esta galaxia. como M31 Los ejes representan lo mismo que la Figura 5, salvo que el flujo está normalizado. Las líneas de emisión corresponden a transiciones de niveles superiores a inferiores en átomos de hidrógeno, oxígeno, azufre y nitrógeno. Créditos: Observatorio Steward, R. Kennicutt.

Por el contrario, las galaxias elípticas contienen poco gas, y en su espectro predominan las líneas de absorción relacionadas con las estrellas viejas y poco masivas que contienen, como se muestra en la Figura 9.

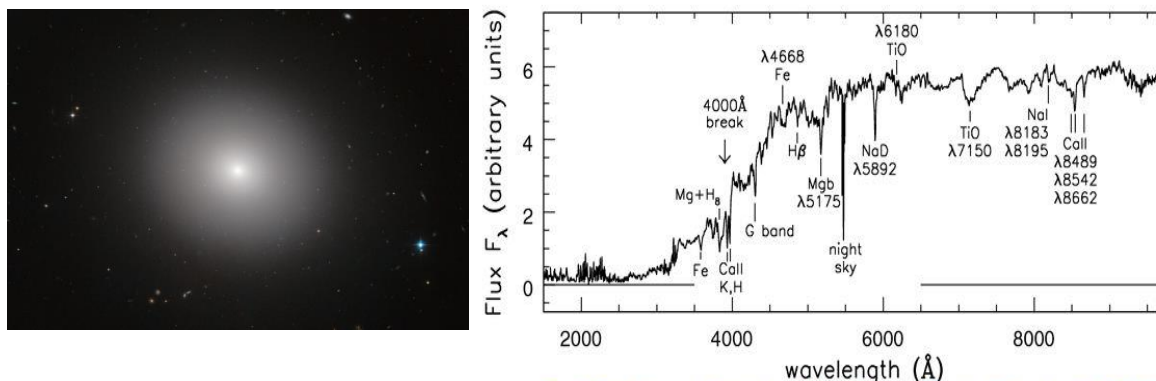


Fig 6.17 (A. Kinney) 'Galaxies in the Universe' Sparke/Gallagher CUP 2007

Figura 9.- Izquierda: Imagen de la galaxia elíptica IC 2006. Imagen tomada por el telescopio espacial Hubble. Derecha: Espectro de una galaxia de este tipo. Los ejes representan lo mismo que la Figura 5, salvo que el flujo está en unidades arbitrarias. En la Figura se indican los elementos asociados a las líneas de absorción a distintas longitudes de onda. Las líneas Ca II K, H cerca de los 4,000 Å se utilizarán en esta actividad para determinar el corrimiento al rojo de cada galaxia elíptica observada. Imagen tomada de http://www.astro.wisc.edu/~sparke/book/ch6figs/fig6_17.jpg

Luminosidad y magnitudes en Astronomía

En Astronomía, el término “luminosidad” se utiliza para describir el brillo intrínseco de un objeto. Sus unidades suelen darse en energía por unidad de tiempo y se denota por la letra L.

Sin embargo la luz que se mide desde la Tierra no es más que una fracción de la luz que emite intrínsecamente el objeto, considerando que este se encuentra a una distancia r del observador, que el objeto emite de la misma manera en todas direcciones y que el detector con el que se registra la luz que nos llega tiene un área finita. De modo que lo que medimos en la Tierra es un flujo asociado (el flujo que aparece en las Figuras 5 a 9). Este flujo F , está dado por la siguiente expresión

$$F = \frac{L}{4\pi r^2} \quad (04)$$

Por convención, este flujo suele asociarse con dos conceptos llamados “magnitud aparente” y “magnitud absoluta”. La primera está dada por la expresión

$$m_x = -2.5 \log_{10} \left(\frac{F_x}{F_{x,0}} \right) \quad (05)$$

donde m_x es la magnitud aparente asociado al objeto cuyo flujo medido desde la Tierra es igual a F_x , y $F_{x,0}$ es un flujo conocido, cuyo valor se escoge en función de la longitud de onda que se observe y el sistema de filtros utilizado. El subíndice x se relaciona con el filtro con el que se observa el objeto.

La “magnitud absoluta” M_x es la magnitud que tendría un objeto situado a 10 pc del observador.

Comparando estas dos magnitudes es posible obtener la distancia a la que se encuentra el objeto observado considerando el llamado “módulo de distancia”

$$M = m - 5 \log_{10}(d_{\text{pc}}) + 5 \quad (06)$$

Siendo d_{pc} la distancia a la que se encuentra el objeto medida en parsecs.

Actualmente se conoce la magnitud absoluta de muchos tipos de objeto, lo que nos permite conocer la distancia a la que se encuentra un objeto particular a partir de su magnitud absoluta, y de la magnitud aparente que se mide. Por ejemplo, se sabe que para galaxias elípticas como las que se utilizarán en esta actividad, la magnitud absoluta es igual a -22.

Desarrollo

Para realizar esta actividad se necesita una calculadora de bolsillo, papel cuadriculado o un programa de cálculo, una computadora con el sistema operativo Windows o algún otro sistema compatible con Windows⁴¹ y el software “Hubble Redshift Distance Relation” del proyecto VIREO.

El software VIREO⁴² (Virtual Educational Observatory) es un observatorio astronómico simulado con acceso a una base de datos de información astronómica a través de catálogos instalados con el programa, así como catálogos en línea.

⁴¹ Por ejemplo el sistema operativo Linux permite correr programa de windows usando el emulador “wine” (<https://wiki.winehq.org/Download>)

⁴² El software puede descargarse de <http://www3.gettysburg.edu/~marschal/clea/Vireo.html> dando la opción VIREO.zip

VIREO dispone de un conjunto de “telescopios”⁴³ de distintos tamaños capaces de observar en distintas longitudes de onda (óptico, infrarrojo y radio) así como distintos detectores e instrumentos (fotómetro de apertura, espectrómetro de rendija larga, espectrómetro multifibra y detectores de ondas de radio). El programa cuenta también con varias herramientas de análisis para realizar astrometría, fotometría y análisis espectral de los datos obtenidos.

Dentro de este software existe la actividad “Hubble Redshift Distance Relation” (Relación Distancia-Velocidad de Hubble) que es la que se describe en este texto. El propósito de la misma es ilustrar cómo se mide la velocidad de recesión de las galaxias utilizando un espectrógrafo contador de fotones, así como la estimación de la distancia a las galaxias utilizando sus magnitudes aparentes, con el fin de derivar la relación velocidad-distancia obtenida por Edwin Hubble y la expansión del Universo.

El software pone al estudiante en control de un telescopio óptico de cuatro metros equipado con una cámara y un espectrómetro electrónico. Usando este equipo, el estudiante determinará la distancia y velocidad de distintas galaxias localizados en cúmulos de galaxias en el cielo. A partir de estos datos se graficará la velocidad de cada galaxia en el eje de las ordenadas y las distancias a la misma en el eje de las abscisas.

La actividad inicia mostrando el interior de la cúpula del telescopio antes de comenzar la operación (Figura 9, lado izquierdo). Una vez que se abre, una cámara permite ver las galaxias con las que se trabajará y cambiar las coordenadas de apuntado del telescopio para enfocar cada galaxia en la rendija del espectrómetro (Figura 9, lado derecho).

El espectrómetro se echa andar para recolectar fotones con distintas longitudes de onda provenientes de la galaxia. Una pantalla mostrará el espectro que de este modo se va formando, es decir cantidad de fotones (intensidad) por longitud de onda (Figura 10).

⁴³ El tamaño de un telescopio está dado por el diámetro del espejo primario que recolecta la luz.

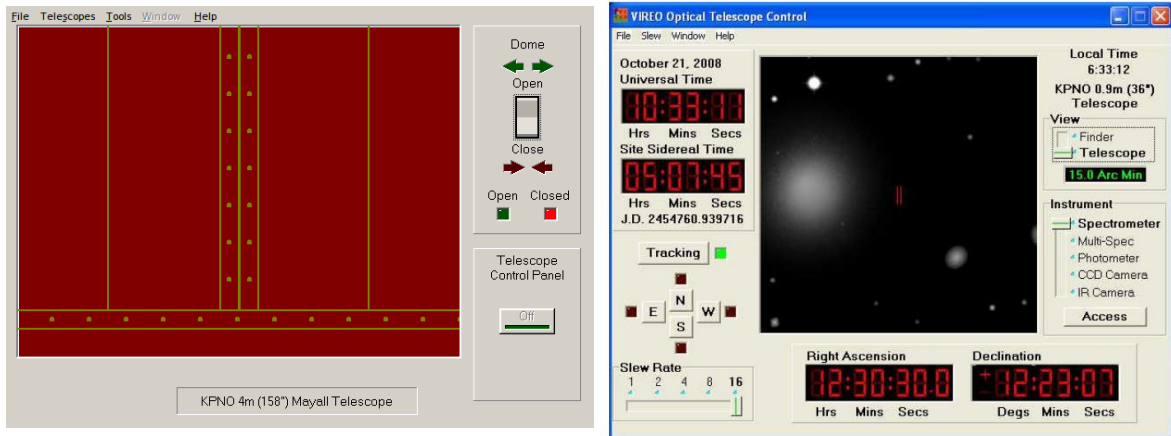


Figura 9.- Izquierda: Interior de la cúpula del telescopio de 4.0 metro con el que se obtendrán los espectros de las galaxias elípticas, así como sus magnitudes aparentes. Derecha: Ventana de control del telescopio y la cámara que registra las imágenes observadas. Se despliegan el tiempo universal, el tiempo sideral, las coordenadas en el cielo (ascensión recta y declinación) a las que apunta el telescopio, así como el tamaño del campo observado y el instrumento por utilizar.

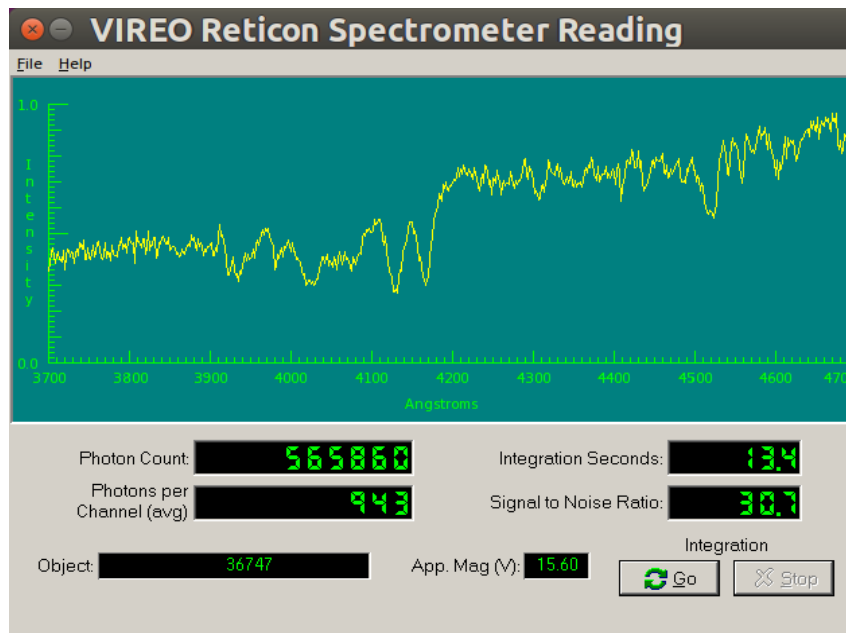


Figura 10.- Ventana de control del espectrógrafo. Esta muestra la cantidad de fotones que va recolectando el detector en función de la longitud de onda de cada uno. Se muestra también el número total de fotones recolectado, el tiempo de integración, el promedio de fotones con distinto valor de longitud de onda, así como la señal a ruido de la detección. Se muestra el nombre de la galaxia observada y su magnitud aparente.

Cuando se han recolectado suficientes fotones se podrá ver parte del espectro de una galaxia elíptica -en particular las líneas H y K del calcio- y medir sus respectivas longitudes de onda utilizando el cursor de la computadora (Figura 11).

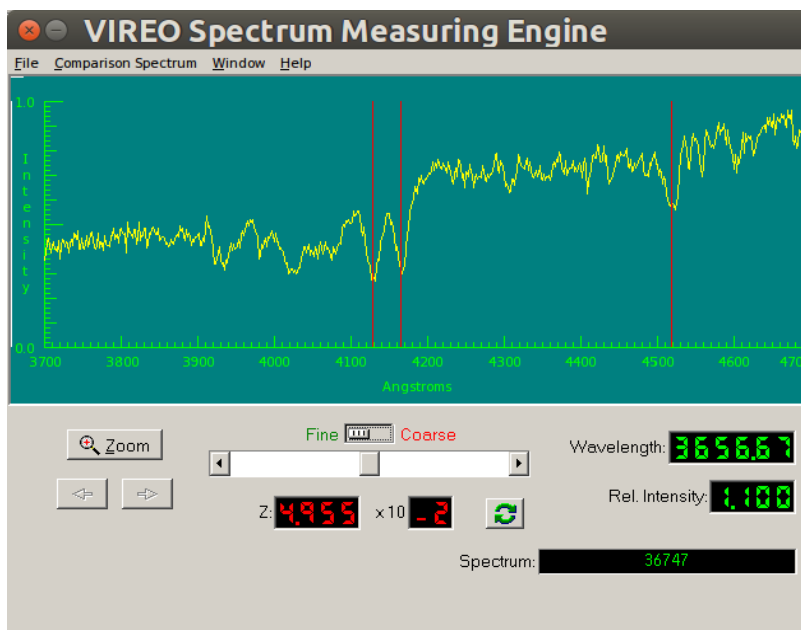


Figura 11.- Herramienta de medición del espectrógrafo, la cual permite determinar el corrimiento al rojo de las dos líneas de emisión K y H del calcio. Las ventanas en rojo muestran el corrimiento al rojo del objeto. La parte inferior verde muestra la longitud de onda de cada línea, su intensidad relativa, así como el nombre del objeto.

Las longitudes de onda medidas serán mayores que las longitudes de onda de estas líneas medidas en el laboratorio (es decir, en reposo) 397.0 nm y 393.3 nm, respectivamente ya que la galaxia se aleja de nosotros. El espectrómetro mide también la magnitud aparente de la galaxia a partir de la tasa de fotones que recibe de la galaxia. De modo que para cada galaxia se tendrán las longitudes de onda de las líneas H y K del calcio, así como la magnitud aparente de la galaxia.

Una vez que se han obtenido estos datos, la velocidad a la que se aleja la galaxia se obtiene utilizando la fórmula de Doppler (ecuación 03), así como la distancia a la galaxias comparando la magnitud absoluta igual a 22 (que es la que suele asociarse a una galaxia elíptica típica) con su magnitud aparente (ecuación 06). La velocidad está dada en kilómetros por segundo (km s^{-1}) y la distancia en megaparsecs (Mpc).

Esta medición debe realizarse para las distintas galaxias de la lista (Figura 12). Los cúmulos donde se encuentran las diferentes galaxias de la lista se encuentran a distintas distancias de la Vía Láctea con el fin de tener un rango importante de velocidades y distancias para graficar (Figura 13). La pendiente de la línea recta que se ajuste a los puntos nos dará el valor de H_0 , conocido como parámetro de Hubble (Figura 14). Los detalles sobre el uso del software se podrán encontrar en el Manual de Usuario del software en español en proceso de elaboración.

	OBJETO	Abs. Mag. M	Photon Count	App. Mag.(V) m	Distance (in parsecs) pc	Distance (in Megaparsecs) Mpc	z	VELOCIDAD
1		-21						
2		-21						
3		-21						
4		-21						
5		-21						
6		-21						
7		-21						
8		-21						
9		-21						
10		-21						
11		-21						
12		-21						
13		-21						

Usando la gráfica, obtener el valor de la pendiente de la recta

H = _____ km/sec/Mpc

ECUACIONES Y VALORES ÚTILES

$\log D = \frac{m-M+5}{5}$	$v_H = c \times \frac{\Delta\lambda_H}{\lambda_H}$	$\Delta\lambda_H = \lambda_{H \text{ measured}} - \lambda_H$	$\lambda_H = 3968.85$	$C = 299,000 \text{ km/sec}$	$1 \text{ Mpc} = 1,000,000 \text{ pc}$
$D = 10^{\log D}$	$v_K = c \times \frac{\Delta\lambda_K}{\lambda_K}$	$\Delta\lambda_K = \lambda_{K \text{ measured}} - \lambda_K$	$\lambda_K = 3933.67$	$1 \text{ Mpc} = 3.09 \times 10^{19} \text{ km}$	

Figura 12.- Tabla de datos por llenar durante la actividad, junto con las ecuaciones que servirán para deducir distintos valores a partir de las mediciones que arroja la medición.

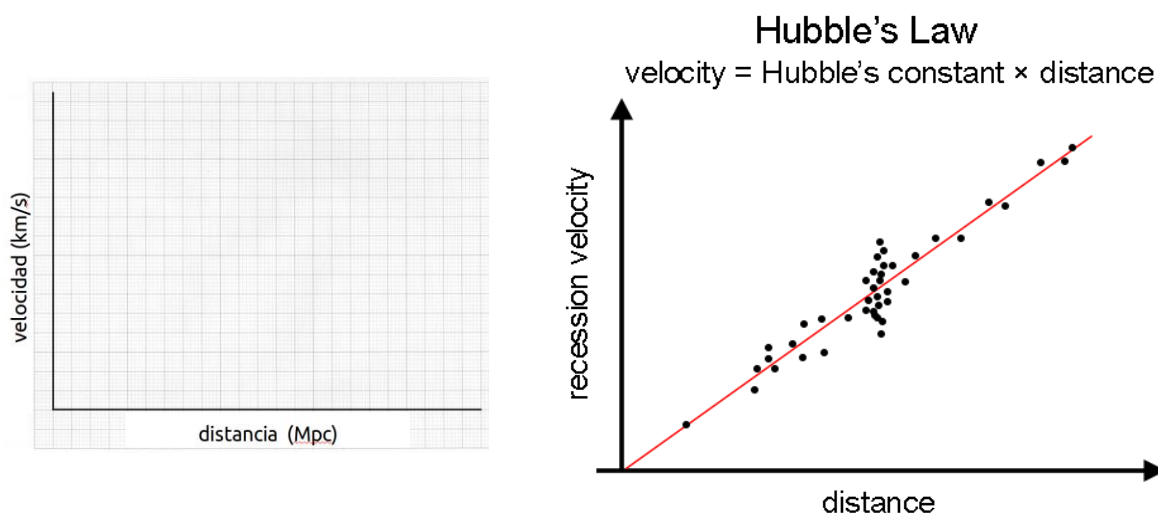


Figura 13.- Izquierda: Plantilla para graficar los valores de la Tabla en la Figura 12. Derecha: Relación de Hubble.

Aprendizajes esperados

Con esta actividad se espera que las y los estudiantes aprendan a utilizar y entender el funcionamiento de un espectrógrafo astronómico con el fin de adquirir espectros y magnitudes aparentes de galaxias, determinar las distancias a las que se encuentran a partir de las magnitudes medidas y las magnitudes absolutas de los objetos observado, medir el corrimiento al rojo de líneas de absorción en el espectro de galaxias, graficar velocidades radiales y distancias en una gráfica (x,y), e interpretar el diagrama graficado.

A partir de estos aprendizajes las y los estudiantes deberán ser capaces de calcular la velocidad de expansión del Universo, así como entender las dificultades inherentes del trabajo observacional en Astronomía.

Referencias

Project CLEA -- *CONTEMPORARY LABORATORY EXPERIENCES IN ASTRONOMY* <http://www3.gettysburg.edu/~marschal/clea/cleahome.html>

REVISED CLEA MANUALS http://www3.gettysburg.edu/~marschal/clea/CLEAmans_Knockel.html

THE VIRTUAL EDUCATIONAL OBSERVATORY, VIREO <http://www3.gettysburg.edu/~marschal/clea/Vireo.html>

D. S. Birney, G. Gonzalez & D. Oesper (2006) "Observational Astronomy", Cambridge University Press, 2006

E. Hecht (1999), "Óptica", Pearson Educación

H. Karttunen, P. Kröger, H. Oja, M. Poutanen & K. J. Donner (2007) "Fundamental Astronomy" Springer-Verlag Berlin Heidelberg

P. Léna (2013) "Observational Astrophysics", Springer Science & Business Media, Mar 9, 2013 - Science

R. A. Serway, C. J. Moses & C. A. Moyer (2004), "Modern Physics" Cengage Learning

R. A. Serway (2005), "Electricidad y magnetismo", International Thompson Sapin Paraninfo, S.A.

L.S. Sparke & J.S. Gallagher, III (2000) "Galaxies in the Universe: an Introduction" Cambridge University Press, segunda edición 2007

P.A. Tipler (1994) "Física moderna", ed. Reverté

Experiencias docentes sobre el desarrollo del “Taller de aplicaciones matemáticas a ingeniería textil”

Edith Cortez Martínez⁴⁴

José Alberto Cortés Martínez⁴⁴

Arturo Fidencio Méndez Sánchez⁴⁵

Estela Flores Gómez⁴⁶

ecm261078@hotmail.com

Resumen

En el presente trabajo se presentan las experiencias del “Taller de aplicaciones a ingeniería textil”, el cual tuvo la finalidad de encontrar un perfil común que relacionó a diferentes asignaturas de manera transversal, a saber, taller de tejido de punto, fibras, física, estadística, ecuaciones diferenciales, y laboratorio de pruebas físicas. Se propuso un tema de investigación que se desarrolló con ayuda de las diversas asignaturas.

El estudiante identificó problemáticas que surgieron de la investigación sobre textiles y propuso soluciones que involucran, además de la caracterización, traducir el problema del lenguaje cotidiano al abstracto incluyendo el gráfico, el de modelado y el experimental, así como también comunicar sus resultados de manera adecuada. Con las actividades desarrolladas en el taller el estudiante integra los conocimientos de las materias involucradas, de manera transversal.

Objetivo

Formar una clase con aplicaciones matemáticas para ingeniería textil, mediante un perfil transversal, para que los estudiantes sean capaces de crear, innovar, ser agentes de cambio, porque no tan sólo es darle al estudiante el conocimiento, se pretende que autoconstruya sus saberes, que se apropie del aprendizaje y lo vuelva suyo.

El estudiante será capaz de integrar los conocimientos, habilidades y actitudes de las diferentes asignaturas, en cuanto a identificación solución y comunicación; esto se podrá observar mediante una evaluación continua, para evidenciar que el estudiante muestra las competencias adquiridas en las diferentes asignaturas valorando cuantitativa y cualitativamente los logros alcanzados, utilizando el modelo de Van Hiele.

⁴⁴ Escuela Superior de Ingeniería Textil ESIT IPN 2

⁴⁵ Escuela Superior de Física y Matemáticas ESFM IPN 3

⁴⁶ Unidad Profesional de BiotecnologíaUPIBI IPN 4

Marco teórico

El modelo de Van Hiele (Jaime y Gutiérrez, 1990) propone una sucesión de cinco fases de aprendizaje para llevar a un estudiante desde un nivel de pensamiento al siguiente. Básicamente, estas cinco fases constituyen un esquema para organizar la enseñanza. En cada nivel la instrucción comienza con actividades de la fase primera y continúa con actividades de las siguientes fases. Las fases dentro de los niveles se describen de la siguiente forma:

Fase 1 (Información)

- El estudiante aprende a reconocer el campo en el que va a trabajar (los tipos de problemas que va a resolver o a estudiar, los procedimientos y materiales que utilizará, etc.) por medio del profesor.
- Esta fase sirve también para que el docente averigüe los conocimientos previos de los estudiantes sobre el tema que se va a abordar y su nivel de razonamiento en el mismo.

Fase 2 (Orientación dirigida)

- El estudiante explora el campo de investigación por medio del material.
- El estudiante sabe en qué dirección está orientado el estudio, pues sus investigaciones sobre el material son guiadas mediante actividades (diseñadas por el profesor o planteadas por los estudiantes) y ciertas directrices dadas por el profesor (por ejemplo: doblar, medir, buscar una simetría).
- Las actividades propuestas deben llevar directamente a los resultados y propiedades que los estudiantes tienen que comprender.
- El trabajo está seleccionado de tal forma que las estructuras características se le presentan al estudiante de forma progresiva.

Fase 3 (Explicitación)

- Las experiencias adquiridas se unen a símbolos lingüísticos precisos. Los estudiantes aprenden a expresarse sobre estas estructuras en el transcurso de discusiones, que tienen lugar en el aula. El profesor procura que en las discusiones se emplee la terminología usual. Los estudiantes deben intentar expresar en palabras o por escrito los resultados obtenidos y discutir sus experiencias con el profesor y los otros estudiantes, con el fin de que afiancen las propiedades y relaciones descubiertas y consoliden el vocabulario técnico que corresponde al tema objeto de estudio.

Fase 4 (Orientación libre)

- Los estudiantes aplican sus nuevos conocimientos y lenguaje a investigaciones posteriores sobre el material.

- El profesor debe proponer a sus estudiantes actividades que sean "situaciones abiertas" que preferiblemente puedan desarrollarse de diversas formas o que acepten diferentes soluciones. En el campo de investigación se coloca toda clase de indicios que muestren el camino a seguir pero que el estudiante deberá combinar adecuadamente. El maestro debe orientar a los estudiantes en la resolución de las actividades sólo en caso necesario, y lo hará con sugerencias que ayuden al estudiante a salir del atolladero, en vez de dirigir completamente hacia la solución.

Fase 5 (Integración)

- Los estudiantes condensan en un todo lo aprendido sobre el tema y la red de relaciones que están terminando de formar. Integran los nuevos conocimientos, métodos de trabajo y formas de razonamiento con los que tenían anteriormente.
- Los conocimientos nuevos que el profesor puede fomentar con las tareas propuestas para esta fase se refieren a organizaciones y comprensiones globales. Estas actividades deben ayudar a organizar lo que ya se ha aprendido con las actividades de las otras fases de este nivel.

Tomando en cuenta los procesos pedagógicos, es necesario tomar varias fases del aprendizaje, a obtener en el desarrollo de los proyectos: discernimiento, orientación dirigida, explicitación, orientación libre e integración.

Desarrollo

Fase 1 (Información)

Se comienza con el método de mínimos cuadrados, en caso lineal, señalando la interpretación física de las variables encontradas (pendiente m y la ordenada al origen b) de la recta $Y=mX+b$. Después, el estudiante aprenderá a realizar la construcción e interpretación de gráficas, modelos que pueden representar el comportamiento de los datos experimentales (modelo lineal y cuadrático), primero con ejemplos y datos teóricos, se realizan con calculadora; y después con los datos experimentales obtenidos en pruebas de calidad a fibras y telas textiles.

Fase 2 (Orientación dirigida)

Se usó tela de mezclilla nacional adquirida en tiendas de telas comerciales, se caracterizaron las principales pruebas físicas a las que pueden ser sometidos los tejidos textiles para comprobar la eficacia que aportan al producto final diseñado, así como las características estructurales de los mismos que condicionan su comportamiento. Se realizaron pruebas de fricción entre las telas y con diferentes materiales como tela-tela, tela- madera, tela-granito, tela-aluminio, y tela-acrílico, ante las que se encontraron diferencias si la orientación de la tela es en urdimbre o trama. Se

relacionó el coeficiente de fricción estático encontrado en la literatura con la pendiente del ajuste que los estudiantes encontraron.

También se fabricó tela en el taller de tejido de punto con material acrílico de procedencia nacional, mediante el uso de una máquina rectilínea manual galga 12, se tomaron mediciones de tiempo, pasadas y longitud.

Fase 3 (Explicitación)

Se realizó ajuste por mínimos cuadrados, a los datos obtenidos mediante las pruebas de calidad. Los estudiantes discutieron las unidades y encontraron que la pendiente es la velocidad de producción de la tela de tejido de punto, y que este material tiene diferentes coeficientes de fricción estática con diferentes materiales. En base a los resultados obtenidos para la tela de mezclilla, se discutió sobre los coeficientes de fricción y escribieron en un reporte sus explicaciones de las variaciones en dichos coeficientes conforme cambiaron la orientación de la tela (urdimbre o trama) y los diferentes materiales, usando lenguaje matemático.

Fase 4 (Orientación libre)

En el campo de investigación se encontraron datos de INEGI sobre la producción de pantalones de mezclilla y suéter de tejido de punto desde el año 2004 a 2018, en los que se puede observar que la producción de mezclilla ha disminuido, al igual que la producción de suéter. Se guio a los estudiantes a preguntarse qué ocurrió en esos años a nivel nacional y mundial para que se llegará a ese descenso y como afectó al factor laboral en nuestro país.

Fase 5 (Integración)

Los estudiantes trabajaron en la elaboración de un reporte en el que incluyeron las aportaciones de las diversas materias, una introducción, la teoría y las gráficas de sus experimentos, datos y demás elementos del reporte. Su exposición en un congreso institucional fue la culminación del “Taller de aplicaciones matemáticas a ingeniería textil”. En la tabla 1 se detallan las actividades realizadas.

Tabla I. Cronograma de actividades (elaboración propia)

Parte	Realización	Lugar
I	Análisis y teoría de ajuste por mínimos cuadrados. Se realizan ejemplos con datos proporcionados por el profesor, se gráfica y analiza. Se forman equipos y se determina la tela objeto de estudio	Salón

II	Caracterización de la tela: se determinan las fibras de la que está compuesta la tela, porcentaje de fibra, número de hilos de trama y urdimbre, fotografía de microscopio.	Laboratorio de Microscopia
III	Se realizaron pruebas de fricción de las diferentes telas de mezclilla, cambiando la orientación de la tela en urdimbre y trama con diferentes materiales como, madera, aluminio, granito, acrílico y tela. Se realizaron ajustes por mínimos cuadrados.	Laboratorio de Pruebas Físicas
IV	Se fabricó tela con hilo acrilán, obtenido con 2 proveedores nacionales, en una máquina rectilínea galga 12, se tomaron mediciones de tiempo, longitud y pasadas de la máquina	Taller de Tejido de Punto
V	Se realizaron pruebas de fricción en el tejido de punto en diversos materiales a saber, madera, aluminio, acrílico y la misma tela de tejido de punto.	Laboratorio de Pruebas Físicas
VI	Se escribió un reporte en el que incluyeron las aportaciones de diversas materias, y se expuso en un congreso institucional.	Salón



Figura 1. Laboratorio de microscopia (actividad II).



Figura 2. Laboratorio de pruebas físicas (Actividad IV).

Aprendizajes esperados

Mediante el Taller de aplicaciones a ingeniería textil, se favorecen diversos aprendizajes como: relacionar contenidos de diferentes asignaturas de manera transversal; identificar y solucionar problemáticas surgidas de la investigación sobre textiles, así como las necesidades de caracterización; abstraer; realizar traducciones entre el lenguaje cotidiano y el abstracto, en sus diferentes representaciones; modelar a partir de un experimento; comunicar sus resultados.

Además se promueve el aprendizaje colaborativo para explicarse las dudas de la teoría de fibras y de tejido de punto, dependiendo de la situación en que surgieron.

Cabe destacar que este Taller se pudo realizar gracias la participación de los profesores de las distintas asignaturas que se vieron involucradas en el desarrollo del Taller.

Referencias

Diplomado de formación docente para un nuevo modelo educativo, 2009.

Instituto Politécnico Nacional, "UN NUEVO MODELO EDUCATIVO PARA EL IPN", 2004. Referencia electrónica, <http://www.ipn.mx/servicios/Documents/Tramites-y-servicios/materialesReforma-IPN/Tomo-01-MaterialesReformaIPN.pdf> consulta enero de 2018.

Jaime A, y Gutiérrez A. (1990). Una propuesta de fundamentación para la enseñanza de la geometría: El modelo de van Hiele. En S. Llinares y M.V. Sánchez, Teoría y práctica en educación matemática (pp. 295-384) Alfar, Sevilla. Obtenido de: <https://www.uv.es/gutierre/archivos1/textospdf/JaiGut90.pdf>

Rubrica como orientación para el estudiante en la integración del examen visual en clínica integral

Alejandra de las Mercedes Morales Argáez⁴⁷

Alejandra Ibarra Morales⁴⁸

ale_mercy@hotmail.com

Resumen

Dentro de las formas de evaluación para la asignatura de Clínica integral, de la Licenciatura en Optometría, se considera una exposición final correspondiente a un caso clínico. Sin embargo, en la práctica docente se ha observado que, aunque los estudiantes realizan las pruebas correctamente, no llevan a cabo una relación de ítems, tratamientos y canalizaciones. Ante esta situación se diseña una rúbrica para el estudiante, en la que se identifican preguntas clave que permiten reflexionar sobre el procedimiento que se está realizando en las pruebas optométricas, para ayudar con la integración de resultados y análisis en el examen visual, esto como una estrategia para la autorregulación de los estudiantes.

Objetivo

Generar una herramienta que permita que los estudiantes de la Licenciatura en Optometría comprendan la interrelación que deben hacer de distintas pruebas y cuáles son los pasos clave para generar la reflexión que les permita dar un diagnóstico integral.

Marco teórico

Toda actividad humana, para que pueda realizarse con real éxito, requiere un ordenamiento de las acciones que la componen. Por eso, al asistir a un enfermo, la atención médica no puede existir sin un método. El método para asistir enfermos se conoce como “método clínico” (Martínez, Hernández, 2011). Este método fue desarrollado por los médicos griegos y se basa en una meticulosa inspección y rudimentarias palpaciones, para llegar a un diagnóstico y poder diseñar un tratamiento. De una manera general, clínica se refiere a todos aquellos datos sugestivos de enfermedad obtenidos mediante el interrogatorio y el examen físico, que mediante un procedimiento lógico en el que se relacionan todos los datos y resultados de las pruebas ejecutadas permiten determinar la condición del sujeto.

⁴⁷ Centro Interdisciplinario de Ciencias de la Salud, Unidad Santo Tomás del Instituto Politécnico Nacional

⁴⁸ Escuela Superior de Física y Matemáticas del Instituto Politécnico Nacional

El método clínico es la metodología principal utilizada por los médicos, es uno de los pilares a enseñar en las licenciaturas del área de la salud; Moleiro, Saez (2010) menciona: La enseñanza del método clínico transcurre en estos espacios de la educación en el trabajo, y el profesor debe modelar una actuación profesional ideal con este propósito.

Sin embargo, varios autores, (Sáez, 2010; Corona, Fonseca, 2011; Santana, León, García, 2014) concuerdan en que existe una problemática común en los estudiantes de medicina al momento de emplear el método clínico, ya que se tiene el mal hábito de separar las etapas y pruebas que componen el método, y consideran que esta problemática surge de una violenta separación que se presenta en el ámbito docente, donde cada prueba se enseña de forma particular, muchas veces en distintas unidades de aprendizaje. Esta situación concurrente y preocupante para el ámbito académico ha derivado en que distintos trabajos propongan metodologías de enseñanza del método clínico.

En el caso del método clínico en optometría, este se divide en seis etapas: interrogatorio, examen refractivo, visión binocular, patologías, diagnóstico y tratamiento, esto se ve ejemplificado en la Figura 1.



Figura 1. Diagrama de flujo de las etapas del examen clínico optométrico, basado en García, et. al (2006) pág. 15.

Las etapas asociadas a la realización de las técnicas de las pruebas visuales exclusivas de la optometría (refractivas, visión binocular) se subdividen en múltiples exámenes, los cuales se aplicarán según los resultados obtenidos en el interrogatorio y perfil del paciente. En la Tabla 1 se muestran las subpruebas de cada etapa.

Tabla 1. División de subpruebas en las etapas de las técnicas de las pruebas visuales exclusivas de la optometría

Etapas	Subpruebas	Función
Refractiva	Agudeza visual	Saber cuál es su mejor visión sin realizar ningún tipo de esfuerzo
	Capacidad visual	Saber cuál es su visión con su mayor esfuerzo posible
	Queratometría	Curvatura de la cornea en meridiano horizontal y vertical
	Retinoscopia	Técnica empleada para realizar la medición objetiva del poder refractivo del

		ojo, mediante la interpretación del movimiento de la luz reflejada en la retina, al ser iluminada
	Agudeza visual con RX	Su visión después de realizadas las pruebas correspondientes a su problema inicial
Visión binocular	Balance binocular	Igualar la vista de ambos ojos en la visión lejana
	Ambulatoria	Se realiza ya con su graduación obtenida del paciente al caminar
	Toma de agudeza visual de cerca	Prueba para saber cómo ve con la graduación obtenida de lejos leyendo de cerca
	Fijación	Prueba para saber cuánto puede mantener su vista en un objeto sin mover su visión
	Versiones	Movimientos binoculares, simultáneos conjugados en la misma dirección
	Ducciones	Movimientos monoculares, se estudian tapando el ojo sano, sólo cuando existe alteración en las versiones.
	Sacádicos gruesos	Movimientos visuales de ambos ojos en una sola dirección
	Sacádicos finos	Movimientos visuales de precisión utilizados en la lectura
	Persecución	Seguimiento de optotipo a una distancia de 40cm o lo correspondiente a una lectura de cerca
	Alineación ocular sin Rx	Observación de la posición de los ojos de lejos y de cerca sin su graduación correspondiente
	Alineación ocular con Rx ARN/ARP	Observación de la posición de los ojos de lejos y de cerca usando su graduación correspondiente, ARN utilizando lentes positivas hasta donde el paciente no pueda ver claro el optotipo, ARP utilizando lentes negativas hasta donde el paciente no vea claramente el optotipo.
	Amplitud de acomodación	Máxima capacidad, medida en dioptrías, que tiene el ojo de poder enfocar
	Flexibilidad acomodativa	De forma binocular, se mide manteniendo la vergencia estable, es preciso realizarla con control de no supresión
	Habilidad acomodativa	Capacidad que tiene el sistema acomodativo, para responder a niveles de demanda altos, en los cuales se estimula y se relaja dicha acomodación, pero además se valora la habilidad de mantener estos cambios por cierto tiempo.
	PPC	Punto de ruptura de visión al observar un objeto fijamente mientras se acerca al rostro desde una distancia de 40cm o distancia de lectura del paciente

	Vergencia	Movimiento conjugado de ambos ojos que se mueven de forma sincronizada en direcciones opuestas.
	CA/A	
	Integración	Fusión de ambas imágenes de los ojos en el cerebro para formar una sola imagen clara
	Estereopsis	Sirve para observar con precisión lo que se interpreta como la tercera dimensión o 3D

Desarrollo

Al igual que se reporta en la bibliografía la desconexión que hacen los estudiantes de los resultados obtenidos en el método clínico en la licenciatura de Medicina, se presenta un caso análogo en la carrera de Optometría, sin embargo, no se han encontrado propuestas que permitan apoyar a la práctica docente para corregir esta problemática. Ante esta situación se presenta una propuesta, basada en una rúbrica que ejemplifica las preguntas clave que deben hacerse los estudiantes para integrar las pruebas y sus resultados, a fin de dar un tratamiento integral (tabla 2).

Tabla 2. Rúbrica por pruebas del examen visual de clínica integral para el estudiante.

Etapas del examen visual y de visión	Prueba optométrica	Preguntas para los estudiantes	Criterios de calificación para la rúbrica
1) Interrogatorio	Interrogatorio completo	¿El interrogatorio permite establecer un prediagnóstico?	1) Recaba los datos básicos para ser interpretado por otro profesional (nombre, edad, fecha, riesgos del paciente) 2) Se identificó el motivo de visita 3) El prediagnóstico es coherente con la condición del paciente 4) Se identificaron los tres prediagnósticos (refractivo, patológico y de visión binocular)
2) Refractivo	Agudeza visual	¿Permite corroborar el prediagnóstico?	1) Con los datos obtenidos se corrobora el prediagnóstico 2) Si no se corrobora, se replanteó el prediagnóstico 3) Se identificaron los parámetros esperados en futuras pruebas optométricas a partir de los resultados

	Capacidad visual	¿Identificaste cuál es el vicio refractivo del paciente, o patología?	1) Se identificó el vicio refractivo 2) Se contrastó con pruebas de queratometría 3) Se identificó si los resultados son producto de un agente patológico
	Queratometría	¿Corroboras el cilindro esperado?	1) Se obtuvieron valores coherentes con el prediagnóstico 2) Se consideraron diagnósticos paralelos (bioastigmatismo, queratocono) 3) Se tomó la diferencia queratométrica no en cara anterior de cornea
	Retinoscopía	¿La graduación es acorde a la agudeza visual?	1) Corresponden a los valores esperado en agudeza visual 2) Ejecución de estrategias para evitar la acomodación del paciente
	Agudeza visual con RX	¿La agudeza visual llegó por lo menos a la capacidad visual?	1) Los valores son los esperados 2) Toma de decisiones para repetir pruebas optométricas (Retinoscopía)
Visión binocular	Balance binocular	¿Están trabajando los dos ojos con la misma calidad? ¿Qué no se lo permite? ¿Puedes iniciar la primera terapia?	1) Se verificó el trabajo de ambos ojos 2) Se identificó un posible tratamiento 3) Se diseñó una terapia
	Ambulatoria	¿Cómo se siente el paciente con su graduación para realizar sus actividades?	1) Se permitió al paciente realizar diferentes actividades con su RX. 2) Se ajustó la graduación o el eje para la comodidad del paciente
	Toma de agudeza visual de cerca	¿Alcanza una agudeza visual de 20/20 de cerca con un rango equilibrado?	1) Se alcanzó una agudeza de 20/20 2) Se consideraron posibles problemas de acomodación
	Fijación	¿El paciente puede mantener su atención por más de 20 segundos?	1) Se verificó la capacidad de fijación del paciente 2) Se integraron los resultados con los valores refractivos 3) Se consideró la propuesta de un trabajo en conjunto con un psicólogo
	Versiones	¿Se verificaron que los movimientos sean completos?	1) Se evaluó si hay músculos afectados

			2) Se analizaron las ducciones 3) Se descartó estrabismos 4) Se analizó una canalización
	Sacádicos gruesos	¿Son métricos?	1) Los valores son congruentes con el resto de las pruebas visuales 2) Identificas que tipo de terapia puedes dar
	Sacádicos finos	¿Hace el test en tiempo y sin errores?	1) Los valores de tiempo son adecuados 2) Se consideró una microtropía
	Rastreo	¿Tiene coordinación en las nueve posiciones de mirada?	1) Se verificaron los valores para las nueve posiciones de mirada 2) Se corroboraron las ducciones
	Persecución	¿Puede integrar el habla y memoria con las 9 posiciones de mirada?	1) Se verificaron los valores para las nueve posiciones de mirada 2) Se verificó el nivel de las preguntas para la situación del paciente. 3) Se descartaron problemas de oído, lenguaje, psicológicos
	Alineación ocular sin R.X	¿Hay ortoforia sin RX?	1) Se distinguió entre foria o tropia 2) Se determinaron los valores de una posible foria o tropia
	Alineación ocular con R.X.	¿Hay ortoforia con Rx?	1) Se identificó el tx 2) Se analizó el uso de prismas o terapia
	ARN/ARP	¿La acomodación y relajación del cristalino es equidistante?	1) Se identificó una posible insuficiencia o exceso de acomodación 2) Se puede proponer terapia
	Amplitud de acomodación	¿Ambos ojos acomodan al mismo ritmo?	1) Se analizaron las diferencias 2) Se puede proponer terapia
	Flexibilidad acomodativa	¿Presenta los ciclos normales monoculares?	1) Se consideró un posible exceso de insuficiencia de flexibilidad 2) Se puede proponer terapia
	Habilidad acomodativa	¿Presenta los ciclos normales de AO?	1) Se identificó la flexibilidad 2) Se puede proponer terapia

	PPC	¿Está en rangos normales de doble y recuperación?	1) Se analizaron a nivel cercano y lejano 2) Se puede proponer terapia
	Vergencias	¿Compensa la desviación?	1) Se identifica si se requiere un uso de prisma o cirugía 2) Se puede proponer terapia
	CA/A	¿Cae en valores normales?	1) Se verifica un exceso o insuficiencia 2) Se puede proponer terapia
	Integración	¿Ve 4 puntos todo el tiempo?	1) Se verificó la supresión de lejos y cerca 2) Se tomaron en cuenta los datos con luz y sin luz 3) Se puede proponer terapia
	Estereopsis	¿Ve hasta el rombo a?	1) Se ha interpretado el número de rombos que ve 2) Se identificó la relación que tiene con la supresión 3) Se puede proponer terapia
Diagnóstico		¿Se identificaron los tres diagnósticos?	1) Se distinguen los tres diagnósticos 2) Los diagnósticos están interrelacionados 3) Se integraron los diagnósticos con el resto de la salud del paciente
Tratamiento		¿El tratamiento está acorde con la integración de los tres diagnósticos?	1) El tratamiento incluye el refractivo, patológico y visión binocular 2) Se diseñó un programa de terapia conjunto con el paciente 3) Se diseñó un trabajo en conjunto para atender diagnósticos paralelos o canalizaciones

Aprendizajes esperados

Ya que el examen visual permite conocer el estado visual del paciente y poner de manifiesto la posible existencia de anomalías, deseamos que en nuestra práctica docente se logre transmitir al estudiante que el diagnóstico y el tratamiento deben incluir los resultados de las múltiples pruebas realizadas. Es por ello que se diseñó la Rubrica presentada en la Tabla 1, la cual busca ser un modelo del tipo de cuestionamientos generales y tipo de relaciones que debería acompañar el estudiante junto con la historia clínica de cada paciente que traten en la clínica, esto con el fin

de que interiorice el proceso lógico que debe llevar a cabo al momento de atender un examen óptico.

Este modelo permite al estudiante determinar las causas de la sintomatología o el punto motivo de consulta y las disfunciones que existen. Al momento de realizar una revisión de la historia clínica, el docente también podría hacer uso de la rúbrica para cuestionar al estudiante y que el mismo llegue a conclusiones importantes como el que la ausencia de sintomatología pueda ocultar la existencia de algún mecanismo de compensación sensorial que se instaura para evitar trastornos y molestias, permitiendo al paciente cubrir su demanda visual.

En el aspecto de diagnóstico se consideró la pregunta de si ¿Se consideraron los tres diagnósticos necesarios? El refractivo, el de visión binocular y el patológico, y con esto proponer un tratamiento integral, es decir incluir cosas como el uso de prismas, o terapia visual. Con este análisis el estudiante notará la importancia de escoger un tratamiento adecuado, ya que de otra manera puede dar lugar a condiciones que compliquen la salud del paciente, tal y como confundir ambliopía refractiva con una ambliopía estrábica. Si se mandan oclusiones en ambos casos, en el primero será el tratamiento correcto, sin embargo, en el segundo puede crear una correspondencia retiniana anómala, lo cual es un daño irreversible al paciente.

Referencias

Corona, L., Fonseca, M., (2011) El método clínico y los dilemas de la clínica. *Medisur vol. 9, no 5*.

Santana, P., León, M., García, D., (2014) Diagnóstico del papel del profesorado en el proceso enseñanza aprendizaje del método clínico en la carrera de Medicina. *Mediciego No. S2*

Moleiro, S., (2010) Propuesta metodológica para la enseñanza del método clínico. *Revista educación Médica del centro. Vol. 2*.

García, B., et. Al. (2006) Visión binocular- diagnóstico y tratamiento. Ed. Alfaomega.

Rúbrica de apoyo a la docencia para impartir la unidad de aprendizaje de Historia de la Optometría

Lucio Alemán Rodríguez⁴⁹

Alejandra de las Mercedes Morales Argáez⁴⁹

Alejandra Ibarra Morales⁵⁰

Margarita Rosario Castro⁴⁹

lalemanr@hotmail.com

Resumen

Dentro del actual plan de estudios de la Licenciatura en Optometría impartida en el Instituto Politécnico Nacional (IPN), se incluye la materia de Historia de la Optometría; esta asignatura tiene el propósito de introducir al estudiante dentro de la naturaleza y trascendencia de la carrera. Sin embargo, dicho plan de estudios, presenta temas abiertos y a falta de bibliografía, se vuelven ambiguos los datos y hechos que debe enseñar el profesor para cumplir el propósito de la materia. Ante esto, se propone la creación de una rúbrica como herramienta de apoyo al profesor, ésta permite una homologación de los datos impartidos en clase.

Objetivo

Homologar los datos impartidos en la unidad de aprendizaje de Historia de la Optometría, mediante una rúbrica.

Marco teórico

El sentido de pertenencia, mencionado por Maslow (1970) en su pirámide jerárquica de las necesidades innatas del hombre, es un sentimiento que permite al individuo vincularse como miembro de una sociedad o grupo. Este sentir fomenta actitudes de colaboración y trabajo en equipo, genera confianza y proporciona estructura. La escuela es una de las principales comunidades a las que pertenece el estudiante, que lo ayuda a delinear su trayectoria personal, social y profesional (Perrenoud 1995).

De los estudios sobre el sentimiento de pertenencia escolar se destaca el de Finn (1989), para quien el involucramiento de los estudiantes en la escuela no es sólo la participación en actividades escolares, sino un aspecto emocional que él llama "Identificación con la escuela", lo cual divide en dos componentes; el sentimiento del estudiante de ser parte, y la adhesión del estudiante a los valores y normas de

⁴⁹ Centro Interdisciplinario de Ciencias de la Salud-Unidad Santo Tomás del Instituto Politécnico Nacional

⁵⁰ ESFM IPN

la institución escolar. Si el estudiante no visualiza un objetivo en común con la profesión que está estudiando no podrá generar dicho sentimiento de pertenencia, lo cual termina generando apatía y deserción.

Lamentablemente, la Licenciatura en Optometría es una carrera poco conocida en México, y según reporta el Departamento de Gestión Escolar del Centro Interdisciplinario de Ciencias de la Salud Unidad Santo Tomas (CICS-UST), del Instituto Politécnico Nacional, en promedio sólo el 5% de los estudiantes que la cursan en su centro solicitaron la carrera dentro de sus opciones de ingreso. Como una propuesta para mejorar esta situación, en 2011 se agregó el plan de estudios de la licenciatura la unidad de aprendizaje de Historia de la Optometría; ésta tiene el propósito de “Demostrar el impacto de la Optometría con base en su desarrollo histórico de México y el mundo”, se esperaba que al difundir este impacto se generara este sentido de pertenencia que hace falta en un alto porcentaje de estudiantes.

El tipo de impacto social que puede generar la enseñanza de la historia se reporta en trabajos como los de: Cánepa (2017) quien menciona que para Elvira Scalonha, la historia puede servir para generar sensibilidad y activar roles ciudadanos.

Rüsen (2005) dice:

Para que se produzca una percepción del transcurso del tiempo como relevante, o por lo menos como parcialmente determinante en la construcción identitaria del individuo o de la sociedad, primero debe historiarse... el tiempo debe hacerse inteligible reflejando su experiencia como una forma de interpretación. Mediante la interpretación, el tiempo adquiere sentido, y adquiere una característica significativa: se convierte en Historia...

Por otra parte, Aróstegui (2004) menciona que la historización de la experiencia propia es un punto de arranque para la formación de identidades histórico-sociales, lo cual permite comprender la relación que existe de una sociedad con su pasado, pero también con su futuro.

Sin embargo, a falta de bibliografía que aborde la trayectoria histórica de la carrera de Optometría en el país y con un plan de estudios que sólo especifica tópicos generales, se ha observado que cada profesor imparte datos diferentes y muchas veces inconsistentes entre un grupo y otro, esto impide generar ese sentido de pertenencia común, ya que cada estudiante considerará una realidad diferente y a veces opuesta a sus compañeros.

Desarrollo

A continuación, se muestra la tabla de temas que aparece en el programa sintético de Historia de la Optometría (2011) a fin de poder contrastar con nuestra propuesta.

Tabla I Programa sintético de Historia de la optometría

N° Unidad temática I		Nombre: Origen y evolución de la Optometría	
UNIDAD DE COMPETENCIA Describe el desarrollo de la optometría como profesión a partir de su origen hasta la actualidad			
No.	Contenidos	Horas con Docente	Horas de aprendizaje autónomo
1.1	Historia de la Optometría		
1.1.1	En el mundo	1	0.5
1.1.2	En México	1	1
1.1.3	En el Instituto Politécnico Nacional	1.5	1
1.2	Panorama actual		
1.2.1	Marco legal para el ejercicio de la profesión	2.5	1
1.2.2.	Organizaciones profesionales nacionales e internacionales	3	1
2.1	Oferta educativa nacional		
2.1.1	Nivel superior	2.5	0.5
2.1.2	Posgrado	1	0.5
2.1.3	Otros	1	0.5
2.2	Programa académico en el IPN		
2.2.1	Objetivo, Misión y Visión	1	1
2.2.2	Perfil de ingreso y egreso	1	0.5
2.2.3	Áreas de competencia	1	0.5
2.2.4	Plan de estudios	1	0.5
2.2.5	Campo laboral	0.5	0.5

Cómo se puede observar en la Tabla I, únicamente se expresan tópicos generales. Algunos claramente específicos como el Objetivo, Misión y Visión, y otros sumamente ambiguos como el Marco legal para el ejercicio de la profesión. A continuación, se expone la Rúbrica que se propone en este trabajo. Para cada tema especificado en el temario oficial se presentan los dos niveles mínimos de datos que deben exponerse y se especifica el aprendizaje asociado a estos datos con el fin de orientarlo a la generación la identidad deseada.

Tabla II. Rúbrica para el profesor.

Tema	Subtema	Niveles para rubrica			
		Nivel	Aprendizaje asociado	Nivel	Aprendizaje asociado
Historia de la optometría	En el mundo	1) Roger Bacon 1250 D.C. da definición de optometría	Identificar que en la edad media se inicio la formalización del área.	2) Aristóteles y Euclides realizan los primeros estudios sobre óptica	Reconocer que el fenómeno de la visión ha intrigado desde la antigüedad.
	En México	1) Existen códigos prehispánicos que muestran el interés en la salud visual	Reconocer que el interés en la salud visual es universal	2) Los aztecas registraron remedios medicinales y los mayas producían estrabismos	Identificar aportaciones explícitas e las culturas prehispánicas en nuestro país
	En el Instituto Politécnico Nacional	1) Fundada por Márquez y Oropeza en 1950	Identificar las razones y condiciones en las que se fundo la carrera	2) El primer lugar en Latinoamérica que abre la carrera	Conocer que el IPN ha tenido aportaciones nacionales e internacionales.
Panorama actual	Optometría moderna*	1) En el gabinete se hace refracción, visión binocular, patologías y terapia. Investigación	Valorar las aportaciones que hace la carrera en la salud visual	2) Relación bilateral y de trabajo en conjunto con oftalmólogos, educadores, médicos.	Identificar las relaciones de respeto y trabajo en conjunto con otros profesionistas
	Marco legal la profesión	1) No existe marco legal en México para ejercer la optometría	Concientizar de la falta de un marco legal	2) Explicar las problemáticas en salud general a falta de ópticas reguladas	Concientizar de los problemas sociales que genera este déficit legal
	Organizaciones profesionales	1) COMOF y CODIFE	Conocer las organizaciones nacionales de optometría	2) CNOO-España y ASOPTOPA-Panamá	Conocer las organizaciones internacionales de optometría
Oferta educativa nacional	Nivel superior	1) Existe en nivel técnico, licenciatura y posgrado	Identificar los distintos grados académicos asociados.	2) Conocer las universidades que imparten la licenciatura.	Identificar las universidades que imparten la licenciatura

	Posgrado	1) Conocer las opciones para la continuación de estudios, especialidad y maestría	Conocer las opciones que tienen para continuar sus estudios	2) Instituciones que imparten Especialidad-IPN Maestría-UNAM y UAA	Conocer las instituciones que les brindan posgrados en optometría
Programa académico en el IPN	Objetivo, Misión y Visión	1) Parafrasear el objetivo, misión y visión	Conocer el objetivo de la carrera		
	Perfil de ingreso y egreso	1) Identificar las actitudes y aptitudes que se requieren al ingreso	Autoanalizar sus cualidades y deficiencias para trabajarlas en su trayectoria académica	2) Identificar las actitudes y aptitudes del perfil de egreso	Motivar a los estudiantes a sentirse valorados como profesionistas de la salud
	Áreas de competencia	1) Identificar las áreas Óptica y clínica	Conocer las principales áreas de trabajo	2) Investigación (clínica, técnica, educación)	Conocer las nuevas áreas de oportunidad en la carrera.
	Plan de estudios	1) Conocer la división de básicas y clínicas	Identificar que las materias tienen distintos enfoques	2) Conocer las materias y su relación entre ellas	Identificar la integralidad del plan de estudios
	Campo laboral	1) Conocer las oportunidades de trabajo en el campo clínico	Identificar el principal campo laboral - enfoque de la licenciatura en el IPN	2) Conocer las áreas de educación, óptica e investigación	Identificar las demás áreas de oportunidad laboral

*Este topico no es parte del plan de estudios oficial, pero se considera como una aportación valiosa para a integrarse.

Esta propuesta no especifica la forma de dar los temas, ya que se considera que se pueden impartir según el criterio del profesor, sin embargo, los datos específicos tales como los fundadores y fechas si deben respetarse.

Aprendizajes esperados

Con el uso de la Rúbrica se espera apoyar al docente para que los estudiantes aprendan, con respecto a los antecedentes internacionales, los trabajos de algunos filósofos griegos, y de Bacon en la Edad Media; permite dar un panorama sobre como el interés en la visión tiene orígenes milenarios y ha evolucionado a lo largo de las épocas; esta noción de evolución permite identificar que no es una rama estática sino cambiante y que ellos pueden contribuir con dicha evolución. Para la historia dentro de nuestro país, se conocen antecedentes de culturas prehispánicas, como los remedios medicinales aztecas y la producción de estrabismos como parte de los cánones estéticos de los mayas. El reconocimiento de la universalidad que tiene la salud visual e identificar los antecedentes nacionales permite apreciar el interés en la salud visual.

El aspecto institucional que consiste en comentar la historia dentro del IPN, primero se sugiere presentar que la carrera fue fundada por los Oftalmólogos Manuel Márquez Rodríguez y Javier Oropeza Barrios en 1950, en el IPN y concebida en el Café Tacuba, durante diversas charlas, en acuerdo con el presidente Miguel Alemán, durante las direcciones de los Ingenieros Alejandro Guillot y Juan Manuel Ramírez, siendo en esta institución el primer lugar donde se imparte la carrera en el país. Dichos oftalmólogos distinguieron la necesidad de dividir el trabajo de la salud visual, dejando el aspecto de corrección refractiva a un profesionista particular, el Optometrista, sobre todo por la creciente demanda de este tipo de tratamientos y distinguiéndose de la especialidad de los oftalmólogos, las patologías. Reconociendo que no es el Optometrista un médico de segunda, sino uno creado por la necesidad de atender íntegramente al paciente. Por otra parte, el conocer que el IPN fue el pionero nacional en esta licenciatura, y además, que las demás facultades y escuelas, tanto en México como en múltiples países de Latinoamérica que la imparten, son fundados por egresados nuestros, se espera genere una identidad con el IPN, sabiendo ahora el estudiante que forma parte de una institución con impacto internacional.

Dentro del panorama actual, el primer punto de la rúbrica (Tabla II), Optometría moderna, es un tópico que no aparece dentro del plan de estudios, pero que sugerimos con el fin de completar el ciclo de la enseñanza histórica, es decir, proyectar a futuro. El primer nivel de este tópico, es distinguir el trabajo dentro del gabinete, aunque la carrera inició como una propuesta para el tratamiento refractivo, es sus casi 70 años en el país, se han generado nuevas áreas de trabajo con el paciente como es la visión binocular y las terapias visuales, las cuales aún están en creciente desarrollo, el cual viene acompañado de la naciente investigación nacional sobre temas de Optometría. Se espera que esta exposición permita valorar las aportaciones de la profesión a la salud visual. El segundo nivel seria hablar sobre la relación bilateral de trabajo con otras profesiones.

Lamentablemente esta profesión médica se considera de baja categoría, como asistentes de los oftalmólogos, pero tal y como se mencionó en el primer tema, debe destacarse que se está al mismo nivel, y que fue una propuesta de los mismos oftalmólogos, no como ayudantes sino para dividir el trabajo y poder tratar mejor al paciente. Además gracias a las nuevas labores que ejecuta el Optometrista, se realizan trabajos en conjunto con otros profesionistas como son los médicos generales, psicólogos y educadores, siempre teniendo en claro la relación de respeto y trabajo en conjunto que se espera presenten nuestros estudiantes.

El siguiente punto marcado por el programa, es el marco legal de la profesión. Como se mencionó anteriormente, este tema es muy ambiguo ya que en México no existen leyes que regulen el ejercicio de la Optometría, lo que permite que cualquier persona, sin importar su nivel de estudios, pueda tener un consultorio. A pesar de esto, se puede aprovechar el tema para concientizar a los estudiantes sobre la importancia de buscar la generación de este marco legal, hablándoles de las consecuencias a la salud que puede generar la falta de ópticas reguladas. Finalmente, en el tercer punto, se sugiere enseñar las instituciones más relevantes y formales dentro de la Optometría en México, COMOF y CODIFE, así como un par de instituciones internacionales, CNOO en España y ASOPTOTA de Panamá, con las que los estudiantes podrían apoyarse al momento de ejercer la carrera o buscar regulaciones legales.

Luego encontramos el tema de Oferta educativa para el nivel superior, se sugiere explicar que en nuestro país sí se imparte esta profesión a distintos niveles desde técnico hasta posgrado, y que se distinguen los enfoques de cada nivel, ya que por ejemplo, el nivel técnico no tiene un plan de estudios acordes al tratamiento clínico sino al trabajo de talleres ópticos y biselado. Además se sugiere exponer las universidades que imparten la carrera e igualmente sus enfoques, por ejemplo, dentro del mismo IPN, el CISC Unidad Milpa Alta orienta sus programas a la aplicación de campañas de salud óptica en zonas rurales en contraste con el CICS-UST que tiene un enfoque de trabajo en zonas urbanas y con gabinetes fijos. En el segundo subtema, Posgrado, se sugiere especificar tanto la existencia de una especialidad únicamente impartida en el IPN; y de maestrías que se imparten en la UNAM y la UAA. Esto permitirá al estudiante conocer que puede continuar su formación académica al terminar la licenciatura.

Para el punto final del plan de estudios, el subtema de Objetivo, Misión y Visión, se sugiere tomarse como tema de inicio, porque, como se mencionó, muy pocos estudiantes solicitaron la carrera, y de quienes no la pidieron, muchos ni siquiera saben de qué trata, si el primer tema que se ve en el curso son estos datos de tipo institucional podemos dar una visión general de lo que pueden esperar de esta profesión. Posteriormente impartir al perfil de ingreso y egreso, se espera que permita al estudiante hacer un autoanálisis que, debido a un problema de orientación vocacional

no ha podido realizar, acerca de cuáles son las características, aptitudes y actitudes que deberían tener para ejercer esta profesión, y sepan las cualidades que deberán poseer al concluir la carrera.

En cuanto al tema que trata del plan de estudios, se puede impartir al inicio o al final del curso, pero se sugiere abordarlo al finalizar, ya que después de la reflexión a la que se espera llegar en los demás temas, el estudiante pueda apreciar el contenido de las asignaturas; antes de este punto, podría ser que para el estudiante solo sean nombres y no comprenda la trascendencia de la necesidad de estudiar: Embriología, Genética o Clínica integral, y sus distintos enfoques, si no visualiza la carrera como un médico integral.

Por último, dar un panorama del campo laboral, se sugiere primero enfocar en el campo clínico, ya que es el principal enfoque que tiene el IPN, sin embargo, también sería enriquecedor hablar de las áreas de educación e investigación óptica, ya que aunque no es el enfoque principal que le damos, los estudiantes si cuentan con la preparación para extenderse a estas áreas de oportunidad.

Recordamos que esta propuesta quiere mostrar la flexibilidad de respetar la libertad de cátedra, pero orientando a una identidad escolar general, y se espera que los estudiantes muestren menor nivel de deserción y, principalmente que se apoye a formar profesionistas satisfechos con sus decisiones vocacionales. Además se destaca buscar en un futuro cercano la creación de una bibliografía de apoyo para la asignatura.

Referencias

Cánepa V. (2017) Cuál es la importancia de aprender historia en la escuela. *La capital*

Quaresma, M., Zamorano, L., (2016) El sentido de pertenencia en escuelas públicas de excelencia. *Revista mexicana de investigación educativa*, vol. 21. No. 68

Revilla, D., Sánchez, M., (2017) Conciencia histórica y memoria colectiva: marco de análisis para la educación histórica. *Revista de Estudios Sociales* 65: 113-125

Sistemas gestores y diseño de bases de datos como apoyo pedagógico para la Estadística

Pérez Nova María Antonieta⁵¹

Pérez Nova Edgar Ricardo⁵²

Hernández Jiménez Gabriela Andreina⁵³

Bejarano Cruz Diego⁵⁴

Correo electrónico: artnova.00@gmail.com

Resumen

La *comunicación verbal*, el uso de herramientas de interconexión y de análisis estadístico en ambientes cordiales, facilita la apropiación del conocimiento y abate el alto índice de reprobación en asignaturas como la Estadística. A través de páginas web dinámicas, correo electrónico, chat, bases de datos y paquetes estadísticos como el SPSS, los estudiantes construyeron un ambiente virtual de aprendizaje mediante el principio de especialización del trabajo: dos estudiantes plantearon las etapas del diseño de una base mediante pgAdmin4 y otro estudiante se encargó de generar la información que alimentó la base. El proyecto fue desarrollado por iniciativa de los estudiantes.

Objetivo

Facilitar la apropiación de la estadística a través de la construcción social de ambientes virtuales de trabajo y mediante la caracterización de diversos Sistemas Gestores de Bases de Datos para abatir el nivel de deserción escolar.

Marco teórico

La Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OECD), indica que existe un “desfase entre las habilidades que los estudiantes adquieren en la educación superior y las habilidades que demanda el mercado laboral” lo cual marca obstáculos para “la inclusión, la innovación y el crecimiento económico en México”. Este desfase evita que la mayoría de los egresados puedan insertarse de manera exitosa en puestos que contribuyan a las expectativas personales de desarrollo o evitan que sus habilidades incidan en una economía en constante transformación (2019).

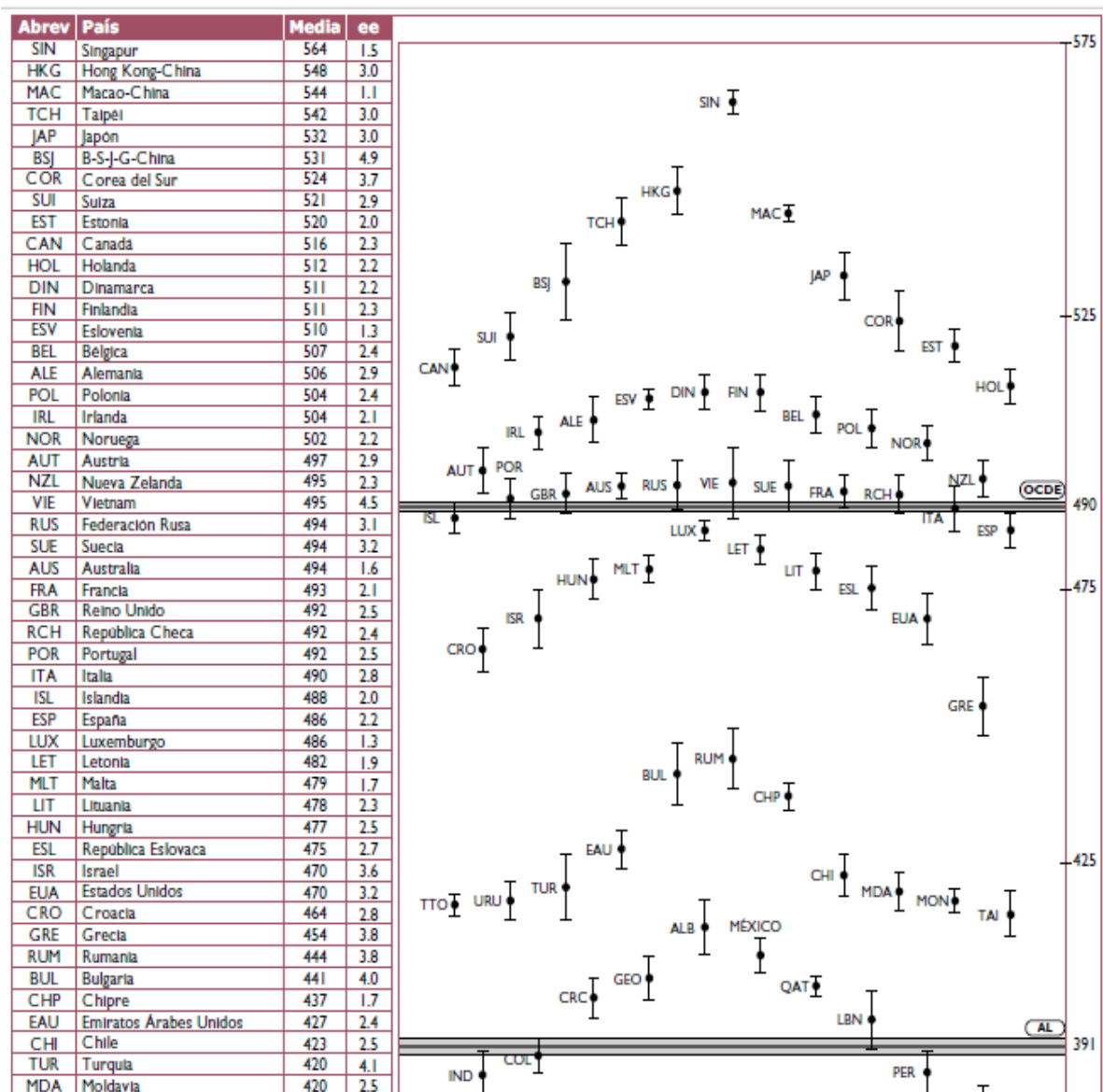
⁵¹ FES Zaragoza, UNAM

⁵² UNADM, SEP

⁵³ UDS

⁵⁴ FES Zaragoza, UNAM

Estos problemas de desfase no son los únicos que presenta el país, ya que, de acuerdo con el Programa para la Evaluación Internacional de Estudiantes (PISA por sus siglas en inglés), menos de 1% de los estudiantes mexicanos de 15 años tienen excelentes resultados en las habilidades lectoras, en ciencias y en matemáticas. El desempeño específico en Matemáticas de estos jóvenes mexicanos tiene una media de 408 puntos, en tanto que la media de la OECD es de 490 puntos y la media para AL es de 391 puntos, esto lo ubica en el lugar 55 dentro de la organización, a 16 lugares de República Dominicana, fondero del grupo (INEE, 2016).



La falta de vinculación de la educación superior y *el mercado* tiene una clara desventaja si consideramos que “en México un título de educación superior mejora los resultados en el mercado laboral” (Educación Superior en México, 2019).

Si bien la tendencia general de muchos centros de estudios superiores es la de buscar estrategias para que sus estudiantes desarrollen diversas competencias alineadas con las necesidades de mercados específicos, en este trabajo consideramos que esas mismas *necesidades* que el *reciente mercado académico* apremia no tienen forma de garantizar ni la independencia de contenidos ni independencia intelectual.

Consideramos que la pertinencia de los nuevos planes y programas de estudios que los centros y Universidades proponen, cubren los objetivos de aprendizajes situados pero enmascaran las leyes de oferta y demanda de los modelos económicos. Lo anterior puede leerse en párrafos como los que siguen:

- “En México, la educación superior se debe alinear mejor con las necesidades cambiantes de la economía.” (Educación Superior en México, 2019).
- “Formar profesionistas acordes a las necesidades de las empresas..., capaces de diseñar propuestas y estrategias... para optimizar los recursos..., que contribuyan al desarrollo...” (Administración de Empresas, UNADM).

Ante la pregunta ¿qué enseñar y cómo enseñar? buscando pertinencia y actualidad, pero también abatir el nivel de deserción en asignaturas que los estudiantes ubican como complicadas, o en las que ubican al docente como uno de los principales obstáculos para aprender, nuestro trabajo explora formas de apropiación del aprendizaje de la Estadística a través de la construcción de ambientes virtuales de aprendizaje en donde la división del trabajo y la socialización del conocimiento fueron claves para la apropiación de los objetivos de aprendizaje por parte de los estudiantes.

Desarrollo

Los Ambientes de aprendizaje no requirieron de una arquitectura virtual específica para generar una interacción síncrona (chat y mensajería instantánea) o asíncrona (mediante el uso de correo electrónico); las interacciones entre docente y estudiantes fueron uno a uno considerando los horarios de las zonas geográficas. Un estudiante se encontraba en Arabia, una alumna se encuentra en Venezuela y un estudiante tomaba clases presenciales con la directora del proyecto en la CdMx.

Las herramientas elegidas fueron las más convenientes para los estudiantes, ya que les permitieron romper las barreras geográficas, de horario y culturales. Los participantes de esta experiencia se transformaron en agentes activos del conocimiento, pues compartían preguntas cuyas retroalimentaciones consolidaron el aprendizaje situado en la educación a distancia.

Las herramientas tecnológicas utilizadas cumplieron con la función de proporcionar información, permitir la comunicación y la colaboración, así como la administración de las actividades de aprendizaje.

Los elementos tecnológicos implicados en el proyecto (conformación de una BD) no sólo fomentaron la comunicación entre pares sino además, permitieron que los estudiantes investigaran temas actuales y de gran impacto para sus vidas tanto en el corto como en el largo plazo.

Los estudiantes destacaron que la BD que diseñaron podía ser gestionada mediante el empleo de un Sistema Gestor de Bases de Datos (SGBD) o programa encargado de definir, construir y manipular BD para mantener su integridad evitando redundancias. Los SGBD, tales como el PostgreSQL, deben incluir un control de concurrencias y debe permitir la especificación de los tipos de datos, estructuras, restricciones y medio de almacenamiento para su consulta o actualización.

Todos los SGBD requieren de comandos o especificaciones procedimentales que indican lo que SQL debe hacer y en qué orden debe hacerlo. Los scripts documentan los cambios realizados a la BD, permite ver cómo está compuesta, si está todo bien o si hay algún error y para tener un backup de la misma.

A continuación se describen las actividades pedagógicas desarrolladas.

I. Conformación de equipos

Equipo SGBD

Encargado del diseño de una base de datos. Trabajo realizado por dos estudiantes exclusivamente a distancia. Dirigido por la docente.

Equipo presencial

Investigación documental y búsqueda de bases estadísticas consistentes. Estudiante inscrito en clases presenciales y docente.

II. División del trabajo

Para hacer más eficiente el ambiente virtual de aprendizaje, seguimos el principio de especialización del trabajo: dos estudiantes diseñaron la BD en pgAdmin4 y otro estudiante se encargó de generar la información que alimentó la base.

1. Diseño de la Base de datos.

Los estudiantes que viven en el extranjero (equipo SGBD) se dedicaron a investigar los problemas relacionados con el diseño de Bases de Datos (BD) y a caracterizar las diferentes áreas de conflicto. Mediante la literatura que en las referencias se reporta, aprendieron de la importancia del diseño de una BD; en grupo discutieron lo crucial de evitar los problemas de redundancia de información pues encontraron que un mismo atributo puede aparecer varias veces generando un problema de incoherencia y un excesivo uso de espacio de almacenamiento.

Identificado el problema de redundancia de información, trabajaron con el estudiante para pedir los *requerimientos funcionales* de la BD, esto es, el estudiante del equipo presencial debió explicar las transacciones u operaciones que debían pedirse al paquete pgAdmin4 para poder hacer futuros análisis. Estos elementos permitieron generar el punto 3 de este apartado: Diagramas de los modelos.

2. Recolección de información que alimenta a la BD

El diseño de la BD estuvo supeditada a intereses particulares que surgieron en las clases presenciales; el estudiante encargado de este trabajo consultó diferentes fuentes para encontrar una base consistente que cubriera las preguntas de investigación para lo cual proporcionó la encuesta *Perfiles de los países para la diabetes* (OMS, 2016), y en el paquete SPSS describió las operaciones que debía seguir pgAdmin4 en futuras consultas. Esta exploración permitió **construir** los diagramas de los modelos: entidad-relación, normalización y relacional.

El equipo presencial fungió como futuro usuario y documentó los requerimientos funcionales u operaciones analíticas que deberán aplicarse a la BD. Este equipo apoyó en el modelo conceptual que permitirá las descripciones de los datos, los tipos de relaciones y restricciones en la información.

3. Diagramas de los modelos

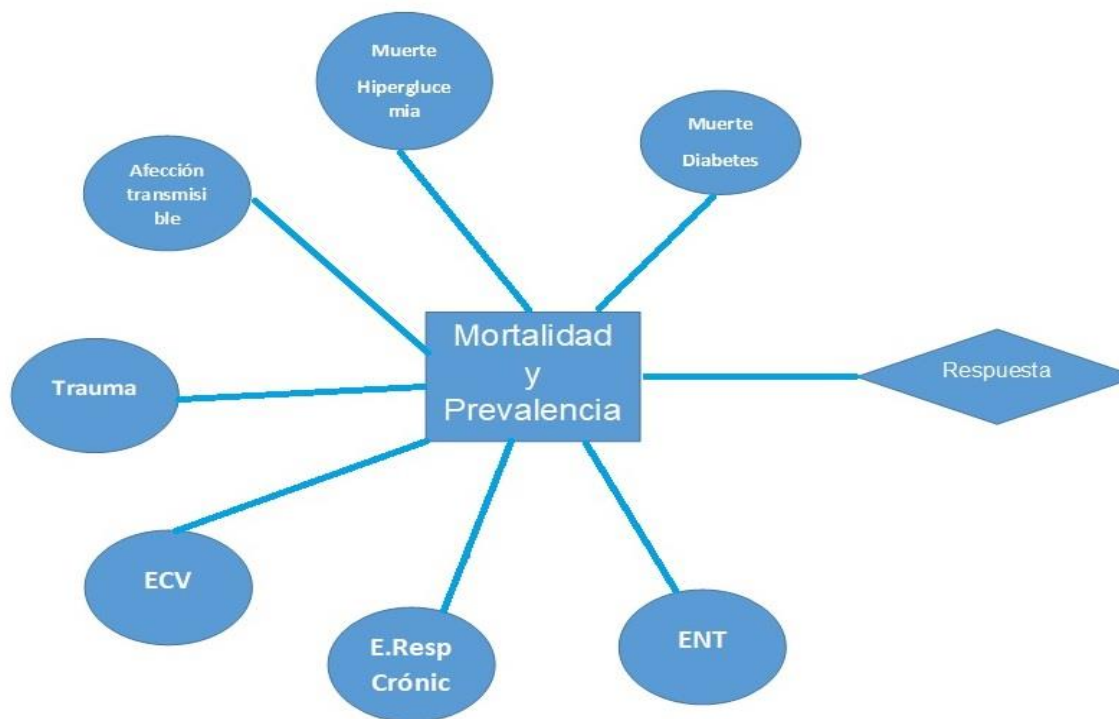
En una hoja de texto ambos equipos esquematizaron el modelado entidad relación (E-R) para proseguir a la normalización del caso para que finalmente y en una tercera cuartilla, esquematizaran el modelado relacional.

Brevemente los estudiantes describieron cada uno de los modelos encontrando que el modelo E-R describe los datos como entidades, relaciones (vínculos) y atributos lo que permite representar en forma gráfica los elementos de la base.

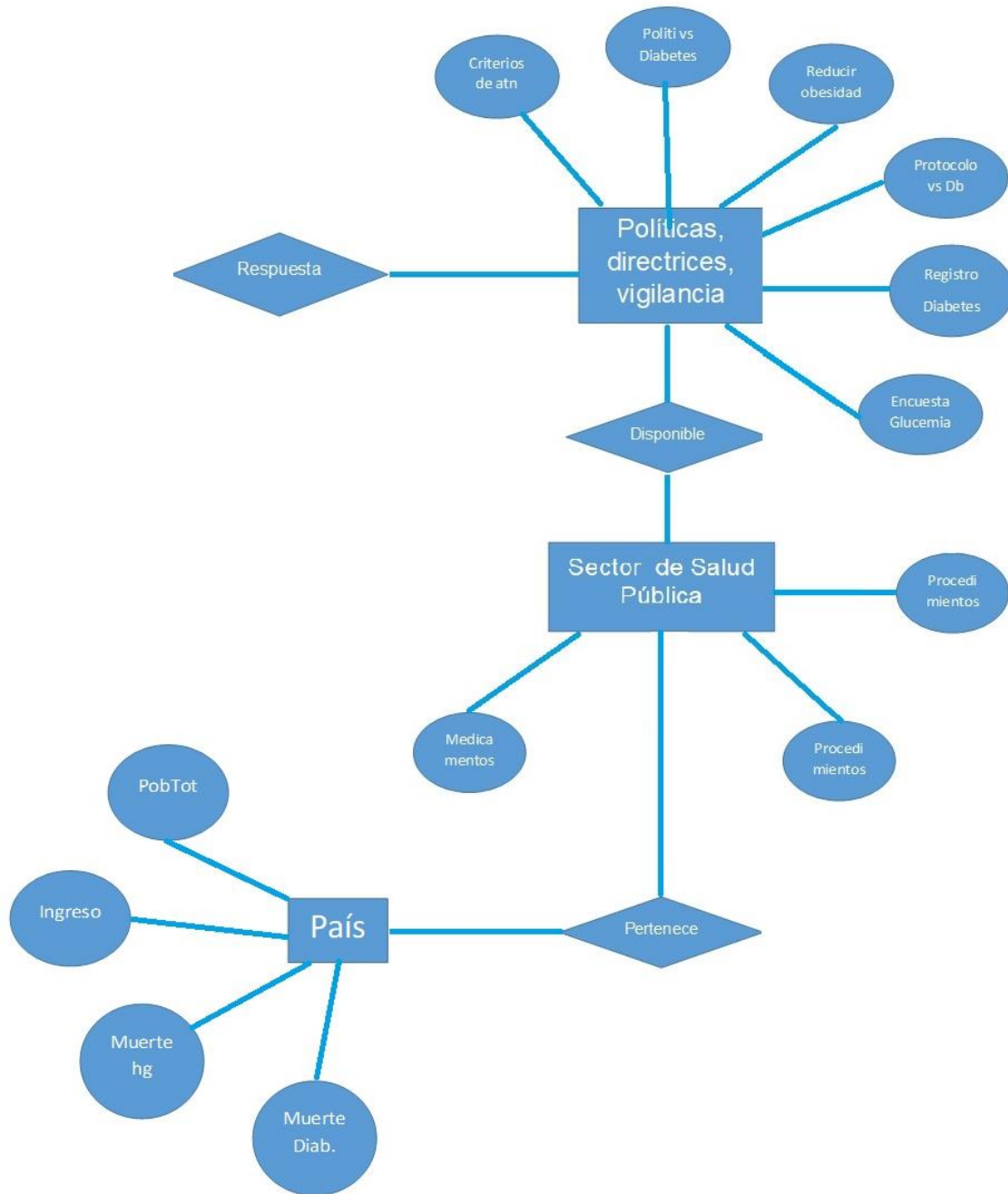
En esta sección señalamos las actividades que los estudiantes reportaron:



(A)



(B)



(C)

Figura 2. Diagrama Entidad-Relación para el caso de estudio: Diabetes y prevalencia en México y en países de ingreso medio de Latinoamérica, 2016 (A) y detalles (B) y (C).

1. Investigar las características y aplicaciones de las bases de datos.
2. Describir las áreas de conflicto relacionadas con el diseño de la BD.
3. Investigar la información estadística que alimentará la BD.
4. Capturar la información de la encuesta *Perfiles de los países para la diabetes* (OMS, 2016).
5. Mediante el paquete SPSS, documentar los requerimientos funcionales u operaciones analíticas que pgAdmin4 aplicará a la BD.
6. Describir una operación que pgAdmin4 deberá realizar a futuras consultas.
7. Generar el diagrama entidad-relación, figura 2.
8. Normalizar la Base de datos, figura 3.
9. Proponer el modelo relacional con las siguientes características:
 - Relación: Nación (País, Población, Ingreso)
 - Atributos: Por país se describen diversas características dinámicas de la población en estudio.
 - Tuplas: Ingreso medio, alto y bajo.
 - Dominio: Textos (País, Ingreso), Enteros (Población, Muerte por Db, muerte por hg), Proporciones (Prevalencia de Muertes proporcionales por Afecciones de la diabetes o por Otras ECV, Prevalencia de Db por Sobrepeso, Obesidad o Inactividad).
 - Cardinalidad: Número de países a estudiar.
 - Grado de la Relación: 16
10. Generar el modelo relacional.

Clave del Atributo	Descripción del Atributo	Respuesta
<u>pais</u>	País	País
<u>pobtot</u>	Población total	Número
<u>tipoIngreso</u>	Tipo de Ingreso de la población por país	tipo ingreso
Muerte por diabetes		
<u>muerteDbtot</u>	Suma de las muertes por diabetes por país segmentado por hombres y mujeres de 30 ó más años.	Número
Muerte por hiperglucemia		
<u>muerteHgtot</u>	Suma de las muertes por hiperglucemia por país segmentado por hombres y mujeres de 30 ó más años.	número
Mortalidad proporcional: % del total de muertes, todas las edades		
<u>mortDb</u>	Diabetes (Mortalidad proporcional por Diabetes)	%
<u>mortECV</u>	Enfermedades Cardiovasculares (Mortalidad proporcional por ECV)	%
<u>mortERC</u>	Enfermedades Respiratorias Crónicas (Mortalidad proporcional por ERC)	%
<u>mortOtrasENT</u>	Otras Enfermedades No Transmisibles (Mortalidad proporcional por otras ENT)	%
Prevalencia de la Diabetes y otros Factores Conexos		
<u>prevDb</u>	Diabetes	%
<u>prevSobre</u>	Sobre peso	%
<u>prevObe</u>	Obesidad	%
<u>prevInact</u>	Inactividad física	%
Respuesta nacional contra la diabetes: Políticas, directrices y vigilancia		
<u>polDb</u>	Política/estrategia/plan de acción contra la diabetes	si/no
<u>reducSobreObe</u>	Política/estrategia/plan de acción para reducir el sobrepeso y la obesidad	si/no
<u>reducInact</u>	Política/estrategia/plan de acción para reducir la inactividad física	si/no
<u>protocDb</u>	Directrices/protocolos/normas nacionales basados en datos probatorios contra la diabetes	si/no
<u>riteriosAtmDb</u>	Criterios normalizados para la derivación de pacientes desde la atención primaria a un nivel superior	si/no
<u>registroDb</u>	Registro de casos de diabetes	si/no
<u>encGlucem</u>	Última encuesta nacional sobre factores de riesgo en la que se midió la glucemia	si/no
Medicamentos disponibles en los establecimientos de atención primaria		
<u>Ins, Metfor, Sulfo</u>	Insulina, Metformina, Sulfonilurea	1, 2 ó 3

Figura 3. Diabetes y prevalencia en México y en países de ingreso medio de AL, 2016. Descripción de atributos para su normalización.

11. Integrar el aprendizaje sobre los Sistemas Gestores de Bases de Datos:

- Revisión de conceptos y elementos que componen una BD.
- Describir en qué consiste el diseño de una BD. Incluir a) Diseño conceptual. b) Diseño lógico y c) Diseño físico.
- Investigar características y funciones de las BD y realiza una tabla comparativa para los tipos investigados.
- Generar una BD con la lista de contactos del celular.
- Definir e identificar las aplicaciones de los SGBD.
- Investigar las características de los SG libres y comerciales.
- Explica que es script.sql y para qué sirve.
- Proporciona un ejemplo de un Script.sql.
- Corre el script.sql en PostgreSQL.
- Explica su ejecución y captura la pantalla.
- Concluye sobre tu proceso de aprendizaje.

Impacto

Los ambientes virtuales de aprendizaje permitieron que los estudiantes integraran información relevante para el estudio de la Estadística. Todas las actividades fueron planeadas como parte de un proyecto final el cual fue propuesto desde el inicio del semestre y cuyas actividades fueron implementadas a lo largo del mismo.

El proyecto tenía una ponderación en la calificación final cuya función era incentiva, no punitiva como tradicionalmente se manejan en las escuelas y universidades pues, en caso de terminarlo de manera satisfactoria, los estudiantes presenciales podían subir su promedio final en la asignatura, en otro caso, su evaluación a lo largo del semestre no era afectada. El proyecto que aquí publicamos es un ejemplo de los trabajos que en clase fueron desarrollados.

Debemos señalar que no todos los estudiantes presentaron proyecto final, pues implicaba una carga adicional a las tareas del semestre, no obstante fue estrictamente necesario para los estudiantes que tuvieron problemas para asimilar los conceptos estadísticos de la asignatura, así que, a los estudiantes que quisieron mejorar sus promedios o aquellos que no tuvieron notas satisfactorias para pasar la asignatura, se les asignó un conjunto de problemas contextualizados que fungieron como proyecto en los que aplicaban aspectos específicos de la Estadística.

Las actividades así diseñadas permitieron la apropiación contextualizada, no punitiva de la Estadística. Toda actividad fue propuesta como dilema de aprendizaje que les permitiría asimilar diversos elementos formales de la Estadística y, además, los facultaría en el uso de recursos que aprecian los actuales empleadores en el nuevo mercado de trabajo.

Las barreras geográficas y culturales fueron superadas por la sincronía o asincronía de las interacciones virtuales permitiendo que los estudiantes sean agentes activos del conocimiento por apropiación propia de los aprendizajes que desarrollaron. Los docentes presenciales y/o a distancia que desarrollamos este tipo de actividades

nos permite incidir en una formación no punitiva y contextualizada de la Estadística e impactamos tanto en el abatimiento de la deserción escolar como en la capacitación de los estudiantes en el uso de herramientas tecnológicas.

Aprendizajes esperados

- Organiza la información estadística para el estudio de la probabilidad.
- Participa de manera activa en las actividades del proyecto.
Participa en la búsqueda de información de la encuesta que alimentará la base de datos.
- Organiza la información y la representa en tablas.
- Mediante el paquete SPSS el estudiante analiza la información para proponer la base de datos.
- Investiga los elementos asociados a los gestores de BD.
- Describe las diferencias y semejanzas de los diseños conceptual, lógico y físico.
- Normaliza una base.
- Analiza ventajas y desventajas de los sistemas gestores libres y comerciales.
- Desarrolla un script.sql.
- Proporciona un ejemplo de un Script.sql.
- Corre el script.sql en PostgreSQL.
- Explica la ejecución de un script.sql.

Referencias

Administración de base de datos, recuperada de: <http://eduardo-garibay-2013-glosario.blogspot.mx/2013/02/caracteristicas-y-requerimientos-de.html>

Administración de Empresas Turísticas, portal principal. UNADM. En línea, disponible en: <https://www.unadmexico.mx/index.php/licenciaturas/administracion-de-empresas-turisticas>

American Diabetes Association. Nutrition recommendations and interventions for diabetes-2006. Diabetes Care 29(9):2140-2157, 2006.

American College of Sports Medicine (1995). Guidelines for Exercise Testing and Prescription. Fifth edition. Baltimore: Williams & Wilkins

American Diabetes Association: Recommendations. Diabetes Care, volume 30, supplement 1. January 2007

Bases de datos avanzadas. Obtenida de <https://basesdedatosavanzadas.wikispaces.com/Deductivas>

Bases de datos transaccionales: la mina de oro digital. Obtenido de <https://blog.poderdata.es/el-valor-de-la-gestion-de-datos/bases-de-datos-transaccionales-la-mina-de-oro-digital>.

Conrad, B. (2018). Las ventajas y desventajas de los sistemas de gestión de bases de datos en red. Obtenido de https://techlandia.com/ventajas-desventajas-sistemas-gestion-bases-datos-red-lista_557994/

Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2012. Resultados nacionales, Primera edición, 2012, Instituto Nacional de Salud Pública, México. [Fecha de consulta: 1 de marzo de 2018] Disponible en: <http://ensanut.insp.mx/informes/ENSA-NUT2012ResultadosNacionales.pdf>

Enfermedades crónicas. [Fecha de consulta: 1 de marzo de 2018] OMS. http://www.who.int/topics/chronic_diseases/es/

INEE (2016). México en PISA 2015. 1a edición. México: INEE. En línea, disponible en: http://www.inee.edu.mx/images/stories/2016/PISA2016/noviembre/PISA_2015-informe.pdf

Mathers C. D, Loncar D. Projections of global mortality and burden of disease from 2002 to 2030. PLoS Med, 2006, 3(11):e442.

OECD (2019), Higher Education in Mexico: Labour Market Relevance and Outcomes, Higher Education, OECD Publishing, Paris, en línea, disponible en: <https://doi.org/10.1787/9789264309432-en>.

OMS, Ginebra (2016), Informe mundial sobre la diabetes.

OMS, Ginebra (1999), Definition, diagnosis and classification of diabetes mellitus and its complications. Part 1: Diagnosis and classification of diabetes mellitus. Report Number: WHO/NCD/NCS/99.2.

Sarría, F. A. Programación en SQL con PostgreSQL. <http://www.um.es/geograf/sigmur/sigpdf/postgresql.pdf>

Sistemas de Información Geográfica y Teledetección. Universidad de Murcia. Licenciaturas en Ciencias Ambientales y en Geografía. Disponible en: http://www.um.es/geograf/sigmur/sigpdf/temario_9.pdf

Apéndice único. Definiciones básicas

Integridad de datos: Se refiere al estado de corrección y completitud de los datos ingresados en una base de datos. Se refiere a mantener y asegurar la exactitud y consistencia de los datos a través de toda la vida de estos. La integridad de datos es lo opuesto a la corrupción de los datos, que es una forma de perder datos.

Seguridad: La seguridad informática es una disciplina que se relaciona a diversas técnicas, aplicaciones y dispositivos encargados de asegurar la integridad y privacidad de la información de un sistema informático y sus usuarios. Existen dos tipos de seguridad con respecto a la naturaleza de la amenaza: a) Seguridad lógica: aplicaciones para seguridad, herramientas informáticas, etc. b) Seguridad física: mantenimiento eléctrico, anti-incendio, humedad, etc.

Lenguaje de consulta: Un lenguaje de consulta es un lenguaje informático usado para hacer consultas en bases de datos y sistemas de información. Los lenguajes de consulta pueden ser clasificados de acuerdo a si son lenguajes de consulta de bases de datos o lenguajes de consulta de recuperación de información.

SQL: (Structured Query Language) Lenguaje utilizado para base de datos desarrollado entre 1974 y 1975 en IBM Research. Por esos años se llamaba SEQUEL (Structured English QUERy Language) y servía como interfaz para un sistema experimental de base de datos llamado SYSTEM R. SQL fue introducido por Oracle por primera vez en una base de datos comercial en el año 1979. Se convirtió en un estándar ANSI e ISO dando lugar al SQL-86 o SQL1, que se fue actualizando a SQL-92 o SQL2, luego a SQL3 y actualmente (2004) a SQL4.

Diseño de base de datos: Conjunto de actividades que permiten la creación de una base de datos. Los encargados de diseñar una base de datos son los diseñadores de bases de datos.

El diseño de la base de datos incluye diferentes modelos y esquemas, como también software de gestión de la misma (SGBD). Las Actividades del diseño de bases de datos son: a) Diseño conceptual de bases de datos. b) Diseño lógico de bases de datos y c) Diseño físico de bases de datos.

Uso de espejos planos y esféricos para comprensión del concepto de imágenes virtuales y reales

Francisco Ibarra Villegas⁵⁵

Alejandra Ibarra Morales⁵⁶

optibarra@live.com.mx

Resumen

La comprensión de conceptos es fundamental en la enseñanza de cualquier ciencia, en el caso de la Licenciatura en Optometría los conceptos asociados a la Óptica son el fundamento de la carrera. Con el fin de enseñar dichos conceptos se imparte la materia: Óptica Geométrica, donde se estudian imágenes reales y virtuales, la comprensión del estudiante sobre este tema es el antecedente teórico para el entendimiento de los vicios refractivos y su corrección. Como una propuesta para ayudar al estudiante a comprender estos conceptos, se diseñó una práctica, la cual mediante el uso de espejos planos y esféricos permite a los estudiantes diferenciar entre los dos tipos de imágenes.

Objetivo

Apoyar en la interiorización de los conceptos de imagen real y virtual en los estudiantes de la Licenciatura en Optometría.

Marco teórico

En la mayoría de los libros de óptica el tema de la formación de imágenes, por medio de espejos o sistemas de lentes, así como las que se forman en el órgano de la visión (globo ocular) es uno de los de mayor importancia, y tema inicial en el estudio de la óptica geométrica en todas las escuelas de optometría. Además de esta definición general, podemos distinguir entre dos tipos principales de imágenes. La imagen real y la imagen virtual.

En óptica, una imagen virtual (Figura 1) es una imagen formada cuando los rayos salientes de un punto en un objeto siempre divergen. La imagen parece estar ubicada en el punto de aparente divergencia. Debido a que los rayos nunca convergen realmente, una imagen virtual no se puede proyectar en una pantalla.

⁵⁵ Centro Interdisciplinario de Ciencias de la Salud del Instituto Politécnico Nacional

⁵⁶ Escuela Superior de Física y Matemáticas del Instituto Politécnico Nacional

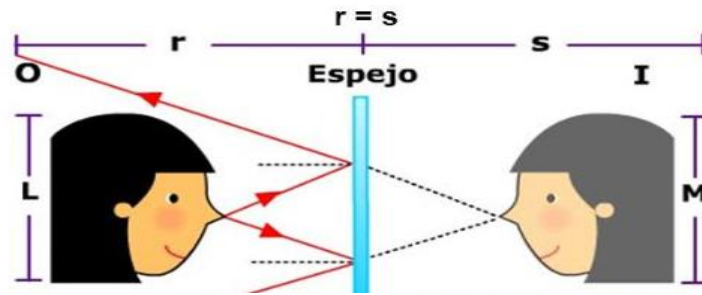


Figura 1. Características de la imagen virtual. La imagen virtual es aquella que se ve a la izquierda, se forma con la prolongación de los rayos reflejados. Ambas son de igual tamaño.

Por otra parte, la imagen real (Figura 2) será aquella que se forma cuando, al pasar por un sistema óptico, los rayos de luz son convergentes. A diferencia de la imagen virtual esta si se puede ver o proyectar sobre una pantalla, si esta coincide con el punto donde converge la luz.

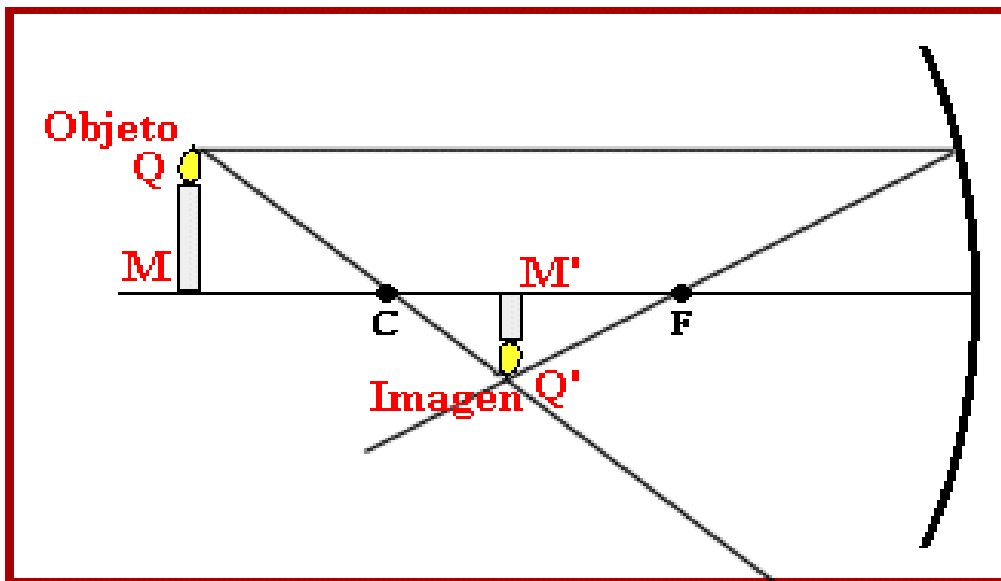


Figura 2. Ejemplo de imagen real. Esta no conserva ni dimensiones, ni dirección.

Siendo este concepto físico, fundamental para la explicación de los procesos refractivos que lleva a cabo el sentido de la vista, consideramos indispensable la comprensión e interiorización de dichas ideas en el estudiante. Es por ello que se propone complementar la enseñanza teórica del tema con una práctica de laboratorio. Caamaño (1992) expone la importancia de los trabajos prácticos (es decir aquellos

que se llevan a cabo en el laboratorio) como parte esencial de la actividad de aprendizaje en las ciencias, ya que estas tienen una naturaleza experimental. Las actividades en el laboratorio permitirán la adquisición de una serie de procedimientos y habilidades científicas desde la instrumentación, medición, y manejo de datos hasta actividades complejas como investigar y resolver problemas.

Además, los trabajos prácticos pueden tener por objetivo mejorar la comprensión de conceptos, leyes y teorías. Es ante esta cualidad de los trabajos prácticos que se escogió diseñar una clase en el laboratorio que tuviera las características del “Experimento Ilustrativo” (Caamaño 1992) el cual permite ejemplificar principios y comprobarlos. Por ejemplo: apreciar que las sustancias tienen diferente capacidad de aumentar su temperatura cuando reciben calor, comprobar la dependencia de la intensidad de corriente con la diferencia de potencial, comprobar la relación entre la presión y el volumen de un gas a temperatura constante, etc. En nuestro caso se generarán imágenes virtuales y reales, para posteriormente realizar un cuestionario que permita al estudiante reflexionar sobre los conceptos que acaba de observar.

Desarrollo

Primero se preparó una clase teórica en la cual se explicó al estudiante cual es la definición óptica de imagen y que son las imágenes reales y virtuales. Dicha explicación está basada en el marco teórico aquí presentado. Esto vino acompañado de presentar el fenómeno de reflexión de la luz en espejos planos y esféricos, y puntualiza en que solo los espejos esféricos tienen un poder dióptrico denominado catóptrica.

Se hizo énfasis en el manejo de las imágenes, ya que uno de los objetivos en la formación del Optometrista es precisamente el mejorar la imagen que forman los objetos a través de la luz en la retina de sus pacientes afectados por algún vicio de refracción. Y que en el globo ocular del ser humano, por ser un sistema dióptrico positivo, se forman siempre imágenes reales en la pantalla llamada retina.

Para llevar a cabo la práctica, se usó el siguiente material:

- Una vela
- Objeto pequeño (3 cm de altura)
- Hoja de papel milimétrico
- Espejo plano
- Espejo esférico positivo cóncavo
- Pantalla de cartón blanco
- Lámpara de luz blanca
- Doble espejo esférico cóncavo

1. Experiencia imagen virtual

La primera experiencia consistió en usar el espejo plano para generar una imagen virtual. Se colocó la hoja de papel milimétrico frente al espejo plano, y posteriormente el objeto pequeño (Figura 3).



Figura 3. Ejemplo de la experiencia 1. Objeto pequeño reflejado por el espejo plano, con papel milimétrico.

Se solicitó a los estudiantes que variaran la distancia a la que se encuentra el objeto, distinguiendo que esta distancia se vería reflejada en la imagen. Es decir, si estaba a 5 cm del espejo la figura también pareciese estar a la misma distancia dentro del espejo. Posteriormente se modificará la experiencia, incorporando el uso de una pantalla de cartón blanco, variando la distancia para verificar que el objeto nunca se ve en dicha pantalla.

2. Experiencia imagen real

Para la segunda experiencia, se pidió a los estudiantes prender la vela y usar el espejo esférico positivo, así como el banco del laboratorio para situar la vela a un metro del espejo. Con ayuda de la pantalla de cartón observaron la imagen de la vela reflejada por el espejo esférico. Se destacó que la imagen aparece invertida, posteriormente se acercaba la vela a 50, a 25 y a 10 cm.

3. Experiencia imagen real con espejos cóncavos

Finalmente, para la tercera experiencia, se utilizó el sistema de doble espejo esférico cóncavo (Figura 4), y dentro se colocó un pequeño objeto (Figura 5)

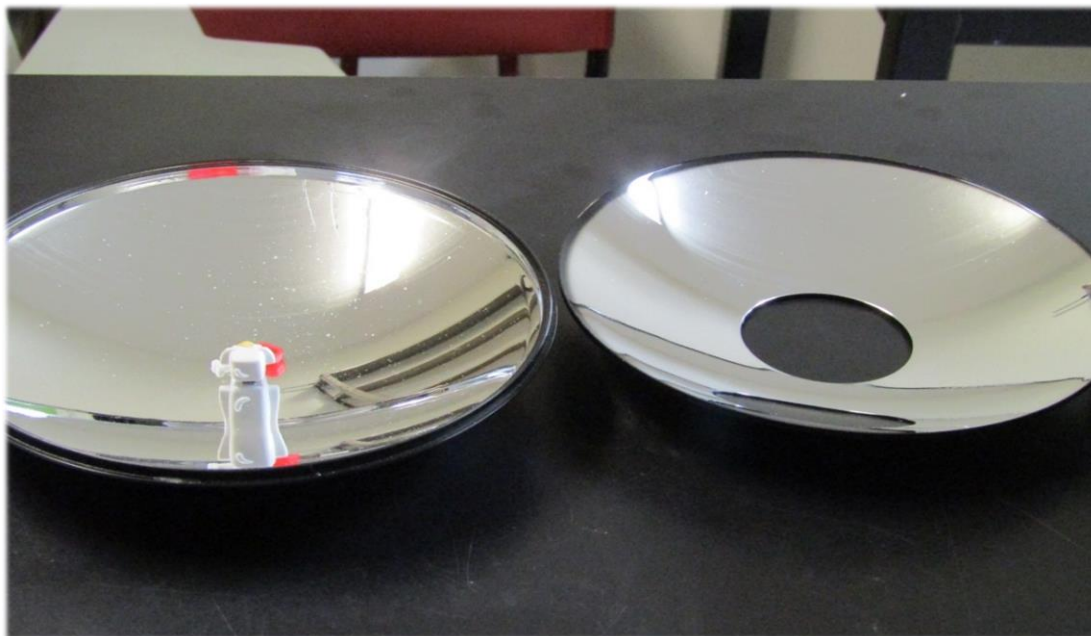


Figura 4. Sistema de doble espejo esférico cóncavo

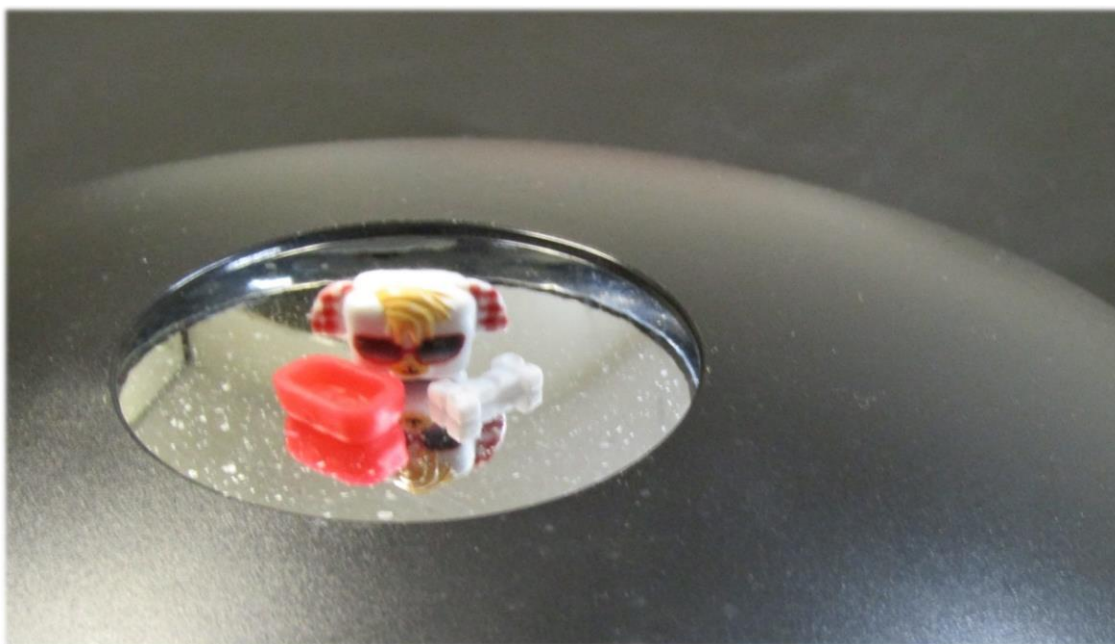


Figura 5. Imagen proyectada por el sistema de espejos esféricos.

Se solicitó a los estudiantes que intentaran tomar el objeto con las manos, estos no podrán tomarlo ya que lo que ven es una imagen y no el objeto.

Aprendizajes esperados

Tal y como se mencionó la asignatura de Óptica es fundamental en la Licenciatura de Optometría, por lo que si un estudiante que inicia la carrera no comprende el tema de formación y tipo de imágenes, será muy difícil que entienda cuales son los vicios de refracción que pueden afectar la visión y cuál será la lente correcta que corrija esto. A continuación, se presenta la Tabla I de especificaciones de las experiencias y las preguntas disparadoras que se sugieren para apoyar al estudiante a identificar las características de cada tipo de imagen.

Tabla I. Especificaciones de aprendizajes asociados con las experiencias de la práctica imágenes virtuales y reales.

Experiencia	Aprendizaje	Preguntas disparadoras
1.Experiencia imagen virtual	Qué identifiquen que las imágenes virtuales surgen de rayos que divergen, en este caso de la luz reflejada por el objeto. Que identifiquen que este tipo de imágenes no pueden ser reflejadas por una pantalla	¿Qué sucede con la imagen en el espejo si acercamos o alejamos el objeto? ¿Por qué la imagen no puede ser captada en el cartón?
2.Experiencia imagen real	Idéntica que las imágenes reales si se pueden captar en una pantalla Identificar que es debido a las propiedades de reflexión que la imagen se invierte Identificar que en alguna distancia se podrá pasar de una imagen real a una imagen virtual.	¿Habrá alguna distancia a la cual la vela se vea derecha? ¿Por qué se ve invertida la imagen de la vela? ¿Si en nuestros ojos las imágenes se invierten al pasar por el cristalino y llegar a la retina, por qué vemos los objetos derechos? ¿A qué distancia se cambió de imagen real a imagen virtual?
3.Experiencia imagen real con espejos cóncavos	Identificar que el aire también puede funcionar como pantalla	¿Sobre qué “objeto” se está formando la imagen?

	Identificar que con el uso de espejos se puede generar una imagen de tipo holográfica Identificar que son los espejos cóncavos los que generan imágenes reales	¿Qué tipo de espejos permite formar imágenes reales? ¿La posición del objeto es igual a la posición de la imagen?

Referencias

Caamaño. A. (1992). Trabajos prácticos en ciencias *experimentales*. *Aula de innovación educativa*. No 9.

Malacara D. Óptica Básica. 3 ed.- México: FCE, 2015. Págs. 41 y 64 formación de imágenes

Problema abierto en formato de historieta para fomentar el pensamiento divergente en estudiantes de Física

Alejandra Ibarra Morales⁵⁷

Leonor Pérez Trejo⁵⁶

Luz Ma. de Gpe. González Álvarez⁵⁶

ale_deneb@hotmail.com

Resumen

La resolución de problemas es un tema imprescindible en la enseñanza de la Física, sin embargo, no todos los problemas permiten desarrollar las mismas habilidades. Cuando se diseñan problemas abiertos, con las características de ser complejos, desconocidos y no rutinarios, permiten el desarrollo de habilidades metacognitivas, así como el pensamiento divergente de los estudiantes. Con la intención de presentar un problema que cambie la rutina en clase, se diseñó una historieta que plantea un problema que requiere de la comprensión del concepto de onda sonora para poder resolverlo. A partir de las respuestas diversas y creativas por parte de los estudiantes, se puede afirmar que se fomenta el pensamiento divergente.

Objetivo

Motivar el pensamiento divergente y la metacognición de los estudiantes, mediante un problema abierto, complejo, desconocido y no rutinario.

Marco teórico

La solución de problemas es un aspecto esencial en la educación, en particular en las clases de ciencias. Sin embargo, no todos los problemas permiten desarrollar el mismo tipo de habilidades. Los problemas de tipo abiertos, y con características de ser complejos, desconocidos y no rutinarios permiten el desarrollo de la metacognición y del pensamiento divergente.

La metacognición, se refiere a la comprensión y control de los propios procesos cognitivos; de manera general se puede describir como: Saber lo que sé, autorregularme y distinguir mis técnicas de estudio. Los problemas abiertos son aquellos en los que la respuesta requiere comprender y proponer más de una forma de resolverlos y más de una solución; el estudiante trabaja la identificación de conceptos

⁵⁷ Escuela Superior de Física y Matemáticas del Instituto Politécnico Nacional

y principios fundamentales. Además, este formato permite que el estudiante describa y explique sus razonamientos; cuando externa sus ideas, se hace consciente de ellas y aprende a autorregular su conocimiento.

Dentro de los trabajos de Bono (2014), se distingue entre dos tipos diferentes de pensamiento que pueden interactuar al momento de intentar resolver un problema. El primero, es el pensamiento vertical, este se caracteriza por ser lógico, tradicional y mecánico, es el tipo de pensamiento que se fomenta cuando se resuelve un problema de tipo algorítmico. El segundo tipo de pensamiento es el lateral o divergente, este se caracteriza por ser libre, asociativo y busca analizar la situación desde otros ángulos. Este tipo de pensamiento se genera cuando los estudiantes resuelven problemas de tipo abierto. Ningún pensamiento se trabaja como tal aislado, sino que son complementarios, pero el pensamiento divergente incentiva el ingenio y la creatividad.

Desarrollo

Cómo parte de una tarea extra clase en la unidad de aprendizaje Física II que incluye el tema de Ondas mecánicas, se proporcionó a los estudiantes una historieta (Figura 1) diseñada por nosotros en la que se plantea una situación basada en el videojuego *Injustice*, en la que se desea detener a una súper heroína que usa las ondas supersónicas como poder.

La historieta venía acompañada de un cuestionario con las siguientes preguntas:

- 1.- ¿Qué fenómeno físico quiere usar Batman para vencer a Canario?
- 2.- ¿El plan de Batman funcionará? ¿Por qué?
- 3.- A partir de tus conocimientos de física, sugiere un plan a Batman para vencer a Canario

Aunque la historieta está inspirada en una situación planteada en un video juego, cubre las características de ser un problema abierto, debido a que solamente se plantea la pregunta, y los estudiantes han de utilizar una heurística para encontrar una solución que tenga fundamentos en la física; se debe responder argumentando, por lo que se ponen en juego las habilidades cognitivo-lingüísticas (Jorba et al, 2000); es complejo, ya que requiere una comprensión de las características de las ondas sonoras, por ejemplo, que son tridimensionales; además se considera un problema desconocido, ya que no se puede encontrar un análisis físico del problema en fuentes bibliográficas. Cumple el formato de ser no rutinario, al presentarse en formato de historieta, lo que rompe con la presentación usual de problemas en el salón de clase. En la figura 1 se presenta el problema, como se le entregó a los estudiantes para su solución.

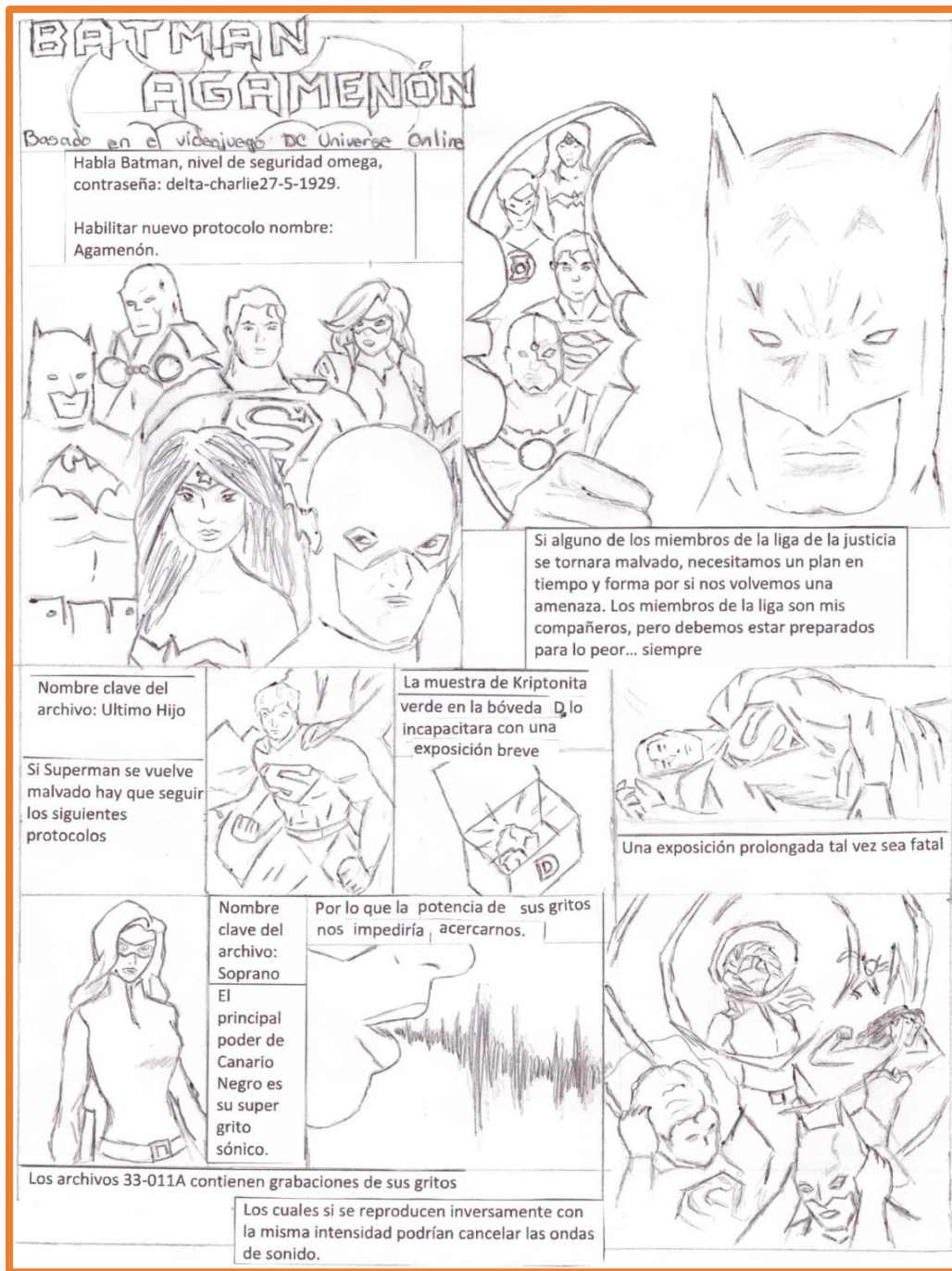


Fig. 1. Historieta presentada a los estudiantes

En la tabla I se exponen las especificaciones de las preguntas que acompañan a la actividad.

Tabla I especificaciones del cuestionario que acompaña la historieta.

Pregunta	Objetivo
¿Qué fenómeno físico quiere usar Batman para vencer a Canario?	Identificar que la propuesta quiere hacer uso del fenómeno de interferencia destructiva
¿El plan de Batman funcionara? ¿Por qué?	Identificar que en la propuesta del problema no se está considerando que la interferencia destructiva en ondas tridimensionales con frentes esféricos la interferencia será puntual y no detendrá la emisión de la onda original
¿A partir de tus conocimientos de física, sugiere un plan a Batman para vencer a Canario?	Permitir que el estudiante de una propuesta alternativa haciendo uso de sus conocimientos en ondas sonoras.

Con esta actividad tuvimos resultados positivos, aunque la mayoría de los estudiantes contestaron siguiendo un pensamiento vertical; los estudiantes que contestaron mediante un pensamiento divergente tuvieron respuestas físicamente correctas, con argumentaciones adecuadas e incluso incluyeron diagramas o cálculos de ciertos factores que consideraban en sus propuestas. Dentro de las soluciones alternativas se encontraron respuestas asociadas a:

- El medio de transmisión, tal y como era el enrarecer el medio, el uso de cámaras de vacío, o buscar materiales que absorbieran el sonido.
- El uso de objetos que revoten la onda, mediante espejos acústicos cuyas dimensiones están en función de la longitud de onda (Fig. 2)

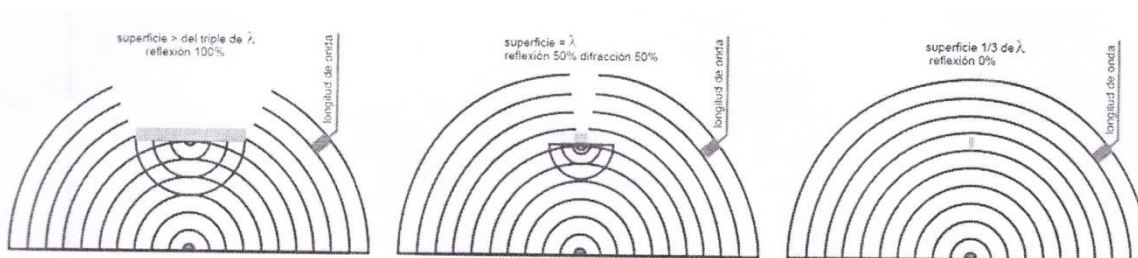


Figura 2. Diagrama del estudiante que propone el uso de un espejo acústico.

- Uso de cámaras que reflejen el sonido, como son la anecoicas y cámaras de Helmholtz

- Consideraciones de la energía de la onda, puede atenuarse usando un resonador de Helmholtz o quedándose a una distancia adecuada.

Aprendizajes esperados

La propuesta de la historieta busca generar que los estudiantes:

- La comprensión de los conceptos de ondas sonoras e interferencia destructiva.
- El desarrollo de las habilidades cognitivo-lingüísticas básicas: describir, explicar, y argumentar (Jorba et al, 2000), acerca de los fenómenos ondulatorios, tales como reflexión, energía de una onda, intensidad.
- La redacción de informes que incluyan la identificación de las hipótesis que proponen; argumentaciones validas, y conclusiones claras.

Referencias

De Bono, E. (2013) El pensamiento Lateral, manual de creatividad. Paidós Ibérica, España.

Jorba et al, 2000. Hablar y escribir para aprender. Uso de la lengua en situación de enseñanza-aprendizaje desde las áreas curriculares. UAB-Síntesis. Barcelona.

Maverach, Z. y B. Kramarski, (2014) Matemáticas críticas para sociedades innovadoras, el papel de las pedagógicas metacognitivas, OCDE-IPN. México

Ramírez, M.; Méndez, A. Trejo, L. y Aldana, M. Competencias específicas consideradas más realizadas y más importantes en los programas de Física en México: Perfiles educativos, V.XXXVII, N. 152, abril-junio 2016, pp. 68-87. Instituto de Investigaciones sobre la Universidad y la Educación, México.

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

Método eficaz para un mejor aprendizaje de la termodinámica del gas ideal

Leandro César de la Portilla Maldonado⁵⁸

Fray de Landa Castillo Alvarado⁵⁹

lcpm@azc.uam.mx

ray@esfm.ipn.mx

Resumen

La enseñanza de la Termodinámica, como tradicionalmente se ha hecho, mediante el modelo transmisión-recepción y la resolución de problemas, ha sido bien aceptada por profesores y estudiantes. Sin embargo, nos hemos dado cuenta que si esta se combina con el uso de tablas y gráficas (Duval, 1988), donde se pide calcular P , V y T cuando un sistema realiza uno o más procesos politrópicos, utilizando la ecuación de estado del gas ideal $PV = nRT$ y las características de dichos procesos, el estudiante puede aprender mejor. Mediante éstas tablas se pueden calcular ΔU , Q y W , utilizando la primera ley de la termodinámica $\Delta U = Q - W$.

El cálculo de los cambios de entropía del sistema, de los alrededores y del universo, para los diferentes procesos politrópicos utilizando las fórmulas relativas a la segunda ley de la termodinámica, también se puede representar en una tabla, además podemos utilizarlos para obtener los diagramas VP y ST de los diferentes procesos politrópicos que realiza un sistema, ya sea que formen ciclos o no, para favorecer su interpretación correcta. Todo esto permite a los estudiantes una mejor comprensión y aprendizaje de la termodinámica (Ibídem).

Objetivo

Plantear el uso de la representación tabular para el aprendizaje de la termodinámica del gas ideal, para favorecer la comprensión del tema en los estudiantes.

Marco teórico

Este trabajo es una descripción de la forma en que se imparte, en la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco, el curso de Termodinámica, dirigido a estudiantes del tercer trimestre de las carreras de ingeniería. En él solamente se plantean problemas relacionados a sistemas que utilizan el gas ideal y los diferentes procesos politrópicos que realiza el sistema, tales como: isobáricos, isotérmicos, isocóricos y adiabáticos (García et. al., 2008 a y b; Medina et. al., 2004). A los estudiantes se les instruye acerca de las características de estos procesos y su representación en un diagrama VP y ST ; así como de series de tres a cinco de estos

⁵⁸ Departamento de Ciencias Básicas, Universidad Autónoma Metropolitana-Azcapotzalco, San Pablo 180, Col. Reynosa, 02200 Ciudad de México, CDMX.

⁵⁹ Departamento de Física, Escuela Superior de Física y Matemáticas, Instituto Politécnico Nacional, Avenida Instituto Politécnico Nacional S/N, Edificio 9, Gustavo A. Madero, San Pedro Zacatenco, 07738 Ciudad de México, CDMX.

procesos que se presentan en un sistema, que pueda generar un ciclo o no; y cómo obtener los valores de las variables V , P y T de los estados inicial y final de cada proceso politrópico, mediante el uso de la ecuación de estado del gas ideal y de la ecuación de un proceso adiabático. También se les enseñan los tipos de interacciones entre el sistema y su medio ambiente, tales como las térmicas y las mecánicas; la deducción de la primera ley de la termodinámica y las variables que se conservan durante los procesos y en sus interacciones. Cuando se han cubierto estos temas, se hace una primera evaluación que consta de tres problemas. El primero se relaciona con el uso de la ecuación de estado del gas ideal y la ecuación de los procesos adiabáticos, dado un diagrama VP de la serie de procesos que sigue un sistema; una tabla donde los estudiantes calculan los valores de V , P y T y sus cambios en cada uno de los procesos involucrados. En la tabla o en el enunciado del problema se les presentan algunos valores, y los estudiantes calculan los demás hasta llenarla.

El segundo está relacionado con el uso de la primera ley de la termodinámica, también llenando una tabla en la que se calculan los valores de ΔU , Q y W . Se les proporciona algún valor de ellos en la tabla o en el enunciado del problema. Además, tienen que hacer el diagrama VP de los procesos involucrados; y el tercero consiste en interpretar el diagrama VP de una serie de procesos que generalmente forman un ciclo y en los que tienen que contestar preguntas, del tipo verdadero o falso, acerca de ciertas relaciones entre las variables termodinámicas y de relaciones de energía.

El curso continúa con la deducción de las fórmulas para los cambios en la entropía que sufre un gas ideal cuando éste realiza un proceso politrópico, así como para encontrar el trabajo realizado en dicho proceso; la explicación del proceso de expansión libre adiabática y el significado de los almacenes térmicos, procesos espontáneos y la deducción de la segunda ley de la termodinámica; el ciclo y los teoremas de Carnot, los diagramas ST de los procesos politrópicos, la definición de las eficiencias de una máquina térmica y el rendimiento de un refrigerador; así como los procesos posibles: reversibles, irreversibles, o imposibles.

Con los temas mencionados se cubre el curso, y al concluir se hace una segunda evaluación, también con el llenado de tablas y la interpretación de los diagramas ST que representan ciclos, ya sean de Carnot o de otro tipo. El examen consiste de dos o tres problemas en los que el estudiante tiene que manejar los conceptos para poder resolverlos.

Los datos se proporcionan en el enunciado, el diagrama, o incluyendo alguno en la Tabla. El uso de tablas y la interpretación de diagramas tienen la ventaja de facilitar el aprendizaje de la termodinámica, además de que facilita la evaluación por parte del maestro.

Desarrollo

El curso de Termodinámica que se imparte en esta Universidad consiste de tres unidades. El contenido de la Unidad 1 es: Conceptos fundamentales, la Ley Cero de la Termodinámica, la Ecuación de Estado del Gas Ideal, la Ecuación de los Procesos Politrópicos y su representación en un diagrama VP, Calor, Trabajo, Energía Interna y la Primera Ley de la Termodinámica, definición termodinámica de trabajo, capacidades caloríficas a volumen constante y a presión constante, se manejan las ecuaciones $PV = mRT$, $PV^\gamma = \text{constante}$ (donde $\gamma = c_p/c_v$) y combinaciones de ambas ecuaciones que dan como resultado otras; la Primera Ley de la Termodinámica $\Delta U = Q - W$ y la convención de signos para el calor absorbido y cedido, así como trabajo realizado por o sobre el sistema; la ecuación que da la variación de la energía interna $\Delta U = mc_v\Delta T$, que es una función que depende únicamente de la temperatura y que es una variable de estado. De esta primera unidad se resuelven problemas como el que presentamos a continuación:

Un sistema que consta de 2 kg de Nitrógeno ($R = 0.297 \text{ kJ/kgK}$) efectúa los cambios politrópicos mostrados en el diagrama VP (Figura 1). Llenar los espacios vacíos en la Tabla I.

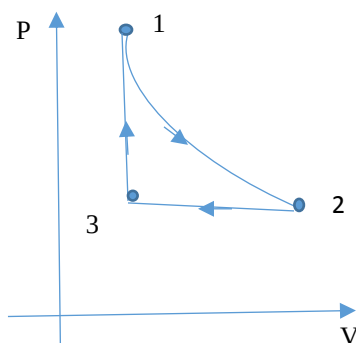


Figura 1. Diagrama PV de los cambios politrópicos en un sistema de 2 kg de Nitrógeno.

Tabla 1 Cálculos referidos a los cambios de estado mostrados en la figura 1

k
1
0
∞

Estado	P(kPa)	V(m ³)	T(K)
1	178.2	2	600
2	89.1	4	600
3	89.1	2	300
1	178.2	2	600

Los datos del problema están en las casillas marcados con rojo, k es la constante politrópica. Este es un problema típico para el uso de la ecuación de estado del gas ideal $\Delta U = Q - W$ y el uso de conceptos relacionados con los procesos politrópicos.

Para resolver éste problema se fija uno en el diagrama VP (Figura 1) de los tres procesos politrópicos que conforman el ciclo, y también en la tabla 1 con los valores proporcionados que aparecen en color rojo. Empezamos calculando P_2 por medio de la ecuación de estado del gas ideal

$$P_2 = mRT_2/V_2 = (2)(0.297)(600)/(4) = 89.1 \text{ kPa}$$

Como el proceso $1 \rightarrow 2$ es isotérmico debido a que $k = 1$, entonces $T_1 = 600 \text{ K}$, el proceso $3 \rightarrow 1$ es isocórico entonces $V_3 = V_1 = 2 \text{ m}^3$, volvemos a usar la ecuación de estado del gas ideal para calcular P_1 .

$$P_1 = mRT_1/V_1 = (2)(0.297)(600)/(2) = 178.2 \text{ kPa}$$

El proceso $2 \rightarrow 3$ es isobárico por lo que $P_2 = P_3 = 89.1 \text{ kPa}$ y calculamos T_3 por medio de la ecuación de estado del gas ideal

$$T_3 = P_3 V_3 / mR = (89.1)(2)/(2)(0.297) = 300 \text{ K}$$

Con esto terminamos de llenar la tabla 1

Un segundo problema para esta primera unidad es el siguiente: Un gas ideal efectúa los cambios que se describen a continuación: Pasa del estado uno al dos efectuando un trabajo de 200 kJ sin variar su temperatura; luego pasa del estado dos al estado 3 absorbiendo 150 kJ de calor sin variar su volumen. Llenar los espacios vacíos en la Tabla 2. Para resolver éste problema se debe utilizar la Primera Ley de la Termodinámica.

Como el proceso $1 \rightarrow 2$ es isotérmico entonces $\Delta U = mc_v \Delta T = 0$, $W = 200 \text{ kJ}$ y utilizando la Primera Ley de la Termodinámica para éste proceso $Q = W = 200 \text{ kJ}$, el proceso $2 \rightarrow 3$ es isocórico, por lo tanto, $W = 0$, como el sistema absorbe calor, este es considerado positivo y utilizando la misma ley, concluimos que $\Delta U = Q = 150 \text{ kJ}$, los totales se obtienen al hacer la suma algebraica de ΔU , Q y W debiéndose cumplir la Primera Ley de la Termodinámica $\Delta U = Q - W$.

TABLA 2
Cálculos hechos utilizando la Primera Ley de la Termodinámica

Cam- bios	ΔU (kJ)	Q (kJ)	W (kJ)
$1 \rightarrow 2$	0	200	200
$2 \rightarrow 3$	150	150	0
Totales	150	350	200

Las casillas en rojo son datos del problema, en cada línea de la tabla 2 se debe cumplir la Primera Ley de la Termodinámica, las casillas en negro son llenados con cálculos hechos por los estudiantes.

Un tercer problema para esta primera unidad es: Un gas ideal experimenta los cambios politrópicos mostrados en el diagrama VP (Figura 2), diga si son verdaderas (v) o falsas (f) las siguientes relaciones: (ver Tabla 3).

La primera es (v) porque el volumen crece de izquierda a derecha, la segunda es (f) porque la presión crece de abajo hacia arriba, la tercera es (v) porque en un proceso isocórico si la presión decrece, la temperatura decrece. La cuarta es (f) porque el estado 1 y el estado 2 pertenecen a la misma isoterma, por lo que su temperatura debe ser igual, la quinta es (v) porque del estado 1 al estado 2 hay una expansión del sistema y se realiza trabajo positivo, la sexta es (f) porque al usar la Primera Ley de la Termodinámica siendo $Q = 0$ porque se trata de una adiabática se obtendría $\Delta U_{3 \rightarrow 4} = -W_{3 \rightarrow 4}$, la séptima es (f) porque como el proceso $2 \rightarrow 3$ es isocórico el trabajo de $2 \rightarrow 3$ sería cero, la octava es (v) porque el proceso $1 \rightarrow 2$ es isotérmico y $\Delta U_{1 \rightarrow 2} = 0$, por lo tanto de la primera ley de la termodinámica $Q_{1 \rightarrow 2} = W_{1 \rightarrow 2}$.

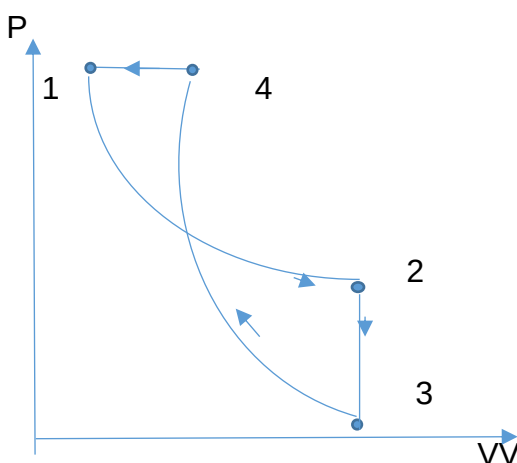


Figura 2. Cambios politrópicos para un gas Ideal

TABLA 3

Resultados para los cambios politrópicos de la figura 2

1. $V_3 < V_2$ (v)	5. $W_{1 \rightarrow 2} > 0$ (v)
2. $P_1 < P_2$ (f)	6. $\Delta U_{3 \rightarrow 4} = W_{3 \rightarrow 4}$ (f)
3. $T_2 > T_3$ (v)	7. $W_{2 \rightarrow 3} > 0$ (f)
4. $T_1 < T_2$ (f)	8. $Q_{1 \rightarrow 2} = W_{1 \rightarrow 2}$ (v)

El contenido de la unidad es: El concepto de entropía, la definición de calor, ecuaciones para el cálculo de la variación de la entropía, procesos politrópicos y su representación en un diagrama ST; ciclos reversibles y su representación en los diagramas VP y ST; el ciclo de Carnot. El tipo de problemas que se resuelven en ésta segunda unidad son como se describen a continuación:

Un sistema que consta de 3 kg de Helio efectúa el ciclo mostrado en el plano ST (Figura 3) con un rendimiento del 50%. Sabiendo que absorbe 900 kJ de calor a la temperatura de 600 K, llenar la Tabla 4.

Para llenar la Tabla 4, partimos de los datos y del hecho de saber que es Helio, tenemos: $m = 3$ kg, $R = 2.08$ kJ/kg K, $c_v = 3.12$ kJ/kg K; de la figura 3 se ve que se trata de un ciclo de Carnot, nos dan $T_{\max} = T_1 = T_2 = 600$ K, que es donde absorbe calor, $Q_{1 \rightarrow 2} = Q_{\text{abs}} = 900$ kJ, $\Delta U_{1 \rightarrow 2} = 0$.

Por tratarse de un proceso isotérmico y al utilizar la Primera Ley de la Termodinámica obtenemos $Q_{1 \rightarrow 2} = W_{1 \rightarrow 2}$, el cambio de entropía en este proceso es

$$\Delta S_{1 \rightarrow 2} = Q_{\text{abs}}/T_{\max} = 900 \text{ kJ}/600 \text{ K} = 1.5 \text{ kJ/K},$$

el rendimiento de un ciclo de Carnot es $r_c = 1 - (T_{\min}/T_{\max})$ despejando

$T_{\min} = (1 - r_c)T_{\max} = (1 - 0.5)600 = 300$ K, los valores $\Delta U = 0$ y $\Delta S = 0$ por ser variables de estado y tratarse de un ciclo, los procesos $2 \rightarrow 3$ y $4 \rightarrow 1$ son isoentrópicos, por tanto, $Q=0$ y $\Delta S=0$ para ambos procesos,

$\Delta U = mc_v(T_3 - T_2) = 3(3.12)(-300) = -2808$ kJ y de la Primera Ley de la Termodinámica $W_{2 \rightarrow 3} = 2808$ kJ, $\Delta U_{3 \rightarrow 4} = 0$ por ser un proceso isotérmico, $Q_{3 \rightarrow 4} = Q_{\text{ced}}$ y de la ecuación del rendimiento para cualquier ciclo $r = 1 - (Q_{\text{ced}} / Q_{\text{abs}})$ que también puede ser usada para el ciclo de Carnot, despejando tenemos

$$Q_{\text{ced}} = (1 - r)Q_{\text{abs}} = (1 - 0.5)900 = 450 \text{ kJ}.$$

Por la convención de signos, este valor se toma como negativo y de la Primera Ley de la Termodinámica $W_{3 \rightarrow 4} = Q_{3 \rightarrow 4} = -450$ kJ, $\Delta S_{3 \rightarrow 4}$ debe ser el negativo de

$$\Delta S_{1 \rightarrow 2} = Q_{\text{ced}}/T_{\min} = -450/300 = -1.5 \text{ kJ/K}. \Delta S_{\text{tot}} = 1.5 + 0 - 1.5 + 0 = 0$$

Ya que la suma de los cambios de entropía de los diferentes procesos que forman un ciclo debe ser cero, también $\Delta U_{\text{tot}} = 0$ por el mismo motivo, por tanto

$$\Delta U_{4 \rightarrow 1} = 2808 \text{ kJ}, Q_{\text{neto}} = 450 \text{ kJ} \text{ y por la Primera Ley de la Termodinámica}$$

$W_{\text{neto}} = 450$ kJ, $W_{4 \rightarrow 1} = -2808$ kJ al usarse la Primera Ley de la Termodinámica en el cuarto renglón de la Tabla 4.

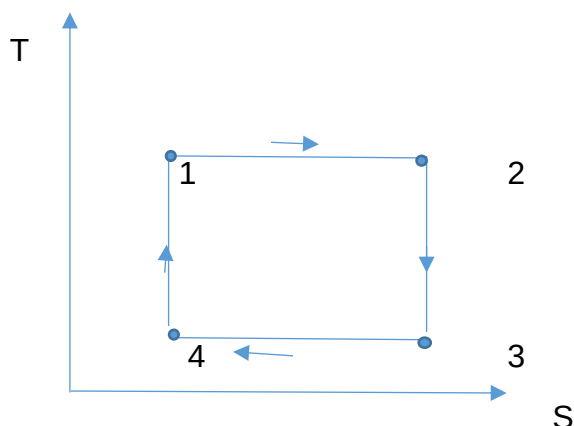


Figura 3. Ciclo recorrido por un sistema formado por 3 kg de He.

TABLA 4

Llenado de la Tabla del ciclo de Carnot de la Figura 3

Estado	T (K)		ΔU (kJ)	Q (kJ)	W (kJ)	ΔS (kJ/K)
1	600		0	900	900	1.5
2	600		-2808	0	2808	0
3	300		0	-450	-450	-1.5
4	300		2808	0	-2808	0
1	600		0	450	450	0
totales						

El contenido de la unidad 3 es el siguiente: Procesos espontáneos, aumento en la entropía del universo, Segunda Ley de la Termodinámica, expansión libre de un gas ideal, intercambio de energía calorífica entre dos gases ideales aislados de los alrededores, intercambio de energía calorífica entre un gas ideal y un almacén térmico, máquina térmica y refrigerador. Después de cubrir la teoría correspondiente a éstos temas, se resuelven problemas del siguiente tipo:

Un sistema opera en ciclos entre dos almacenes térmicos, absorbiendo una cantidad de calor Q_{abs} del almacén a la temperatura de 400 K, cediendo una cantidad de calor Q_{ced} al almacén a la temperatura de 200 K y realizando un trabajo neto W (Figura 4). Determinar en cada uno de los tres casos propuestos si el ciclo es posible (reversible o irreversible) o imposible poner el resultado en la raya continua.

- El sistema absorbe 400kJ de calor a temperatura alta y cede 200kJ de calor al almacén a temperatura baja posible reversible
- El almacén a temperatura alta cede 600kJ de calor y el sistema realiza un trabajo neto de 150 kJ. posible irreversible
- El sistema realiza un ciclo con un rendimiento de 60% y cede 100 kJ de calor al almacén a temperatura menor imposible

Para resolver este problema nos ayudaría mucho hacer un dibujo como el de la figura 4.

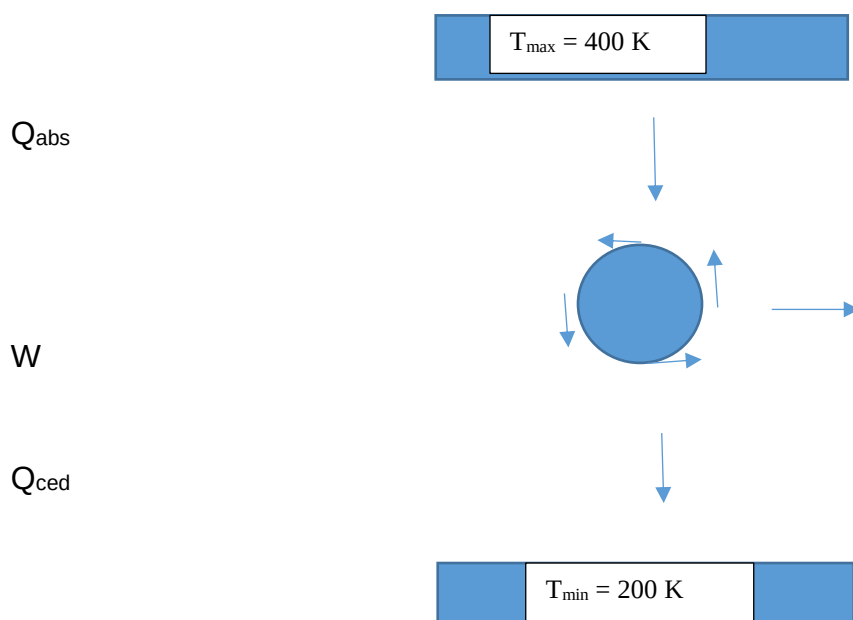


Figura 4. Máquina térmica trabajando cíclicamente entre dos almacenes térmicos

La variación en la entropía del Universo está dada como $\Delta S_{\text{Univ}} = \Delta S_{\text{sist}} + \Delta S_{\text{alred}}$, en donde $\Delta S_{\text{sist}} = 0$ porque el sistema opera cíclicamente y

$\Delta S_{\text{alred}} = \Delta S_{\text{alm } T_{\text{max}}} + \Delta S_{\text{alm } T_{\text{min}}} = -Q_{\text{abs}}/T_{\text{max}} + Q_{\text{min}}/T_{\text{min}}$ de aquí que para el inciso

- $\Delta S_{\text{Univ}} = 0 + (-Q_{\text{abs}}/T_{\text{mx}} + Q_{\text{min}}/T_{\text{min}}) = (-400/400 + 200/200) = (-1 + 1) = 0$ por lo cual concluimos que el proceso es posible reversible.
- Los datos para éste inciso son: $Q_{\text{abs}} = 600$ kJ, $W = 150$ kJ. Dado que la energía se conserva $W = Q_{\text{abs}} - Q_{\text{ced}}$ de donde $Q_{\text{ced}} = Q_{\text{abs}} - W = (600 - 150)$ kJ = 450 kJ y calculamos el cambio de entropía del Universo como en el inciso a).
 $\Delta S_{\text{Univ}} = 0 + (-Q_{\text{abs}}/T_{\text{mx}} + Q_{\text{min}}/T_{\text{min}}) = (-600/400 + 450/200) = (-6/4 + 9/4) = 3/4 > 0$ por lo tanto el proceso es posible e irreversible.

- c) Los datos para este inciso son: $r = 0.6$, $Q_{\text{ced}} = 100$ kJ. Tenemos que encontrar Q_{abs} , y éste lo podemos encontrar mediante la fórmula del rendimiento.

$$r = 1 - Q_{\text{ced}}/Q_{\text{abs}} \text{ despejando de ésta ecuación } Q_{\text{abs}} \text{ se tiene}$$

$$Q_{\text{abs}} = Q_{\text{ced}}/(1-r) = 100/0.4 = 250 \text{ kJ.}$$

Ahora calculamos el cambio de entropía del Universo como en los incisos anteriores

$$\Delta S_{\text{Univ}} = 0 + (-Q_{\text{abs}}/T_{\text{mx}} + Q_{\text{min}}/T_{\text{min}}) = (-250/400 + 100/200) = -5/8 + 4/8 = -1/8 < 0$$

por lo que concluimos que el proceso es Imposible.

Otro tipo de problema que se pide resolver en esta tercera unidad es el siguiente:

4 kg de Helio inicialmente a 175 kPa y 200 K experimentan los siguientes cambios: pasan del estado 1 al 2 mediante un proceso reversible a presión constante, aumentando su temperatura en 100 K; a continuación por medio de un proceso isoentrópico su presión aumenta hasta 200 kPa; finalmente llega al estado 4 por medio de una expansión libre adiabática aumentando su volumen en 1.84 m^3 . Calcular las cantidades pedidas en las tablas 5 y 6.

TABLA 5

Cálculos hechos para llenar las casillas color negro

Estado	P kPa	V m^3	T K
1	175	9.51	200
2	175	14.26	300
3	200	13.16	316.35
4	175.47	15.0	316.35

TABLA 6

Cálculos hechos para los cambios de entropía del sistema, los alrededores y el universo

ΔS kJK^{-1}	ΔS kJK^{-1}	ΔS kJK^{-1}
Sistema	Alrededores	Universo
8.43	-8.43	0
0	0	0
1.09	0	1.09

Inicialmente todos los espacios de las tablas están vacíos y los llenamos con los datos del enunciado y con el uso de fórmulas.

Sabemos que para el Helio $c_v = 3.12 \text{ kJ/kgK}$, $c_p = 5.2 \text{ kJ/kgK}$, $R = c_p - c_v = 2.8 \text{ kJ/kgK}$, se conocen la presión y la temperatura en el estado inicial, por lo que de la ecuación de estado del gas ideal calculamos: $V_1 = mRT_1/P_1 = (4)(2.08)(200)/175 = 9.51 \text{ m}^3$. El sistema pasa del estado 1 al 2 mediante un proceso reversible a presión constante

aumentando su temperatura en 100 K, entonces $P_2 = P_1 = 175 \text{ kPa}$, $\Delta S_{1 \rightarrow 2(\text{univ})} = 0$ por ser un proceso reversible, $\Delta T_{1 \rightarrow 2} = T_2 - T_1 = 100 \text{ K}$; de donde

$T_2 = T_1 + \Delta T_{1 \rightarrow 2} = (200 + 100) \text{ K} = 300 \text{ K}$ determinamos la entropía del sistema mediante la ecuación

$\Delta S_{1 \rightarrow 2(\text{sist})} = m c_p \ln(T_2/T_1) - m R \ln(P_2/P_1) = m c_p \ln(T_2/T_1) = (4)(5.2) \ln(300/200) = 8.43 \text{ kJ/kgK}$ y como $\Delta S_{1 \rightarrow 2(\text{univ})} = \Delta S_{1 \rightarrow 2(\text{sist})} + \Delta S_{1 \rightarrow 2(\text{alred})} = 0$; entonces

$$\Delta S_{1 \rightarrow 2(\text{alred})} = -\Delta S_{1 \rightarrow 2(\text{sist})} = -8.43 \text{ kJ/K}.$$

En el estado 2 podemos calcular el volumen mediante la ecuación de estado,

$$V_2 = m R T_2 / P_2 = (4)(2.08)(300)/175 = 14.26 \text{ m}^3,$$

como el proceso de $2 \rightarrow 3$ es isoentrópico entonces para calcular V_3 utilizamos la ecuación de los procesos adiabáticos $P V^\gamma = \text{constante}$, que se traduce en

$$P_2 V_2^\gamma = P_3 V_3^\gamma \text{ de la cual despejamos } V_3.$$

$V_3 = (P_2/P_3)^{1/\gamma} (V_2) = (175/200)^{0.6} (14.26) = 13.16 \text{ m}^3$, luego utilizando la ecuación de estado del gas ideal obtenemos el valor de T_3 .

$$T_3 = P_3 V_3 / m R = (200)(13.16)/(4)(2.08) = 316.35 \text{ K}.$$

Finalmente para el estado 4, el proceso $3 \rightarrow 4$ es isotérmico por lo que $T_3 = T_4 = 316.35 \text{ K}$ y como en este proceso el volumen aumenta en 1.84 m^3 se llega a $V_4 = 15 \text{ m}^3$ y con la ecuación de estado calculamos P_4 .

$P_4 = m R T_4 / V_4 = (4)(2.08)(316.35)/(15) = 175.47$. Ahora bien, en un proceso isoentrópico tal como el proceso $2 \rightarrow 3$ se tiene

$\Delta S_{\text{alred}} = \Delta S_{\text{sist}} = \Delta S_{\text{univ}} = 0$, mientras que en el proceso $3 \rightarrow 4$ es una expansión libre adiabática este proceso se realiza a temperatura constante por lo que el cambio de entropía del sistema se obtiene mediante la fórmula

$$\Delta S_{\text{sist}} = m R \ln(V_4/V_3) = (4)(2.08) \ln(15/13.16) = 1.09 \text{ kJ/kgK}, \Delta S_{\text{alred}} = 0,$$

por tanto $\Delta S_{\text{univ}} = 1.09 \text{ kJ/kgK}$.

Con esto, terminamos de llenar los espacios vacíos en las tablas 5 y 6.

Aprendizajes esperados

Creemos que éste método de impartir el curso de Termodinámica, dando la teoría completa y luego resolviendo problemas, como los mostrados con el llenado de tablas, y la interpretación de los procesos politrópicos en los diagramas VP y ST, ayuda a los estudiantes a tener una mejor comprensión y un buen aprendizaje de la materia y por otro lado los profesores que imparten el curso pueden realizar con más facilidad la evaluación, por lo cual resulta eficiente éste método.

Agradecimientos

Agradecemos a Luz María García Cruz, Héctor Martín Luna García, Tomás David Navarrete González y José Ángel Rocha Martínez compañeros profesores de la materia y autores de los libros “Elementos de termodinámica” y “Solución de problemas de termodinámica” por el apoyo que nos brindaron.

Referencias

García, L. M.; Luna, H. M.; Navarrete, T. D. y Rocha, J. A. “Solución de problemas de termodinámica” UAM.A. (2008)

García, L. M.; Luna, H. M.; Navarrete, T. D. y Rocha, J. A. “Elementos de termodinámica” Editorial UAM.-A. (2008)

Duval, R. (1988) Registros de representación semiótica y funcionamiento cognitivo del pensamiento, En: Hitt, F. Didáctica. Investigaciones en matemática educativa II. Iberoamérica, pp 173-201

F. Medina, M. E. Espinoza, L.M. García “Termodinámica” Editorial UAM-A. (2004).

Comentarios y sugerencias para emisiones del pronóstico del tiempo

José M. Rivera Rebolledo⁶⁰

E-mail: jrivera@esfm.ipn.mx

Resumen

En este trabajo comentamos sobre algunas emisiones del pronóstico del tiempo en Veracruz, por ejemplo, los valores demasiado precisos de las temperaturas, el nombre utilizado para la dirección de los vientos, así como las repeticiones innecesarias que podrían avocarse a explicar de manera simple a la audiencia ciertos fenómenos; finalmente se dan sugerencias para abreviar las emisiones.

Objetivo

Lo que se propone es una manera un tanto diferente de la emisión de los pronósticos del tiempo, en las cuales se logre ser menos reiterativo en sus comentarios y con una mejor precisión en cuanto a las explicaciones referentes a los fenómenos meteorológicos que se presentan y a sus eventuales cambios. Aquí la didáctica que alcanzamos es la de facilitar la comunicación verbal y la de un mejor entendimiento de los variados temas que abarca la meteorología.

Marco teórico

1. Dentro del marco teórico hemos recurrido a algunos libros de divulgación de la ciencia, aquí relacionados estrechamente con la meteorología, que nos sirven como auxiliares en el tema, tales como (Marco, J., 1974), Oldani, J. (sin fecha). y Bialko, A. (1989), mencionados al final en las referencias.

Desarrollo

Enumeramos a continuación algunas de las expresiones más usuales que se utilizan en las emisiones del pronóstico del tiempo en Veracruz.

1. Por ejemplo, se tiene la constante repetición de la frase o estribillo “Estaríamos esperando una temperatura de...”, cuando se entiende que se trata de un pronóstico, y por tanto sería suficiente con decir “La temperatura será de...”, e igualmente en otras similares.
2. Otra costumbre es el uso de la expresión “Los vientos serán de componente norte”, para el caso de vientos que proceden del norte, con lo cual sería mejor “Los vientos del norte...”
3. Asimismo, es frecuente escuchar la frase de “La temperatura oscilará entre ...”, en lugar de la más práctica “La temperatura será de ...a...”

⁶⁰ Escuela Superior de Física y Matemáticas del Instituto Politécnico Nacional

4. No hay necesidad de dar las temperaturas tan precisas, como p. ej.; 20.1°, 8.9°, 20.7° (= 21°). Aunque podría no tener tanta importancia, deberían de darse ocasionalmente las presiones, ya en atmósferas o en milibares.

5. Así como se dice surada, también se podría utilizar la expresión de “norteadada” para eventos del norte.

Hablar de vez en cuando del significado de términos tales como línea de vaguada, centros de alta presión, etc.

Un vocablo atinado es el de recuperación de temperaturas, aunque también es adecuado el de normalización.

Cuando se anuncian cambios importantes en el clima tales como norte o lluvia, al final no llegan y los dejan sin explicación.

Cuando se pregunta, ¿Me recuerda las temperaturas o vientos de hoy?, en realidad lo que sucedió es que el informante olvidó dar tales datos.

Expresiones como “aumento del potencial de lluvia” o “Potencial limitado de lluvias”, son muy rebuscadas y técnicas, cuando para el común de la gente es suficiente con decir “algunas lluvias o lluvias probables” y “lluvias escasas”, respectivamente,

Finalizamos con esta redundancia: “Estábamos observando que en la imagen satelital...se observa que...”

Aprendizajes esperados

Con los ejemplos arriba citados, se quiere dar una idea general de ciertos cambios o incorporaciones que podrían introducirse en el formato de la transmisión de un pronóstico del tiempo. Ello, tomando en cuenta que no se puede generalizar a todos los casos por obvias razones. Es decir, no se tiene el conocimiento cabal de las emisiones en otras ciudades del país y del mundo. Con lo anteriormente expuesto, esperamos que el estudiante que por ahora está en su formación profesional, tome nota de algunos aspectos tanto de comunicación oral como técnicos. Le ayuda asimismo a expresar, a mejorar su redacción, y por lo tanto a comprender mejor el texto y enunciado de diferentes tipos de problemas académicos y científicos.

Referencias

- Marco, J. (1974). *La atmósfera y la predicción del tiempo*. Barcelona: Ed. Salvat.
- Oldani, J. (sin fecha). *La meteorología*. Barcelona, Cd. de México. Impreso en Milán: Ed. De Vecchi.
- Bialko, A. (1989). *Nuestro planeta La Tierra*. Moscú: Ed. Mir.

Simplificación de expresiones algebraicas por medio de notación abreviada

José M. Rivera Rebolledo⁶¹
jrivera@esfm.ipn.mx

Resumen

En el presente trabajo se muestran algunos ejemplos de reducción de los desarrollos matemáticos cuyas expresiones son por lo general muy extensas, para lo cual es de utilidad la introducción de ciertas notaciones que ayudan a reducirlas de manera contundente, resultando fórmulas más comprensibles que permiten así emplear más tiempo en la explicación y discusión física de la situación o problema en cuestión.

Objetivo

La propuesta que se tiene es el uso de simbología más simple durante el desarrollo de determinados temas en física y/o matemáticas que conduzcan a la reducción de las mismas. En este sentido, se dan varios ejemplos tomados de diferentes libros de texto que se citan en las referencias adjuntadas al final de este trabajo, donde se separan la forma anterior o tradicional de escribir ciertas expresiones de las formas propuestas en las cuales esencialmente la expresión se acorta, facilitando así su visualización.

Marco teórico

En el marco teórico utilizamos principalmente (Zill y Wright, 2016, Spiegel, 1963), (Halliday y Resnick, 1966), de acuerdo con el seguimiento de la elaboración de diversas notas correspondientes a los cursos impartidos relacionados con los temas de los textos.

Desarrollo

1. Normalmente el estudiante se encuentra con la ecuación cuadrática,
$$ax^2 + bx + c = 0, \quad (1)$$

cuya solución suele escribir de manera explícita, esto es:

⁶¹ Escuela Superior de Física y Matemáticas del Instituto Politécnico Nacional

$$x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a} \quad (2)$$

que podemos confrontar con la forma más simple:

$$2ax = -b \pm \Delta, \quad (3)$$

donde se ha introducido la notación:

$$\Delta^2 = b^2 - 4ac \quad (4)$$

con lo cual se evita el símbolo de la raíz cuadrada, el cual sólo se utiliza al final cuando se obtiene el número deseado.

2. En estudios de series de Fourier, (Zill, 1988, Spiegel, 1963), con $L = p$, la expresión completa para la misma es:

$$f = \frac{1}{2} a_0 + \sum_{n=0}^{\infty} [a_n \cos\left(\frac{1}{p} n\pi x\right) + b_n \text{sen}\left(\frac{1}{p} n\pi x\right)] \quad (5)$$

que se puede reescribir como:

$$f = \frac{1}{2} a_0 + \sum_{n=0}^{\infty} (a_n \cos y_n + b_n \text{sen} y_n) \quad (6)$$

siendo aquí

$$y_n = \varepsilon_n x, \quad \varepsilon_n = \frac{1}{p} n\pi \quad (7)$$

que además de simplificar la ecuación, lo hace asimismo con el desarrollo subsiguiente.

Del mismo texto y otros similares, cuando se trata de integrar, en lugar de decir: “ahora integremos la ecuación tal desde 0 hasta 2π ”, se puede insertar únicamente el símbolo correspondiente con los límites indicados, es decir:

$$\int_0^{2\pi} \Rightarrow \text{integrando} \quad (8)$$

Y análogamente la dependencia funcional se puede obviar en el integrando, pasándola a un lado de ésta:

$$\int_0^{2\pi} f.w.\psi_n dx, \quad f(x), \text{etc.} \quad (9)$$

3. Los valores de una función con los respectivos intervalos de su argumento, esto es (Zill, 1988),

$$f(x) = 0, -\pi < x < 0, \pi-x, 0 < x < \pi \quad (10)$$

pueden quedar un poco más compactos en forma tabulada, visualizando así mejor su estructura:

$$\begin{array}{cc} f & x \in \\ 0 & (-\pi, 0) \end{array} \quad (11)$$

$$\begin{array}{cc} \pi-x & (0, \pi) \end{array} \quad (12)$$

4. De (Halliday y Resnick, 1966), para el problema de los potenciales de dos esferas de radios y cargas respectivas $r_{1,2}$ y $+q, -q$, se encuentran los casos:

$$i) V_{+q} = k \frac{q}{\infty} = 0 = V_{\infty} \quad y \quad V_{-q} = 0 = V_{\infty} \quad (13)$$

$$ii) V_{+q} = k \frac{q}{r_1} > V_{\infty} \quad y \quad V_{-q} = -k \frac{q}{r_1} < V_{\infty} \quad (14)$$

que en nuestro caso podemos modificar con la notación

$$V \approx \frac{1}{r}, \quad V^{\pm} = V_{q^{\pm}} \quad (15)$$

de la siguiente forma tabulada:

$$V^{+} \approx \quad V^{-} \approx \quad \frac{1}{V_{\infty}} V^{\pm} \quad (16)$$

$$i) \quad \quad \quad 0 \quad \quad 0 \quad \quad 1 \quad (17)$$

$$ii) \quad \quad \quad \frac{1}{r_1} \quad \quad -\frac{1}{r_1} \quad \quad >, < 1 \quad (18)$$

y el enunciado escribirse como “sean dos esferas $(R, q^{+}), (R, q^{-}) \dots$ ”, en lugar de “sean dos esferas de radio R y cargas..”.

5. De (Jackson, 1962), la expresión

$$\frac{\partial}{\partial x} \frac{1}{|x-x'|} = -\frac{\partial}{\partial x} \frac{1}{r} \quad (19)$$

donde hay que tomar la derivada parcial como

$$\frac{\partial}{\partial x} \sqrt{(x - x')^2 + (y - y')^2}, \text{ etc.}, \quad (20)$$

puede simplificarse si uno introduce:

$$r^2 = |x - x'|^2 = (x - x')^2 + (y - y')^2 \quad (21)$$

$$\Rightarrow 2r \frac{\partial r}{\partial x} = 2(x - x') \quad \text{y} \quad \frac{\partial r}{\partial x} \Big|_{x=0} = -\frac{x'}{r}, \quad (22)$$

O bien la forma más simple,

$$f = \frac{1}{r} \quad (23)$$

tal que ahora se tendría:

$$\frac{\partial}{\partial x} f = \frac{\partial}{\partial x} \frac{1}{r} = -\frac{1}{r^2} \frac{\partial r}{\partial x}, \quad (24)$$

i.e.,

$$\frac{\partial}{\partial x} f \Big|_{x=0} = \frac{\partial}{\partial x} \frac{1}{r} \Big|_{x=0} = +\frac{x'}{r^3}. \quad (25)$$

Aprendizajes esperados

Con lo anterior, se espera que el estudiante entienda que en algunos casos es mejor abreviar los desarrollos matemáticos por medio de la introducción de notación compacta, evitando así innecesarias repeticiones y abultadas o tediosas expresiones que lo único que hacen es alargar el tema y por ende confundirlo, contrario al efecto deseado. De esta manera, el profesor dispone de un tiempo extra muy valioso para la explicación de otros puntos relacionados con el tópico tratado. Tales símbolos se pueden insertar cuando se elaboran las notas de clase, o improvisar durante la impartición de la clase en pizarrón.

Referencias

- Halliday, D. & Resnick, R. (1966). *Physics, part II*. New York: John Wiley.
- Jackson, J. D. (1962). *Classical Electrodynamics*. New York: John Wiley.
- Spiegel, M. R. (1963). *Advanced Calculus*. New York: Ed. Schaum
- Zill, D. G. (1988). *Ecuaciones diferenciales*. México, D. F.: Grupo edit. Iberoamérica.

Cuatro formas de obtener ternas pitagóricas

Carlos Zubieta Badillo⁶²
Fco. Ramón Salazar Velasco⁶²
Marissa R. Martínez Preece⁶²
czb@azc.uam.mx

Resumen

Las llamadas ternas pitagóricas se refieren a la relación que existe entre los cuadrados de tres números naturales. Se les dice pitagóricas por su relación con el famoso Teorema de Pitágoras para triángulos rectángulos, por ejemplo, la terna 3, 4 y 5, que cumple la relación $3^2 + 4^2 = 5^2$ (es decir: $9 + 16 = 25$).

En este trabajo presentamos cuatro formas que permiten encontrar dichas ternas, dos de estas formas son antiguas, una más reciente y una de nuestra autoría. La idea es motivar a los estudiantes (de nivel bachillerato o con poca instrucción matemática) para que vean la necesidad de demostrar la validez de éstos métodos.

Las propiedades de los números naturales se pueden emplear para obtener tareas que tengan sentido matemático. Hay muchas relaciones que se pueden encontrar al hacerse preguntas sobre los números naturales. Estos han dado origen a diversos problemas que han apasionado a los matemáticos ó a los aficionados a esta ciencia. Debemos aprovechar esta característica de los números naturales.

Palabras clave: ecuaciones diofantinas, ternas pitagóricas, algoritmo, demostración.

Clasificación: AMS 11D25.

Objetivo

Se pretende que el estudiante enuncie correctamente el teorema de Pitágoras, que sepa que son las ecuaciones diofantinas y que vea la necesidad de probar ciertos resultados. El enfoque didáctico es el método socrático, diálogo entre estudiante y profesor.

Desarrollo

Profesor. Les da una hoja a cada estudiante y les pide que enuncien el teorema de Pitágoras.

Estudiante. Escribe su respuesta de lo que él entiende que dice el teorema de Pitágoras.

⁶² Universidad Autónoma Metropolitana - Azcapotzalco

Profesor. Sin que corrijan su respuesta en la hoja, el profesor dialoga con ellos hasta obtener la respuesta correcta: En todo triángulo rectángulo la suma de los cuadrados de los catetos es igual al cuadrado de la hipotenusa.

Es muy probable que algún estudiante sólo escriba $a^2 + b^2 = c^2$ aprovechando esto el profesor debe hablar sobre lo que son las ecuaciones diofantinas. Ecuaciones cuya solución debe ser expresada en números enteros.

Profesor. Los babilonios (más de 2000 años a. C.) escribieron en arcilla diversas soluciones a ecuaciones lineales y cuadráticas y en particular las relativas a las ternas pitagóricas que hoy nos ocupan.

Las llamadas ternas pitagóricas se refieren a la relación que existe entre tres números naturales y que cumplen con el famoso Teorema de Pitágoras para triángulos rectángulos, por ejemplo, la terna 3, 4 y 5, que cumple la relación $3^2 + 4^2 = 5^2$ (es decir: $9 + 16 = 25$).

Forma No. 1 Tablilla babilónica

En una tablilla babilónica se encontró un método para hallar ternas pitagóricas (Boyer y Merzbach, 1989, p.65). Allí se expresa que si un número c es impar, una terna pitagórica será de la forma: $(c^2 - 1)/2$; c ; $(c^2 + 1)/2$. ().

Profesor. Les pide a los estudiantes que obtengan algunas ternas pitagóricas usando la relación de los babilónicos.

Estudiantes. Calculan algunas ternas.

Profesor. Muestra la tabla 1.

Tabla 1. Ternas pitagóricas usando el método babilónico.

$(c^2 - 1)/2$	c	$(c^2 + 1)/2$		c^2	$[(c^2 - 1)/2]^2$	$[(c^2 + 1)/2]^2$
4	3	5		9	16	25
12	5	13		25	144	169
24	7	25		49	576	625
40	9	41		81	1600	1681
60	11	61		121	3600	3721
84	13	85		169	7056	7225
112	15	113		225	12544	12769
144	17	145		289	20736	21025
180	19	181		361	32400	32761

Profesor. ¿Cómo sabemos que se cumple ésta relación para cualquier valor de c (número impar)?

Estudiantes. Expresan sus respuestas y dialogan con el profesor hasta obtener una respuesta adecuada.

El profesor debe demostrar que $c^2 + [(c^2 - 1)/2]^2 = [(c^2 + 1)/2]^2$

Forma No. 2 Los elementos, Euclides: libro X.

Profesor. Euclides (los Elementos, 300 a C.) demostró de otra manera que el conjunto de ternas pitagóricas es infinito. La prueba se basa en que la diferencia de dos cuadrados de números consecutivos es siempre un número impar. Por ejemplo, $2^2 - 1^2 = 4 - 1 = 3$, $15^2 - 14^2 = 225 - 196 = 29$. Y además todos los números impares se pueden escribir como una diferencia de dos cuadrados de números consecutivos. Se muestra esto en la tabla 2:

Tabla 2. Diferencia de cuadrados consecutivos

n	n^2	impar
0	0	-
1	1	1
2	4	3
3	9	5
4	16	7
5	25	9
6	36	11

La idea es que todo número impar elevado al cuadrado sigue siendo impar, entonces hay que tener dos cuadrados consecutivos cuya diferencia (número non) sea un cuadrado.

Estudiantes. Obtener algunas ternas pitagóricas con éste método.

Profesor. ¿Por qué podemos afirmar que el número de ternas pitagóricas es infinito?

Estudiantes. Dan sus argumentos a favor de dicha afirmación, se abre un diálogo con el profesor.

Forma No. 3 Con dos números racionales cuyo producto sea dos.

Nota: obtenida en internet de <http://www.gaussianos.com>

Profesor. A través de un ejemplo vamos a ver otra forma de hallar ternas pitagóricas.

Ejemplo: Sean dos números racionales positivos cuyo producto sea dos, digamos:

$$\frac{3}{7} \text{ y } \frac{14}{3} \text{ donde } \left(\frac{3}{7} \cdot \frac{14}{3} = 2 \right)$$

Sumamos dos a cada racional: $\frac{3}{7} + 2 = \frac{17}{7}$ $\frac{14}{3} + 2 = \frac{20}{3}$

Los resultados expresémoslos en la misma denominación:

$$\frac{17}{7} \cdot \frac{3}{3} = \frac{51}{21} \quad \frac{20}{3} \cdot \frac{7}{7} = \frac{140}{21}$$

Tomamos los numeradores, elevamos cada uno de ellos al cuadrado y sumamos:

$$51^2 + 140^2 = 22201$$

Como se tiene que: $\sqrt{22201} = 149$, hemos encontrado una terna pitagórica, a saber (51, 140, 149).

¿Pueden dar una demostración siguiendo el desarrollo del ejemplo?

Estudiantes. Trabajan en esta actividad, algunos muestran sus resultados.

Profesor. Exhibe la siguiente demostración.

Demostración del método.

Tomamos dos números racionales positivos cuyo producto sea dos, digamos:

$$\frac{m}{n} \text{ y } \frac{2n}{m} \quad \text{donde} \quad \left(\frac{m}{n} \cdot \frac{2n}{m} = 2 \right)$$

Sumamos dos a cada racional: $\frac{m}{n} + 2 = \frac{m+2n}{n}$ $\frac{2n}{m} + 2 = \frac{2n+2m}{m}$

Los resultados expresémoslos en la misma denominación:

$$\frac{m+2n}{n} \cdot \frac{m}{m} = \frac{m^2+2mn}{mn} \quad \frac{2n+2m}{m} \cdot \frac{n}{n} = \frac{2n^2+2mn}{mn}$$

Tomamos los numeradores, elevamos cada uno de ellos al cuadrado y sumamos:

$$(m^2+2mn)^2 + (2n^2+2mn)^2 = m^4+4m^3n+8m^2n^2+8mn^3+4m^4$$

$$m^4+4m^3n+8m^2n^2+8mn^3+4m^4=(m^2+2mn+2n^2)^2$$

Por lo tanto, obtenemos la siguiente terna pitagórica

$$(m^2+2mn, 2n^2+2mn, m^2+2mn+2n^2)$$

Nota: obtenida en internet de <http://www.gaussianos.com>

Profesor. Por último les voy a platicar de otra forma de obtener ternas pitagóricas mediante el desarrollo del binomio $(4x + 1)^2$

Forma No. 4 Desarrollo del binomio $(4x + 1)^2$

A continuación, se describe la forma que encontramos para construir ternas pitagóricas, el algoritmo es:

Tabla 3. Desarrollo del binomio $(4x + 1)^2$

n	x	$2(4x) + 1$	$(4x)^2$	$(4x + 1)^2$
1	1	9	16	25
2	3	25	144	169
3	6	49	576	625
4	10	81	1600	1681
5	15	121	3600	3721
6	21	169	7056	7225
7	28	225	12544	12769
8	36	289	20736	21025
9	45	361	32400	32761
10	55	441	48400	48841
11	66	529	69696	70225
12	78	625	97344	97969
13	91	729	132496	133225

En realidad, se trata del desarrollo del binomio:

$$(4x + 1)^2 = (4x)^2 + 2(4x)(1) + 1$$

En donde el valor de x se obtiene sumando las columnas de n y x en diagonal como se sugiere en la tabla 3, observar que son las combinaciones de n elementos tomados de dos en dos, ${}_nC_2$, es decir: ${}_2C_2=1$, ${}_3C_2=3$, ${}_4C_2=6$, ${}_5C_2=10$, ${}_6C_2=15$, ${}_7C_2=21$, ${}_8C_2=28$, ${}_9C_2=36$, ${}_{10}C_2=45$.

A manera de conclusión: (comentario del profesor, nota escrita por Enrique Gracián).

Cada terna pitagórica que genera una infinidad de ternas pitagóricas la llamaremos terna pitagórica primaria. Por ejemplo, si a la terna (3, 4, 5) se le multiplica por una constante k se genera la terna $(3k, 4k, 5k)$ que también es pitagórica, ya que se cumple que: $(3k)^2 + (4k)^2 = (5k)^2$. En realidad, estamos interesados sólo en las ternas pitagóricas primarias.

En seguida surge la pregunta ¿se pueden obtener ternas de la forma: $x^n + y^n = z^n$? este enunciado conocido como el último teorema de Fermat, que fue demostrada su imposibilidad para x, y, z, n números naturales a partir de $n = 3$ en el año de 1994 por Wiles se ilustra en la siguiente sobre la búsqueda de soluciones para este tipo de ecuaciones:

“No todas las ecuaciones diofánticas tienen un método (algoritmo) que permita resolverlas de manera sistemática. Es más, la mayoría no lo tienen. La búsqueda de un método de resolución para ecuaciones concretas ha sido, durante mucho tiempo, objeto de estudio por matemáticos de la talla de Euler o Lagrange, y más recientemente de Minkowski o Chevalley.

La búsqueda de un algoritmo general para la resolución de ecuaciones diofánticas sigue siendo, actualmente, un problema abierto. En la célebre lista de 21 problemas que Hilbert propuso en el Congreso de Matemáticas de 1900, éste figura con el número 10. La resolución de este tipo de ecuaciones no tiene un interés meramente matemático. En mecánica cuántica, debido a la naturaleza discreta de sus fenómenos, se presentan con frecuencia este tipo de ecuaciones que requieren de soluciones enteras.

Referencias bibliográficas.

Euclídes. (1951). Los elementos. Ed. UNAM.

Gracián Enrique. (2018). Consultado en www.enriquegracian.com (6-enero-2018)

Rabino Adriana. (2009) Las ternas pitagóricas. Pickover, Clifford. Ed. Librero. www.mathsmovies.com/oz.htm www.disfrutalasmatematicas.com

Ternas pitagóricas. (2018) Ejemplo y demostración obtenidos www.gaussianos.com

Secuencia didáctica para enseñanza y regularización de matemáticas en nivel medio

José Hardi Romero Mendoza⁶³

Luz María de Guadalupe González Álvarez⁶³

Hardirmh@gmail.com

Resumen

El trabajo realizado está pensado para que sirva como una guía para quien se inicie en el área de la enseñanza de las matemáticas, y está dirigida para estudiantes que estén o hayan cursado el nivel medio superior y presenten problemas conceptuales, procedimentales o carencia de sentido en su aprendizaje matemático. Su desarrollo tiene la intención de lograr un buen nivel académico; solventar algunos prejuicios que presentan hacia las matemáticas; impulsar el deseo del estudio; que adquieran, o mejoren sus habilidades de trabajo en equipo a través de la colaboración con sus compañeros.

Objetivo

El objetivo de este trabajo es que el estudiante obtenga un nivel adecuado en el manejo y conocimiento de las matemáticas para el estudio autónomo de guías a exámenes de ingreso a nivel superior; mediante la identificación de situaciones de la vida cotidiana en las cuales interviene el uso de las matemáticas; y la elaboración de un proyecto a modo de ejemplo.

Marco teórico

La demanda de habilidades matemáticas en los estudiantes que están por iniciar el nivel superior es uno de los factores importantes por el que suele negarse su aceptación en las universidades que eligen. Esto no es a menospreciarse, pues un buen dominio de las matemáticas también conlleva un desarrollo en las habilidades para afrontar problemas que se pueden presentar en el ámbito laboral, dado los beneficios obtenidos en el desarrollo del pensamiento lógico matemático (Medida, M., 2017. P. 131) (Martínez, F. & Díaz, M. A., 2016. P. 62). Sin embargo, según la prueba PISA 2015 (Martínez, F. & Díaz, M. A., 2016. P. 66), 57% de los estudiantes mexicanos se encuentran en un nivel de competencia básico en matemáticas.

⁶³ Escuela Superior de Física y Matemáticas del Instituto Politécnico Nacional

Muchos de estos estudiantes probablemente tendrán serias dificultades para usar las Matemáticas como una herramienta para beneficiarse de nuevas oportunidades educativas y de aprendizaje a lo largo de la vida, o para poder desarrollar un pensamiento o razonamiento matemático que les permita manejar abstracciones. (Martínez, F. & Díaz, M. A., 2016. P. 64).

Lo anteriormente mencionado se hace notar en una población concreta en la región de Guerrero, que por motivos éticos se mantendrá en anonimato, y que ha sido la motivación del desarrollo de éste trabajo; en donde el uso de internet y otras tecnologías ya no presentan gran dificultad de acceso para la mayoría de la población pero que, sin embargo, aún se notan deficiencias en la conciencia por el estudio de las matemáticas, y un bajo nivel académico en las mismas. Cabe mencionar que del problema mencionado no se tiene un análisis de los datos que presentan las diferentes escuelas de la localidad en contraste con las habilidades que muestran los estudiantes, y que se motivó en base a la observación y cuestionamientos al azar con jóvenes de la población.

Desarrollo

Para lograr el objetivo de este trabajo, la secuencia didáctica introduce al estudiante en un ambiente en el que se le orientará a razonar e intentar inferir los conceptos que deba aprender, así como intuir los conceptos subsiguientes en analogía a lo ya aprendido. Los conjuntos de actividades a realizar están pensados de tal forma que se inician bajo planteamientos básicos para concluir con otros más complejos (Cano et al., 2001, p. 234), de tal manera que desarrollen la habilidad para abordar los problemas de manera secuencial e intuitiva en base a sus conocimientos previos.

Debido a los objetivos que se pretenden obtener, en un lapso de tiempo determinado, y el amplio marco de temáticas por abarcar, el conductismo también jugará un papel importante en el sentido de la realización de actividades de memorización de conceptos y métodos de solución a diversos problemas. A su vez se pretende dar una flexibilidad a éste enfoque mediante la sugerencia al profesor de que proponga más actividades con enfoque sociocultural (Cano et al., 2001, p. 18). Por otra parte, ésta flexibilidad también permitirá desarrollar la creatividad del profesor y su habilidad para moldear una secuencia en un entorno particular.

Se trata de que los estudiantes vayan construyendo su estructura conceptual con los conocimientos adquiridos, desde lo más simple y concreto hasta lo más complejo y abstracto; de manera secuenciada. Para ello se requiere comenzar por identificar las posibles dificultades de aprendizaje que se puedan presentar, y poner a prueba, en medida de lo posible, los conocimientos que adquieren para su aplicación en el ambiente social en que se desarrollen sus vidas.

En la tabla 1 se presenta un ejemplo de secuencia didáctica con las características mencionadas, en la que se utiliza la siguiente nomenclatura:

T.- teoría (en la columna de tiempo)

P.- Práctica (en la misma columna)

Tabla 1. Secuencia didáctica

Día	Actividad	Tipo	Tiempo de teoría (T) y practica (P)	Objetivos
1	1. Acogida de los estudiantes.	Introductoria	T (20 min)	Que los estudiantes tengan un panorama global de lo que se va a estudiar y que, bajo las retroalimentaciones dadas, conciban un esquema general del desarrollo de las matemáticas que han ido aprendiendo en los diferentes niveles escolares
	2. Aritmética: Los números primos, Teorema fundamental de la aritmética.	Introductoria Individual.	T (30 min) P (30 min)	Comprender el teorema fundamental de la aritmética y aprender su aplicación a través del manejo del máximo común divisor y del mínimo común múltiplo.
	3.- Aritmética: Números decimales y racionales (Sin ley de signos): operaciones básicas, reducción a mínima expresión, conversiones, razón y proporción.	Introductoria Individual.	T (15 min) P(15 min)	Que los estudiantes aprendan la conversión de números decimales a racionales y comprendan la diferencia entre una razón y una proporción.
	4. Retroalimentación del día 1	Regulación	T(10 min)	Para que los estudiantes aprendan a identificar sus potencialidades y errores.
2	1. Álgebra: Símbolos de agrupación. Operaciones con racionales	Individual. Desarrollo	T (15 min) P(45 min)	Que los alumnos tengan un acercamiento a los símbolos de agrupación cercano a lo ya conocido.
	2. Retroalimentación del día 2	Regulación	T(10 min)	Para que los estudiantes aprendan a identificar sus potencialidades y errores.
3	1. Álgebra: Leyes de exponentes. Operaciones (multiplicación, división, sumas, restas.)	Individual. Desarrollo	T (20 min) P (75 min)	Que los estudiantes aprendan las principales leyes de exponentes y deduzcan sus "reglas" consecuentes.

	2. Retroalimentación del día 3.	Regulación	T(10 min)	Para que los alumnos aprendan a regular su aprendizaje.
4	1. Álgebra: Leyes de exponentes. Operaciones con símbolos de agrupación pero sin ley de signos.	Grupal. Desarrollo	T (15 min) P(60 min)	Que los alumnos aprendan a manejar los símbolos de agrupación con un mayor nivel de complejidad
	3. Algebra: ley de signos.	Explicativa	T(20 min)	Que los alumnos conozcan la ley de signos en base a situaciones comunes
	4. Retroalimentación del día 4	Regulación	T(10 min)	Para que los alumnos aprendan a regular su aprendizaje.
5	1. Algebra: Leyes de exponentes: operaciones con signos de agrupación y leyes de signos	En equipo. Autorregulación. Desarrollo	T (15 min) P(85 min)	Que los alumnos aprendan a manejar los símbolos de agrupación y leyes de exponentes
	2. Retroalimentación del día 5	Regulación	T(10 min)	Para que los alumnos aprendan a regular su aprendizaje.
6	1. Algebra: Productos notables. Deducción de producto de binomios, binomio al cuadrado, binomios conjugados (con signos de agrupación y números racionales).	En equipo. Autorregulación. Desarrollo	T (20 min) P (85 min)	Que los alumnos deduzcan algunos productos notables con ayuda del profesor y en analogía a productos en aritmética
	1. Retroalimentación del día 6.	Regulación	T(10)	Para que los alumnos aprendan a regular su aprendizaje.
7	1. Algebra: Factorización. Factor común, factorizaciones de un monomio, binomio, trinomio, trinomio cuadrado perfecto	En equipo. Autorregulación. Desarrollo	T (20 min) P(80 min)	Que los alumnos deduzcan los métodos de factorización en base a ejemplos simples de resultados ya conocidos.
	2. Retroalimentación de día 1, 6 y 7	Regulación	T(10 min)	Para que los alumnos aprendan a regular su aprendizaje.
8	1. Algebra: Ecuaciones. Ecuaciones lineales de primer orden con enteros (con signos de agrupación, sin intervenir las leyes de signos)	Grupal. Desarrollo.	T (15 min) P(30 min)	Que los alumnos comprendan esencialmente el "comportamiento" de las ecuaciones
	2. Algebra: Ecuaciones. Deducción de	Individual. Desarrollo	T (20 min) P(40 min)	Que los alumnos deduzcan la ley de signos con ayuda del

	las leyes de los signos, ecuaciones lineales de primer orden con números enteros (con signos de agrupación y en la que intervengan las leyes de signos)			profesor en base a las propiedades de las ecuaciones
9	1. Retroalimentación del día 1, 6,7 y 8	Regulación	T (15 min) P(45 min)	Para que los alumnos aprendan a regular su aprendizaje.
	2. Historia de las matemáticas: Los números y el álgebra.	Liberación de prejuicios. Cierre para tema de álgebra.	T(40 min)	Que los alumnos comprendan que la matemática a que están aprendiendo ha pasado por diversas transformaciones a través de la historia y que ha tomado mucho tiempo en ser perfeccionada, en relación con las necesidades humanas
	3.Mesa redonda	Liberación de prejuicios. Regulación. Cierre para tema de álgebra.	T(20 min)	Que los alumnos practiquen su pensamiento crítico

A continuación se presentan algunas ideas de la forma como se pretende utilizar la secuencia didáctica, mediante la explicación de las actividades de los primeros días:

Actividad 1.1:

Se explicará, a grandes rasgos, el proceso de aprendizaje a través de la zona de desarrollo próximo de Vygotsky y el aprendizaje intuitivo, ejemplificando con hechos, como la forma como lograron aprender a hablar. Se dará 3 minutos al grupo para pensar en ejemplos personales de éste proceso de aprendizaje y 10 minutos más para exponerlos tales ejemplos. (observación: es recomendable que el profesor inicie dando un ejemplo de lo que a él le ha costado más aprender, o lo que le ha gustado más aprender, en contraste con el tiempo que le tomó).

Posteriormente se les solicitará que expresen su interpretación del objetivo del curso, en la que incluyan qué es importante aprender en él y para qué lo podrán utilizar.

Actividad 1.2:

Se presentará un conjunto de ejemplos de aplicaciones de las matemáticas en la vida cotidiana como: El cálculo de medida de un perímetro y área, midiendo con instrumentos y unidades improvisadas; por ejemplo, el número de zancadas “normales” de una esquina a otra del aula; el número de veces que cabe un lápiz en el contorno de un cuaderno, etc. Esto debería de dar pie al uso de la multiplicación y

uso de fracciones para poder medir con mayor precisión, en donde se introducirán las operaciones con racionales.

Se propone como ejemplo práctico medir, con lápices de diferentes estudiantes, el perímetro de un cuaderno, anotar los resultados en el pizarrón y cuestionarlos sobre cuál de ellos les parece más preciso. Posteriormente se contrastará el resultado intuitivo por el grupo, con el que se obtenga utilizando una regla graduada.

Se definirán los números primos, el máximo común divisor, y el mínimo común múltiplo, partiendo de los elementos obtenidos en la construcción anterior.

Actividad 1.3.

Se expresarán diferentes cantidades, tanto en fracciones comunes con diferente denominador, como en decimales, y se les pedirá que las comparen y ordenen de menor a mayor, se les pedirá que expliquen el procedimiento utilizado y se construirá con ellos el algoritmo para transformar las fracciones comunes a un mismo denominador.

Se retomarán los ejemplos en la actividad anterior para poder hacer uso de las conversiones de números decimales a fracciones, se identificarán las concepciones de los estudiantes acerca de “razón” y “proporción”, para ello se propone realizar una lluvia de ideas, enlistar las características de los dos conceptos, y construir con ellas una definición de cada uno, aportar ejemplos y pedirle que los clasifiquen.

Actividad 2.1

Se explicará a los alumnos la importancia del orden a seguir en el desarrollo de procesos a través de la ejemplificación individual al responder ¿Cómo llegas de tu casa al aula de clases? Esperando diversas respuestas en donde se muestren ejemplos tales que se deban de realizar ciertas acciones antes de proseguir con el siguiente. Con esto se pretende dar pie a la importancia de seguir un orden en el proceso operacional con las multiplicación, suma, división y signos de agrupación. En las posteriores actividades se retomará la misma importancia de ésta prioridad operacional, y se propondrán ejemplos de expresiones que contengan diversos signos de agrupación, en la que los estudiantes han de explicar el orden en que se resolvería, posteriormente se realizará una plenaria para llegar a un consenso.

Aprendizajes esperados

Se espera que los estudiantes comprendan las bases teóricas de la aritmética, y que mecanicen los algoritmos para la resolución de problemas que involucren los principales temas de aritmética y álgebra que requieren dominar en ese nivel.

Referencias

Cano, E. et al., 2001. El legado pedagógico del siglo XX para la escuela del siglo XXI (1ra ed.). Barcelona: Grao.

Jiménez, M. & Areizaga, A. Reflexiones acerca de los obstáculos que aparecen, en la enseñanza de las matemáticas, al pasar del bachillerato a la universidad. Universidad del País Vasco, España. <http://150.214.55.100/asepuma/laspalmas2001/laspalmas/Doco12.pdf> Fecha de recuperación: 25 de noviembre de 2018

Programas de estudio, 2016. Dirección General del Bachillerato. Última revisión 10 de Enero del 2019, [http://www.dgb.sep.gob.mx/informacion-academica/programas-de-estudio/2do SEMESTRE/Matematicas II biblio2014.pdf](http://www.dgb.sep.gob.mx/informacion-academica/programas-de-estudio/2do_SEMESTRE/Matematicas_II_biblio2014.pdf) Fecha de recuperación: 1 de diciembre de 2018

Polster, B. & Geracitano, G. Mathologe. “Negativas veces un negativo es un ...?”. <https://www.youtube.com/watch?v=ij-EK-MZv2Q> Fecha de recuperación: 10 de noviembre de 2018

Medina, M., 2017. Estrategias metodológicas para el desarrollo del pensamiento lógico-matemático. Revista Didasc@lia: Didáctica y Educación. Vol. 9, num 1. 2018. <http://runachayecuador.com/refcale/index.php/didascalial/article/view/1935/1056> Fecha de recuperación: 28 de noviembre de 2018

Martínez, F., & Díaz, M. A., 2016. México en PISA 2015. Pag. 62-66. http://www.inee.edu.mx/images/stories/2016/PISA2016/noviembre/PISA_2015-informe.pdf Fecha de recuperación: 23 de noviembre de 2018

Regulación del aprendizaje en el tema Movimiento parabólico

Paola Guadalupe Marín Ramírez⁶⁴
Paoladalu@97gmail.com

Resumen

Se propone una forma de evaluar el tema de movimiento parabólico para estudiantes de nivel medio superior, en la cual se incluye la atención a un tipo de diversidad de formas de aprendizaje, a través de una serie de actividades, mediante la cual se pretende que el alumno analice de forma diversa las representaciones, y las transformaciones entre ellas.

Objetivo

Desarrollar un plan de evaluación para regular el aprendizaje en estudiantes de nivel medio superior, que incluya técnicas para atender las necesidades de los estudiantes con diferentes niveles y estilos de aprendizaje.

Marco teórico

La forma en la que el ser humano interactúa con su entorno, la cultura, la existencia de otros y él mismo, producen un aprendizaje que facilita, propicia y manifiesta un desarrollo en su vida. Generalmente, en la literatura se recoge un gran número de trabajos donde suele entenderse como aprendizaje aquellos cambios relativamente estables, expresados en la conducta o inferidos en las estructuras de conocimientos de los sujetos. Esta idea está centrada en el producto, sin embargo el aprendizaje se puede ver como un proceso continuo, entonces la enseñanza se centra en la forma de aprender, incluso en las necesidades y capacidades de los distintos alumnos más que en los resultados que muestren al final de cada etapa formativa (García, 2017).

El modelo de aprendizaje Presagio-Proceso-Producto, toma en cuenta que, tanto los profesores como los estudiantes inician el curso con experiencias previas que forman un marco de referencia que orienta las interpretaciones que elabora cada uno de los participantes, a partir de las actividades que se planteen (Presagio). Durante el curso, las percepciones van cambiando debido a las experiencias de aprendizaje (Proceso). Los resultados obtenidos dependerán de la forma como se asimilen dichas percepciones (Producto), pero estos no son definitivos, porque el aprendizaje se presenta de manera continua, aún sin pretenderlo, de cada experiencia

⁶⁴ Escuela Superior de Física y Matemáticas del Instituto Politécnico Nacional

que se vive (González et al, 2011). Cuando se analiza el proceso, se puede observar que aprendizaje se va dando en diferentes grados, dependiendo de los intereses; así como los estilos y niveles de aprendizaje, ya que no todos los estudiantes aprenden de la misma manera o en el mismo tiempo, existe una diversidad; es por eso que se requiere un plan de evaluación, de manera que se pueda brindar una atención diferente, acorde con las necesidades de cada uno.

De acuerdo con el modelo de aprendizaje que se presentó, la evaluación ha de orientarse también desde tres perspectivas: Diagnóstico-Formación-Solución, estos no son tres momentos de evaluación, sino tres funciones que se van ejecutando durante todo el curso, para favorecer la reconstrucción del pensamiento y de las experiencias de los estudiantes, su participación comprometida, su autonomía y autorregulación, así como la diferenciación de objetos, contenidos y métodos según diferencias individuales. Muchos de los principios anteriores conforman la llamada regulación continua de los aprendizajes. Esta regulación continua requiere tomar datos; analizarlos y tomar decisiones. El profesor es el responsable principal de este proceso, pero es importante que se involucre a los estudiantes para que realicen una autorregulación de su proceso (Jorba y Casellas, 1997).

Al tomar datos, el docente se puede percatar de la diversidad de estudiantes, la que se manifiesta en aspectos tan comunes como que ningún joven tiene las mismas capacidades, ni la misma motivación, preparación o forma de aprender. Los factores que dan lugar a esta diversidad son, tanto de ámbito sociológico como psicopedagógico. Estos factores hacen que los estudiantes aprendan de diferente manera, hay estudiantes que necesitan cierto tipo de atención, donde no puedan seguir el ritmo normal de la clase o encuentra dificultades puntuales en un tema, una unidad o en uno contenidos determinados. Es por eso que para muchos autores, hablar hoy de atención a la diversidad es hablar de la calidad de la educación, igualdad y justicia social (Gómez, 2005). En la tabla 1 se muestra una serie de indicadores para cubrir las necesidades de los diferentes estudiantes.

Tabla 1: indicadores para adecuar la programación de aula a la diversidad. (Gómez, 2005)

En los objetivos y contenidos	En las actividades de E-A	En la metodología	En la evaluación.
Priorizar de acuerdo a su importancia para futuros aprendizajes.	Con diferente grado de dificultad. En diferente tipo de agrupación. Que faciliten la manipulación y se	Facilitar el uso de diferentes materiales para diferentes tipos de alumnos con diferentes estrategias.	Realizar una evaluación inicial (diagnóstico). Concretar y facilitar los contenidos mínimos.

Prever la posibilidad de modificación del contenido.	aplique a la vida cotidiana.	Disposición y agrupamiento de los alumnos.	Diferentes formas en las pruebas de evaluación.

Desarrollo

A continuación se presentan algunas ideas de las actividades que se proponen para el tema, el cual está diseñado para jóvenes que cursen física I de nivel medio superior (bachillerato). Estas están dispuestas en la tabla 2, que muestra una secuencia ordenada cronológicamente, cada una de las actividades presenta el título y el tiempo estimado para su realización.

Tabla 2. Secuencia de las actividades

Día	tiempo	actividad
1	50 minutos	¿Conoces el movimiento parabólico completo?
2	50 minutos	Las ecuaciones para la distancia vertical y horizontal son diferentes
3	100 minutos	Las diferencias en el alcance horizontal
4	1.25 minutos 2.40 minutos	Presentación de una diversidad de problemas Conceptos de trigonometría
5	1.40 minutos 2.50 minutos	Examen Cambios en el ángulo.
6	1.60 minutos 2.10 minutos	Compresión de graficas Lista de problema (información de cómo se debe entregar)
7	1.10 minutos 2.90 minutos	Entrega de resumen Unión de movimientos parabólicos
8	1.55 minutos 2.40 minutos	Exposición Examen

En la tabla 3 se presentan las actividades propuestas para asignar la calificación.

Tabla 3 Actividades para obtener la calificación

Criterio	Forma de trabajo	Calificación:
resumen	Individual	8%
Actividad: Cambios en el ángulo	Grupal, excepto fase 1	8%

Examen 1	Individual	25 %
Lista de problemas	Individual	10%
Actividad: Uniones de movimientos semi parabólicos	Grupal	12%
Examen 2	Individual	25%
Exposición	Individual	12%
total		100%

El contenido de cada examen dependerá del avance de los estudiantes en el curso.

Para el resumen, exposición, cambios en el ángulo, y uniones de movimientos semi parabólicos, se sugieren los criterios que se presentan en las tablas 4 a 7, para obtener la calificación total:

Tabla 4. Criterios para la evaluación del resumen (dos cuartillas de extensión)

Criterio	Calificación
Ortografía	1
Limpieza	1
Ideas claras y concisas	2
Explicación de las fórmulas	2

Tabla 5. Criterios para la actividad cambios en el ángulo.

Criterio	Calificación
Aplicación de fórmulas (eje horizontal y vertical)	3
Elaboración de la gráfica	
• Escalas en los ejes	1
• Ubicación de los puntos	1
• Respeto de los ángulos	1

Tabla 6. Criterios para evaluar la exposición.

Criterios	Calificación.
Material de trabajo.	3
Dominio del tema	4
Lenguaje adecuado	3
Interacción con el grupo	2

Tabla 7: Criterios de la actividad: uniones de movimientos semi-parabólicos.

Criterios.	Calificación.
Trabajo en equipo	2
Resultados	2
Participación en intercambio de ideas respecto al tema.	4
Aplicación de fórmula.	4

Por otra parte, las otras 6 actividades son formativas, por ello irán marcando el paso y las necesidades. De estas se tomarán datos para contar con elementos que permitan tomar decisiones informadas, al realizar el proceso de elaboración de actividades para regular el aprendizaje incluyendo la atención a la diversidad de estudiantes presentes en el curso.

Aunque también las actividades propuestas para obtener la calificación brindan información para regular el aprendizaje, es insuficiente, ya que las expectativas de los estudiantes y el probable uso de estrategias de supervivencia escolar son dos variables que alteran los datos. En la tabla 8 se presenta la propuesta de actividades para regular el aprendizaje.

Tabla 8: actividades para regular el aprendizaje.

Actividad	Instrumentos	Forma de trabajo
¿Conoces el movimiento parabólico completo?	Observación del movimiento. Preguntas abiertas.	Grupal, excepto fase 2: equipo
Ecuaciones para la distancia vertical y horizontal son diferentes.	Diferenciador semántico	Individual
Diferencias en el alcance horizontal.	Observación del movimiento. Preguntas abiertas. Comparación de resultados (diagramas)	Grupal
Conceptos de trigonometría.	Parrilla de evaluación	Individual
Compresión de graficas	Q-sort	Individual
Diversidad de problemas	Preguntas abiertas	Individual

Vista la forma de evaluación y las herramientas que se pretenden usar, se presentan las actividades que se describieron anteriormente. Cada una presentará las instrucciones y el material que se utilizará.

Actividades:

¿Conocen el movimiento parabólico completo?

Materiales:

- Una pelota de plástico
- Una botella de plástico cerrada (debe de estar llena de agua o tierra)

Instrucciones:

Fase 1:

Colocar la botella de agua sobre el escritorio.

Preguntar a los jóvenes, si creen que es posible derribar (tirar) esta botella con la pelota y cual creen que es la mejor estrategia para lograrlo

Se les solicitará a los estudiantes que dibujen un diagrama de cómo será la trayectoria que requieren lograr con la pelota para derribar la botella (en el cuaderno).

Escoger a un pequeño grupo de los estudiantes para que compartan sus ideas y diagramas a todo el grupo.

Fase 2:

Dividir al grupo en 2 equipos con la misma cantidad de personas

Colocar el escritorio junto con la botella en el centro delantero de salón (como se observa en la figura)



Figura 1: Posición de la botella para actividad ¿Conocen el Movimiento parabólico completo?

Pedir que pase un miembro de cada equipo a tratar de derribar (tirar) la botella con la pelota, pueden utilizar su mano o pie para arrojar o mover la pelota, pero solo podrán arrojar la pelota una vez, por cada tiro.

Fase 3:

Colocar la botella en el suelo, y pedir que repitan el proceso, con la condición de que la pelota no roce el suelo.

Discutir los movimientos que se observaron con la pelota, en particular, las trayectorias.

Actividad: Las ecuaciones para la distancia vertical y horizontal son diferentes.

Entregar la siguiente actividad.

Con ayuda del grupo construir la tabla 9, y presentarles diferentes tipos de objetos en movimiento, usando representaciones icónicas (fotografías, cápsulas de video o graficas), observa qué tipo de movimiento muestran y relacionalas con el contenido de la tabla. Como conclusión, explica que celdas de la tabla cumple cada ejemplo.

Tabla 9: Diferenciador semántico de la actividad “Las ecuaciones para la distancia vertical y horizontal son diferentes”

Característica	Movimiento en X	Movimiento en Y
velocidad	Es constante con respecto al tiempo	Va cambiando conforme pasa el tiempo, debido a una aceleración
	$v_x = V \cos \alpha$	$v_y = V \sin \alpha$
Distancia / altura	La distancia de trayectoria total, denominado alcance, se determina a través del tiempo total multiplicado por la velocidad en X, donde se le puede agregar la distancia recorrida (d) previa.	La altura se puede calcular con los valores de la aceleración de la gravedad, tiempo de subida. Cuando la $V_y \neq 0$, entonces sumamos la altura en esa velocidad previa.
	$x = d + v_x \cdot t_t$	$y = H + v_y t - \frac{gt_s^2}{2}$
Tiempo	Es el tiempo total en el que se realiza el movimiento.	El tiempo de subida es la mitad del tiempo en el movimiento en X (análogamente en el tiempo de bajada)
	t_t	$t_s = \frac{t_t}{2}$
Distancia / altura máxima	La distancia máxima se tiene cuando obtenemos el valor del seno de 2 veces el ángulo de	La altura máxima se puede obtener usando el seno del ángulo de lanzamiento elevado

	lanzamiento, dividido solamente por el valor de la gravedad. (este es el valor de la distancia cuando la altura es la máxima)	al cuadrado y dividido en 2 por la gravedad.
	$x_{max} = \frac{V^2 \sin 2\alpha}{g}$	$y_{max} = \frac{V^2 (\sin \alpha)^2}{2g}$
Aceleración	Al tener una velocidad constante, entonces no hay aceleración.	La aceleración que tiene es una constante, la denominada aceleración de gravedad
	$a_x = 0$	$a_y = -g$

De acuerdo a la tabla, se les pide que resuelvan problemas como el que se presenta a continuación:

Unos niños se encuentran jugando con una resortera y bolitas de papel, de tal manera que con uno de ellos con la resortera lanza las bolitas y el otro la trata de pescarlas en una cajita. Si en uno de los tiros la distancia que ha recorrido es de 30 cm en un tiempo de 3 segundos, con una altura de 6 cm y la posición de esta altura máxima es de 22cm.

- Calcule el ángulo con el que fue arrojada la pelotita
- La velocidad en X, en Y y la total

Trate de recrear la situación que se presenta en el problema

Actividad: Las diferencias en el alcance horizontal.

Materiales:

- Ligas
- Piedras de colores
- Gises
- Hojas de papel albanene o papel calca o acetato.

Instrucciones:

➤ **Fase 1: Actividad escrita.**

Entregar a los alumnos el siguiente problema y una hoja de papel calca para cada quien (individual) y darles tiempo para que lo lean y entiendan el problema (los alumnos todavía no deberán resolver el problema)

Problema:

En una guerra, estamos siendo atacados por el enemigo que se encuentra a 4 km. Hemos decido usar nuestro cañón en contra de ellos, y estamos preparando todo para mandar el misil (es un misil de destrucción total). ¿En qué ángulo y con qué

velocidad debemos mandar nuestro misil, si solamente tenemos 2 minutos para que caiga al suelo? La dimensión de la base de nuestro enemigo es de 1km.

Hacer un diagrama (en la hoja de papel calca) de la descripción del movimiento que obtuviste, con una escala de 6cm = 1km

➤ **Fase 2: Visualización del problema.**

Salir con los alumnos al patio (o el área de las canchas, depende de la infraestructura del plantel) y el profesor dibujará un círculo en el centro del patio con una dimensión de 1 metro de diámetro y escribirle en el centro la palabra “ENEMIGO”. Las dimensiones pueden cambiar según el número de estudiantes y la dimensión del patio de la escuela. Colocar a los alumnos alrededor del círculo con una separación de 5 metros desde el centro del círculo y entregarles las ligas y piedras de colores y dar las siguientes instrucciones:

Esta es la visualización del problema que se les acaba de entregar, el círculo en el centro es la base del enemigo y ustedes van a lanzar el cañón, es decir, las ligas con las piedras son el cañón y los misiles. Uno por uno va a tirar su misil, tratando que este caiga en alguna parte dentro de círculo.

Cada joven va a tirar su piedra, mientras que el resto de los alumnos observa, de esta manera deben de quedar las piedras dispersas por todo el círculo; decirles a los alumnos que observen que las piedras han quedado dispersas en el círculo. Regresar todos al salón de clases.

➤ **Fase 3: Explicación de lo ocurrido.**

Dar la explicación teórica del tema: “alcance horizontal”. Para mayor claridad revisar el resumen o elaborar un mapa conceptual del tema

➤ **Fase 4: Solución numérica del problema:**

Indicar a los alumnos que resuelvan el problema descrito en la fase 1, pero pidiendo que utilicen diferentes distancias horizontales, sin hacer caso omiso a la escala antes mencionada para la elaboración de su diagrama.

➤ **Fase 5: Comparación de resultados**

Hacer equipos de 5 personas (seleccionadas por el profesor). Solicitar que cada miembro del equipo explique las consideraciones de la distancia que tomó y muestre su diagrama. Mientras que esto ocurre el profesor debe de estar revisando en cada equipo las consideraciones y dudas que se hayan obtenido.

Finalmente decirle a cada equipo que junte los 5 diagramas y que pongan el origen en el mismo punto; así ellos podrán observar cómo cambian las trayectorias cuando se toman diferentes distancias horizontales.

Discutir las observaciones en el equipo y luego en toda la clase.

Actividad: Conceptos de trigonometría

Ejercicio: resuelve el problema que se te presenta a continuación

Determine el coseno y seno del Angulo con que se debe lanzar un objeto con velocidad inicial de 10 m/s para que su altura máxima sea igual a su distancia máxima.

- ¿Cuál es esa distancia?
- ¿Cuánto tiempo necesita para alcanzar la altura máxima?
- Elabora un diagrama que muestre dicho movimiento

Esta actividad se utilizará para ejemplificar el uso de un instrumento de análisis, llamado parrilla de evaluación, mediante resultados de un grupo hipotético, de manera que se observe un proceso que guíe la atención a la diversidad.

Para construir la parrilla de evaluación se requiere definir los aprendizajes esperados lo más desglosado posible:

****Objetos de evaluación****

- Conceptos de distancia y altura máxima
- Razones trigonométricas
- Conceptos de distancia y altura

Posteriormente enunciar las cualidades que se observarán en las soluciones de los estudiantes para evaluarlas:

****criterios de evaluación****

1. Utilización de las formulas distancia máxima y altura máxima
2. Aplicación de la razón $\sin 2\alpha = 2 \sin \alpha \cos \alpha$
3. Conocimiento de las 2 formas de encontrar la distancia máxima
4. Conocimiento de las 2 formas de encontrar el tiempo
5. Utilización de fórmula de altura o distancia horizontal

Se asignan puntuaciones para diferentes niveles de desempeño:

****criterios de calificación****

- 0 = no hace nada o todo es incorrecto
- 1 = parcialmente correcto
- 2 = completamente correcto

Tabla 10: Ejemplo de Parrilla de evaluación para el análisis de datos de la actividad.

Estudiante	Criterios de evaluación					Totales (de 10)
	1	2	3	4	5	
1	1	0	0	2	1	4
2	2	1	1	2	2	8
3	2	1	0	2	2	7
4	2	2	2	2	2	10
5	2	0	2	1	2	7
6	1	0	1	1	2	5
7	1	0	0	0	2	3
8	2	0	2	0	1	5
9	2	2	2	2	2	10
10	1	0	1	0	1	3
11	0	0	1	1	1	3
12	2	2	0	2	2	8
13	2	1	1	0	2	6
14	0	0	1	1	2	4
15	2	0	0	1	2	5
16	2	0	2	0	2	6
17	2	1	2	2	2	9
18	2	0	2	2	2	8
19	2	0	2	2	2	8
20	0	0	0	2	2	4
Totales (de 40)	30	10	22	25	36	123

Análisis por columnas

Los resultados de las sumas de cada columna indican el nivel de desempeño del grupo. Valores cercanos a la puntuación máxima que se puede obtener, en este

caso es 40, se pueden interpretar como un aprendizaje de calidad, mientras que un valor que se aleja de 40, es una alerta para revisar las estrategias que se están utilizando y adaptarlas a las necesidades del grupo.

Como podemos notar en la parrilla de la tabla 10, el criterio 2 (de color amarillo) es en el que se obtuvo la menor puntuación, lo que indica que es el criterio en el que las soluciones de los estudiantes muestran un desempeño más bajo. En contraste, para el criterio 5 (de color azul) es el de mayor puntaje, indica el desempeño más elevado; y el 3 (color naranja) es una puntuación baja pero, no tanto como la del criterio 2. De ahí que podemos hacer las siguientes propuestas para la atención de los criterios anteriores:

1.- Para regularizar al grupo con respecto al criterio 2, hacer una actividad que involucre las razones trigonométricas (mínimo 3 razones), para identificar si el error viene de los temas de geometría o si el problema viene de la forma en que se está enseñando el tema.

- Si el problema es de geometría, hacer un repaso del tema en general.
- Si el problema es de la forma de explicar, hacer nuevamente el repaso del tema usando una actividad interactiva. Ejemplo: alumnos 4, 12 y 9 pueden exponer el tema, donde los otros alumnos deben de hacer preguntas tanto de jóvenes que exponen hacia sus compañeros y viceversa, así como docente.

2.- Para regularizar al grupo con respecto al criterio 3, los alumnos deberán encontrar 2 problemas para elaborar, en los que se utilicen, tanto las formulas en horizontal como en vertical, para encontrar el tiempo (deberán de notar que el valor es el mismo).

Análisis por filas (atención a la diversidad)

Como podemos notar los estudiantes 4, 9 y 12 (color verde) son los alumnos con mayor puntaje y los estudiantes 1, 6, 7, 8, 10, 11, 14, 15, 20 (color gris) son los de menor. Para ello se describen las siguientes propuestas:

1.- Los estudiantes con mayor puntaje se les pedirá que investiguen y resuelvan tres problemas del tema, que después se le deberán de entregar al profesor, para que desarrollen habilidades para la búsqueda de información y de resolución de problemas, de manera que sigan avanzando mientras el resto del construye los aprendizajes esperados.

2.- Los estudiantes con menor puntaje, deberán resolver actividades diferidas, en las que se atiendan los criterios que no han alcanzado a construir, de manera que se tendrá, al menos, una actividad extra para cada criterio, de las cuales cada estudiante resolverá las que le correspondan. Cuando se evalúen dichas actividades, para los estudiantes que todavía tengan puntajes bajos tendrán a un tutor (los tutores son los alumnos 4, 9 y 12; por sus puntajes elevados). Las actividades serán:

- Los que no alcanzaron el criterio 2, elaborar una actividad que involucre las razones trigonométricas (mínimo 3 razones) .Conviene hacer preguntas tanto de jóvenes que exponen, así como docente y oyentes (Estudiantes que no participan).
- Los que no alcanzaron criterios 1 o 5, acordar con ellos asesorías después de clases para analizar con ellos el uso y significado de las fórmulas.
- Los que no alcanzaron criterios 3 o 4, deberán encontrar 2 problemas para elaborar que impliquen el uso, tanto de las fórmulas en horizontal, como en vertical para encontrar el tiempo, orientar su observación para que observen que el valor es el mismo y expliquen por qué.

Actividad: Cambios en el ángulo

Mediante esta actividad se ejemplifica una estrategia para favorecer la regulación mutua entre los estudiantes.

Fase1: Solución del problema escrito

Entregar el siguiente problema a los alumnos:

Problema:

Se dispara una flecha 8 veces con una velocidad de 120 Kilómetros por hora, de tal manera que se registraron los siguientes datos:

No.	Distancia máxima horizontal (m)	Distancia máxima vertical (m)	Angulo (°)
1	38.73		
2	86.74		
3	106.41		
4	111.52		
5	98.07		
6	56.62		
7	19.66		
8	113.24		

Encuentre las distancias verticales máximas y los ángulos en los que fue lanzada la flecha. Además realice el diagrama con el cual fue lanzada la flecha de tal manera que aparezcan los 8 datos de la tabla anterior (el estudiante ha de elegir la escala).

Los estudiantes deberán de resolver el problema de manera individual en hojas para que puedan entregar.

Fase 2: observación de esquemas e intercambio de opiniones

Los alumnos entregaran su solución del problema y estos serán entregados a sus compañeros de forma aleatoria, de tal manera que los jóvenes observen la forma

en la que sus compañeros han entendido el problema y elaborado su gráfica (esta actividad se ha de realizar en un tiempo de 10 minutos).

Se les pedirá a 5 alumnos diferentes que den su punto de vista con respecto a lo que ellos hicieron, lo que observaron de la hoja de su compañero y la conclusión a la que llegaron, esto favorece la regulación entre los estudiantes.

Fase 3: Explicación del problema:

Se entregará el problema al profesor y este volverá a leerlo, de tal manera que haga un recordatorio, con ayuda de los alumnos, de las fórmulas e ideas que engloba; para mayor claridad conviene revisar el resumen y/o mapa conceptual.

Finalmente deberán de repetir el problema y entregar nuevamente la hoja de la solución del mismo, habiendo corregido los errores.

Actividad: Compresión de gráficas.

Ahora se muestra una estrategia para promover la autorregulación

Fase 1: Elaboración del problema que se les entregará a los alumnos

Realiza la siguiente actividad en un hoja en blanco (tienes 5 minutos y colócale tu nombre en la parte de atrás (entrégalo a tu profesora)).

Un hombre ha lanzado un proyectil, de tal manera que 10 segundos después llega a tierra otra vez, el comportamiento del tiempo está representado en la siguiente gráfica.

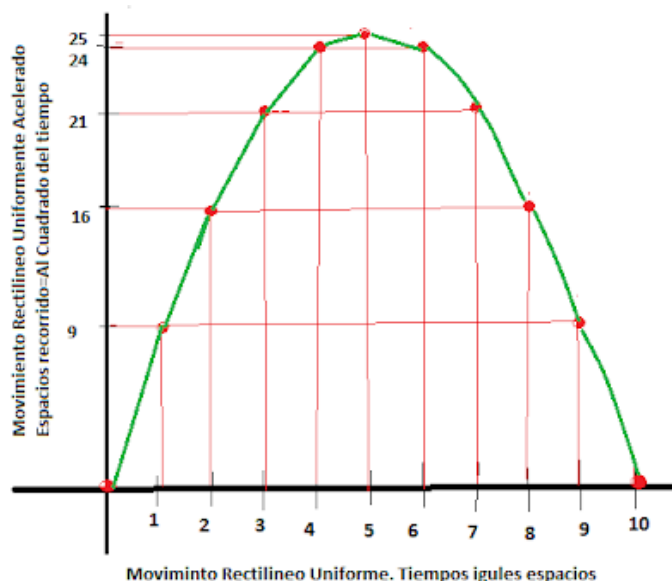


Figura 2: grafica del recorrido del proyectil.

¿Que se aplicó para obtener esta gráfica y cuál es la relación que tienen las variables representadas en ella?

Fase 2: análisis de datos

Dividir en 2 al grupo y hacer el análisis personal de cada uno de los trabajos (reenumerar los 10 ejercicios del equipo del A, B,..., J.)

Dividir en el pizarrón y realizar la siguiente tabla, de tal manera que los alumnos la llenen de acuerdo a su criterio, donde 1 no es correcto y 10 es completamente correcto

Tabla 11: análisis de respuestas propuestos por los mismos alumnos.

Ejercicio/estudiante	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	total
A											
B											
C											
D											
E											
F											
G											
H											
I											
J											
total											

Fase 3: argumentación y debate de resultados (en equipos y grupo completo)

Después del debate:

Se le pedirá al alumno que conteste lo siguiente en una hoja blanca:

¿Crees que tu respuesta es correcta o no? ¿Por qué?

Fase 4: análisis de la respuesta correcta:

Se resolverá el problema de manera colaborativa, guiados por el profesor, cada estudiantes analizará su solución y su creencia acerca de la idoneidad de la misma.

Lista de problemas: (Ejercicios con cambio de contexto)

Con fines de ejemplificación solamente se han escrito 3 problemas, pero es necesario presentar más problemas.

1. Un muchacho de preparatoria fue a dedicarle serenata a su novia. Como la madre de la muchacha es muy enojona, el chico ha decidido primero que debe avisarle a su novia. Ha buscado en sus bolsillos del pantalón su celular, pero lamentablemente lo ha olvidado en casa; así que con una piedritas que ha tomado de un terreno enfrente de la casa de su novia, él está decidido golpear la ventana de la recamara de la muchacha, para que ella salga a verlo.

Si la ventana de la recámara de su novia está a 3 m del suelo y este arrojando las piedras en un ángulo de 30° ¿Con que velocidad ha sido lanzada la piedra?

¿Qué tan lejos está de la casa (la altura del chico es 1.7 m)?

2. En el campeonato de acrobacias de motociclistas Red Bull X-Fighters en el sur de África de 2015, Tom Pagès ganó el primer lugar. En una de sus acrobacias, él presentó un movimiento parabólico perfecto.

El tiempo que el ocupó para realizar todo el movimiento fue de 4.5 segundos en un ángulo de 20° .

- ¿En qué tiempo llega a la altura máxima?
- ¿Cuál fue la altura máxima?
- Si la distancia que recorrió horizontalmente es 6.3 m, ¿A qué velocidad iba el motociclista?

3. 3.0 s después de que se lanza un proyectil al aire desde el suelo, se observa que tiene una velocidad $= (8.9i + 3.6j)$ m/s. Determine:

- a) el alcance horizontal del proyectil
- b) su altura máxima encima del suelo
- c) su rapidez y ángulo de movimiento justo antes de que caiga al suelo

Actividad: Uniones de movimientos semi parabólicos

Actividad diseñada para 20 personas

Materiales:

- Pelota pequeña
- Regla
- Cinta métricas
- Palo de madera (80cm)
- Pequeño aro de plástico (debe que pasar la pelota a través de ella)
- Alambre
- 2 Cámara de video

Nota: se considera que el plantel de la escuela no es de planta baja, tiene un piso.

Instrucciones:

- 1.- Recordatorio del movimiento semi parabólico y parabólico completo.
- 2.- Amarrar el pequeño aro de plástico al palo con el alambre de tal manera que este quede de forma vertical y se pueda ir moviendo con respecto al eje del palo; y el palo deberá también amarrarse al barandal.

3.- Unir cintas métricas, y con ellas medir desde el principio del barandal hacia el piso de la planta baja.

4.- En la planta alta (primer piso) se encontrarán los estudiantes 0 a 6, de tal manera que las actividades quedarán distribuidas de la manera como se presenta en la parte inferior. El objetivo es que observen como dos movimientos semi parabólicos diferentes, pueden hacer un parabólico completo, donde cada uno de los estudiantes realizará un objetivo, que también se encuentra en la tabla.

Tabla 12: Posición de los alumnos en la plata alta.

estudiante	actividad	Objetivo
0	Arrojar la pelota	Hacer pasar la pelota a través del aro
1	Movimiento del aro a través del palo	Deberá de subir o bajar el aro
2	Posición vertical	Deberá de ir midiendo con la regla el cambio de longitud entre el aro y el principio del barandal
3	complemento	Marcará la posición del estudiante 0, en el piso.
4	Posición horizontal	Deberá indicar el espacio entre el barandal y la posición horizontal con la que se lanza la pelota (con un cinta métrica)
5	Manejo de cámara	Grabar el movimiento que presenta la pelota; en un ángulo lateral (en su zona)
6	Registro de datos	Se hará cargo de la bitácora, donde anotara las longitudes obtenidas en su zona

En el patio (planta baja) de frente de donde se encuentran los compañeros de la planta alta, deberán de estar otros 13 alumnos en las siguientes posiciones, donde análogamente cada uno de los estudiantes tendrá un objetivo de su posición.

Tabla 13: Posición de los alumnos en la planta baja.

Estudiante	Actividad	Objetivo
1	Atrapar la pelota	Deberán de ubicarse así:
2		Uno en el centro cerca de donde está en barandal, dos más atrás del que está en el centro y los otros 2 en diagonal al primero (tratar de hacer una X) de forma que abarquen su propio perímetro
3		
4		
5		
6	Posición vertical	Si la pelota no fue atrapada antes de llegar al piso, se deberá medir a que altura se atrapo
7		
8	Árbitro	Observara que la pelota no rebote antes de ser atrapada y si esta fue atrapada en el piso o en el aire.
9	Posición horizontal	Deberán de medir la distancia desde la misma distancia donde está el barandal y donde la pelota fue atrapada (con ayuda de las cintas métricas)
10		
11		
12	Manejo de cámara	Grabar el movimiento que presenta la pelota; en un ángulo lateral (en su zona)
13	Registro de datos	Se hará cargo de la bitácora, donde anotara las longitudes obtenidas en su zona

6.- Se comenzará la actividad de lanzar la pelota a través del aro, mientras el resto de los estudiantes hacen las actividades previamente descritas.

7.- Se regresará al aula, se reproducirán los videos obtenidos de ambos equipos; se harán comentarios con respecto a los datos de la bitácora y lo que observaron en ellos.

8.- Se rectificarán los datos obtenidos en las bitácoras (si es necesario corregir).

9.- Después de corregir los datos en su bitácora, cada uno de los estudiantes deberá de calcular los ángulos de llegada y de salida, y su velocidad (este se deberá de entregar).

Aprendizajes esperados

La tabla que se presenta en este apartado describe los aprendizajes que se espera que el alumno desarrolle en cada una de las actividades, junto con las propuestas innovadoras. (nota: no se encuentran los exámenes, ni el tiempo para la discusión sobre el tema exponer)

Titulo	Aprendizajes esperados	Actividades
¿Conoces el movimiento parabólico completo?	Trabajo individual y comprensión visual del movimiento	Diagnóstica
Las ecuaciones para la distancia vertical y horizontal son diferentes	Diferenciar los dos movimientos y ver que estos son semejantes a m.r.u y m.r.u.a	Con diferenciador semántico
Las diferencias en el alcance horizontal	Ver los problemas en distintos esquemas y entender que de acuerdo al ángulo que se lanza el objeto cambia la distancia horizontal recorrida.	De cambio de esquema
Presentación de exposición de la actividad de diversidad de problemas	Resolver problemas y exponer en público.	De comunicación científica
Conceptos de trigonometría	Trabajo en equipo, conocer que cuando se cambia el ángulo de lanzamiento también cambia la distancia vertical y comprensión de problemas.	Trabajo colaborativo
Cambios de ángulo	Entender y comprender el nuevo concepto de altura máxima.	Con cambio de esquema
Comprensión de graficas	Verificación de lo que han aprendido los alumnos.	Autorregulación y regulación mutua

Unión de movimientos parabólicos	Trabajo en equipo, utilizar herramientas multimedia, uso de escalas, ver diferencias de movimientos parabólico completo y semi-parabólico.	Atención a la diversidad.
Exposición	Expresión coherente y comprensión y uso total del tema (en diversas circunstancias).	De comunicación científica

Referencias:

García Santa-Cecilia, Á. (2017). El currículo de español como lengua extranjera. Tesis doctoral, UCM, Madrid.

Gómez Montes José Manuel, 2005, Pautas y estrategias para entender y atender la diversidad en el aula.

González, Carlos, Montenegro, Helena, López, Lorena, Munita, Isabel y Collao, Paula. (2011). Relación entre la experiencia de aprendizaje de los estudiantes de pregrado y la enseñanza que reciben de sus maestros. *Calidad en la educación*, (35), 21-49. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-45652011000200002>

Jorba Jaume y Casellas Ester, 1997, La regulación y autorregulación de los aprendizajes, editorial Síntesis.

El lenguaje binario: Sistema de numeración

José Roberto Anaya Pineda⁶⁵
joseroberto.anaya140696@gmail.com

Resumen

Se presenta una propuesta para enseñar a nivel de educación secundaria el sistema binario con la intención de que se incluya de manera natural cuando se introduzcan los sistemas de numeración como el decimal, el maya y el romano. Con el objetivo que dichos estudiantes de secundaria puedan ver de manera más general los sistemas de numeración y concretar en particular el sistema binario a su aplicación inmediata, la tecnología. Fundamentado con las ideas de Zona de Desarrollo Próximo (ZDP) que rigen la estructura de las actividades de esta propuesta, estructura hecha en base al ciclo de aprendizaje, donde manejamos 4 etapas de secuenciación en las cuales se han incluido actividades innovadoras como son los proyectos abiertos completamente aplicativos y actividades icónicas que promueven el conocimiento tácito de los estudiantes.

Objetivo

Comprender el sistema de numeración binario y sus fundamentos teóricos de manera ordenada y constructiva para la aplicación al lenguaje de las computadoras y sistemas digitales, entendiendo de por medio procesos y funcionamiento de dispositivos tecnológicos, enfatizando la implicación que tienen estos en la sociedad actual, haciendo referencia al enfoque aplicativo del lenguaje binario y al comportamiento de los usuarios, normas para su uso y cuidado.

Marco teórico

El tema se encuentra estructurado bajo las ideas de Zona de Desarrollo Próximo, concepto que se refiere a la distancia que existe entre el desarrollo psíquico actual del sujeto y su desarrollo potencial. Por esta razón es un concepto de suma importancia para la educación en todos los niveles de enseñanza. Se define como la distancia entre el nivel real de desarrollo, determinado por la capacidad de resolver independientemente un problema, y el nivel de desarrollo potencial, determinado a través de la resolución de un problema bajo la guía del adulto, profesor o en colaboración con otro compañero más capaz (Vigotsky, 1931).

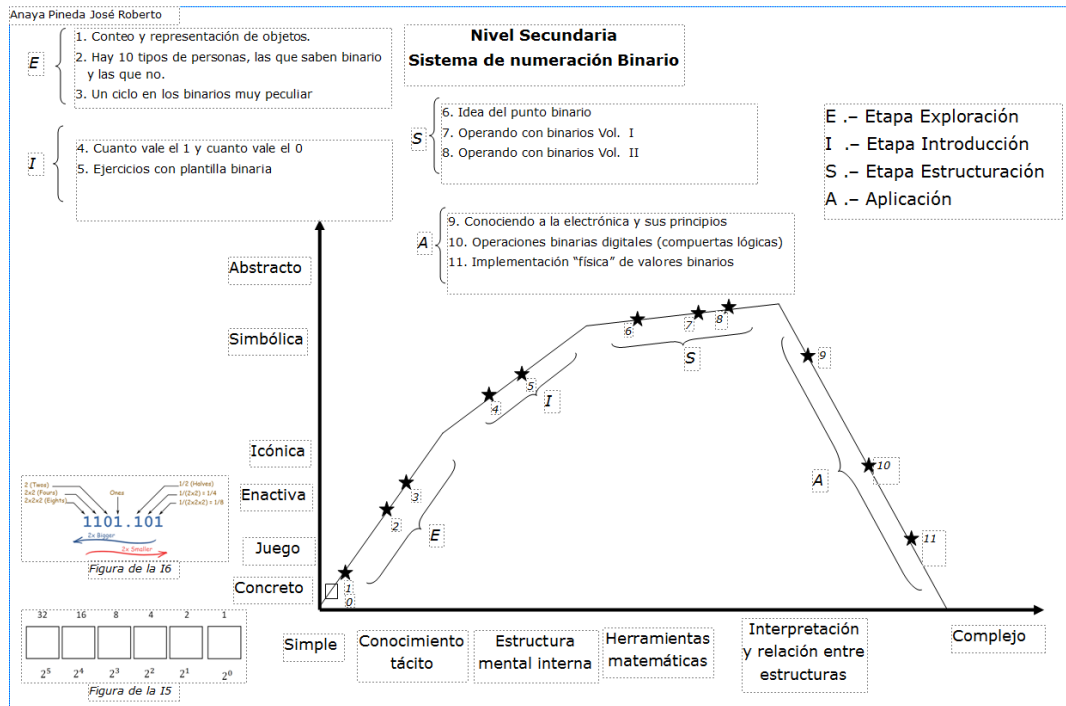
Este concepto también nos señala, que lo que el estudiante puede hacer hoy con la ayuda de otro estudiante o profesor, mañana podrá hacerlo por sí solo. Cuando se

⁶⁵ Escuela Superior de Física y Matemáticas del Instituto Politécnico Nacional.

estudia la ZDP de un estudiante, no se enfatiza en lo que este no tiene aún, sino cómo con la ayuda de otros va creciendo su desarrollo personal. Para el autor dicha zona define funciones que todavía no han madurado, pero que se hallan en proceso de maduración, funciones que en un mañana próximo alcanzarán su madurez y que ahora se encuentran en estado embrionario (Vygotsky, 1931).

Tomando en consideración la ZDP en cada actividad planteada en la propuesta educativa, ahora esta se encuentra apoyada en una metodología para planificar la secuencia de actividades, metodología que es llamada ciclo de aprendizaje, que se inicia con una etapa exploratoria, la que conlleva la manipulación de material concreto, y a continuación prosigue con actividades que facilitan el desarrollo conceptual a partir de las experiencias recogidas por los alumnos durante la exploración. Luego, se desarrollan actividades para aplicar y evaluar la comprensión de esos conceptos. Esto anterior está fundamentado en el modelo “Aprendiendo de la Experiencia”, que se aplica tanto para niños, jóvenes y adultos, el cual describe cuatro fases básicas: Experiencia, Reflexión, Abstracción y Aplicación (Kolb,1984).

En base al ciclo de aprendizaje, en esta propuesta se manejan las 4 etapas de secuenciación que van de lo simple a lo complejo y de lo concreto a lo abstracto, se presentaran de manera jerarquizada y explicando porque es que se encuentran dichas actividades en su respectiva etapa. Tendremos así la siguiente estructura en las etapas de secuenciación:



Donde se ha centrado gran parte de la propuesta educativa en las actividades de exploración y aplicación por el enfoque que tiene el tema, en cada actividad planeada y ordenada en base al ciclo de aprendizaje antes descrito se retoman las ideas de la ZDP con objetivo de generar aprendizaje constructivista y lograr llegar a tal grado de conocimientos base en los alumnos hasta que apliquen dicho conocimiento.

Refiriéndonos a esto último de manera más general, también particular en cada actividad sobre todo las dos primeras etapas (E e I), tomando en cuenta la ZDP, como ya se ha dicho, se planearon las actividades de manera tal que consideran los saberes anteriores en la actividad y se desarrollan haciendo más grande la zona de conocimientos de actividad en actividad en la secuencia, cabe notar que en algunas actividades como las de la etapa (E) predomina incluso el conocimiento tácito.

Por la forma de estructuración y planteamiento de las actividades se pretende que con el orden dado se siga este proceso de zona de desarrollo próximo al ir avanzando entre etapas, haciéndose notar en la de aplicación donde se plantean dos proyectos integradores abiertos, que estarán al alcance del alumno y por supuesto en las cercanías de sus conocimientos adquiridos. Teniendo como base para lograr lo anterior las tres etapas (E, I, S) donde la de exploración se maneja de forma tal que el alumno trabaja con conocimientos de sus experiencias previas y conocimiento tácito, y en el transcurso de la Introducción se van aplicando las ideas de la ZDP (Vigotsky,1931) de forma que se deje al alcance de los alumnos la etapa de estructuración donde con la secuenciación de las actividades se busca que se maduren elementos simbólicos y herramientas básicas matemáticas del sistema de numeración binario.

Desarrollo

Se presenta a continuación la explicación de la propuesta dirigida al docente, donde se muestran explícitamente las actividades y, en cada una, sus características; objetivos; recursos usados; y referencias de la fuente donde se han tomado ideas, si es el caso. Las actividades se presentan por etapas, de acuerdo con el ciclo de aprendizaje. El objetivo principal de la “Exploración” es identificar ideas previas, en la “Introducción” se da todo el material necesario para construir y entender el sistema binario, en “Estructuración” se le da forma a lo aprendido en la etapa anterior, operando explícitamente con números binarios y se presentan ejercicios para mecanizar procesos de conversión entre sistemas y operaciones, también se abre la puerta a la “Aplicación” donde se plantea la relación del sistema binario con la electrónica digital, culminando con dos proyectos aplicativos abiertos a elección del alumno. Es importante mencionar que no se restringe al docente la cantidad de material de apoyo a usar, el presentado solo es el modelo a seguir, más el docente viendo las necesidades y avances del grupo decidirá.

Etapa de exploración

E0 Actividad introductoria.- Actividad sobre un nuevo alfabeto alfanumérico:

Se utilizan algunas de las características de la actividad, como el sentido icónico y de juego que tiene, de forma tal que se busca de inmediato generar conocimiento tácito, y que la actividad caiga en la zona de conociendo previo del alumno, debido a analogías que el profesor ayudara a crear entre lo que está haciendo con las tarjetas y lo que ha hecho antes. Se pretende que el alumno use su imaginación y voluntad para construir frases, que ya han usado antes y conocen, pero ahora escritas de manera novedosa o al menos no usual. Al finalizar la actividad el docente ha de extrapolar eso al tema que nos interesa que son los números binarios, inducir a los alumnos el hecho de que podrán representar cualquier número del sistema usual decimal pero ahora en solo dos cantidades 0 y 1, dejando el camino marcado con las ideas de la ZDP para introducir actividades futuras.

Descripción: La actividad es llamada “alfabeto alfanumérico”

Con tarjetas de números arábigos y letras del alfabeto usual (a propósito realizando relaciones entre números y letras, por ejemplo E=3, A=4, T=7, B=8. La idea es repartir las tarjetas a pequeños grupos de 4-5 estudiantes y pedir que formen frases a su gusto y a su idea, para comunicarse. Ver imagen 1

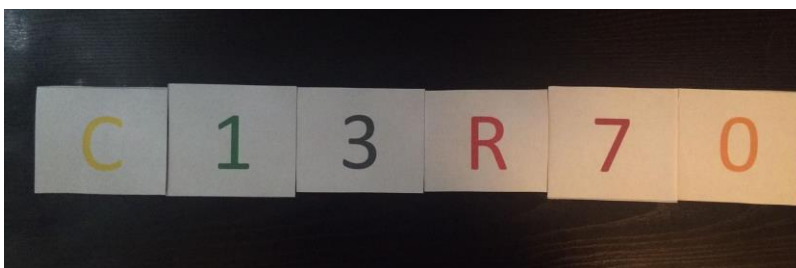


Imagen 1: ejemplo de la actividad E0

Se pueden encontrar ejemplos más generales y amplios (ver la imagen 2), conviene motivar a los estudiantes a adentrarse a un nuevo sistema de escritura, extrapolando eso al sistema binario de numeración.

C13R70 D14 D3 V3R4N0 3574B4 3N L4
 PL4Y4 0853RV4ND0 D05 CH1C45
 8R1NC4ND0 3N 14 4R3N4, 357484N
 7R484J484N MUCH0 CON57RUY3ND0
 UN C4571LLO D3 4R3N4 CON 70RR35,
 P454D1Z05, 0CUL705 Y PU3N735.
 CU4ND0 357484N 4C484ND0 V1N0
 UN4 0L4 D357RUY3ND0 70D0

Imagen 2: Ejemplo de la construcción de frase de la E0

Posteriormente, a partir de los resultados de la actividad, se puede realizar lluvia de ideas o preguntas abiertas, en el mismo salón de clase, sobre sus opiniones y de otra manera en que podrían comunicarse, preguntar sobre mejorar formas de expresión (introduciendo la idea de los binarios 0 y 1) de cualquier número y se podría complementar con la siguiente actividad propuesta (E1).

La combinación del lenguaje matemático con un lenguaje de comunicación social se puede considerar la aportación innovadora en la actividad. Más adelante se abordará crear un lenguaje encriptado binario para comunicarse secretamente, con propósito de aplicarlo.

E1.- Conteo y representación de Objetos: Se plantea un juego simple de contar objetos y representarlos con alguna notación acordada en el grupo, se realizará de manera grupal y con la participación de todos los alumnos. El propósito es adentrarlos para que puedan estructurar una forma de pensamiento que se abra a la idea de un sistema de numeración distinto.

Instrucciones: El docente organizará al grupo en pequeños equipos de a lo más 5 personas, y dará “misiones” de contar algunas cantidades de objetos específicos y representarlas con alguna notación acordada en el equipo, para finalmente presentar su propuesta de sistema numérico frente al grupo

E2.- Hay 10 tipos de personas las que saben binario y las que no

Las tarjetas que se presentan en seguida, se implementarán de manera que los alumnos trabajarán con las representaciones enactiva e icónica. Resaltando aquí la parte de las ideas de Jerome Bruner, donde podemos ver que en toda esta etapa (E) el objetivo no es mostrar el final del tema a enseñar sino ir mostrando descubrimientos de forma tal que dejen conocimiento en los alumnos (Bruner,1972).

La actividad consiste en reconocer que los únicos dos dígitos del sistema binario 0 y 1 toman un valor de acuerdo a su posición. Al llegar al punto de reconocer las conversiones entre binario – decimal, y viceversa, se formalizará la teoría del sistema binario como un sistema posicional de potencias de base 2, y se logrará llegar a conversiones de números decimales a binarios y viceversa. Finalmente se emplean algunos ejercicios, sobre todo de conversión. También se mostraran datos “curiosos” del nuevo sistema, el binario.

La actividad está centrada en mostrar información sobre el sistema binario, promoviendo el razonamiento científico, pero la como aun es para la etapa de exploración, el conocimiento tácito debe entrar mucho en juego y aun no se introduce la información como concepto, sino más bien como nociones simbólicas o analogías de lo que ocurre; para abrir paso a la etapa de introducción, en donde se trabajará de manera

más simbólica y abstracta con conceptos y definiciones concisas. Veamos el desarrollo planteado en la actividad:

Materiales: se requerirán al menos 4 tarjetas marcadas solo por una cara, cada una con un punto, dos, cuatro, ocho,... “n” veces la potencia base 2. Una calculadora de apoyo. Marcadores y un pizarrón.

Instrucciones: Ya listas las tarjetas con los puntos en una cara de la tarjeta, y la otra en blanco, se acomodan en orden como sigue:

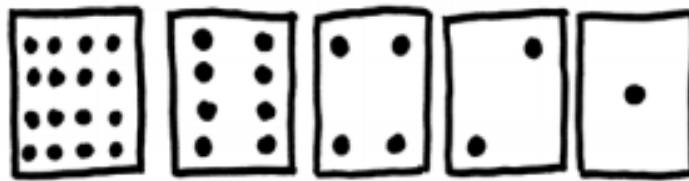


Imagen 3: tarjetas de la actividad 2

Ahora se le da una tarjeta a un alumno voluntario y así las n tarjetas que se tengan, colocadas en ese orden, se explica que cuando se muestre la parte trasera de la tarjeta, se tiene un cero; y a la parte de los puntos de la tarjeta le asociaremos el valor 1. Se pedirá a los alumnos poner las tarjetas en posición de 0 o 1 y escribir en ese orden la combinación binaria 0,1, lo que formará el número binario. Finalmente, se les pide sumar la cantidad de puntos de las tarjetas visibles que son las que valen 1, tenemos así un ejemplo

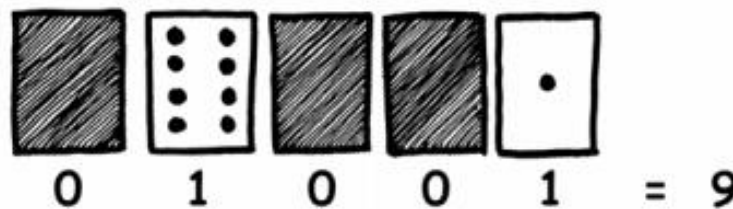


Imagen 4: ejemplo uso de las tarjetas

Finalmente se comparará el número binario resultante con el número decimal dado por la suma de los puntos visibles, se repite la actividad una cantidad óptima de veces, interactuando con el grupo y pidiéndoles observar la relación entre la combinación de 0 y 1 con los números decimales bien conocidos.

E3.- Un ciclo muy peculiar en los binarios

Es una actividad en la que se busca que los alumnos desarrollen el conocimiento tácito, al hacerles notar el ciclo que forman los números binarios al irse construyendo de manera gráfica, y a través de lluvia de ideas y diálogos entre alumnos puedan deducir algunas ideas más formales del sistema binario.

El sistema binario tiene un bonito y elegante patrón representativo



Binary numbers also have a beautiful and elegant pattern:



Imagen 5: El patrón de los binarios

El objetivo será que, observando la secuencia, los alumnos sean capaces de determinar un comportamiento, prediciendo como escribir la serie de números.

Etapas de Introducción

I4.- Cuánto vale el 1 y cuánto vale el 0

Es una actividad simbólica, donde se plantea una estructuración del sistema binario por posición, es decir, se estructuran las potencias de base 2, de acuerdo con cada posición, para signarle valores de 0 y 1, como parte de teoría. Se relaciona mucho con la actividad en la fase de exploración **E2**, pero de manera simbólica y teórica, con formalismos matemáticos. Esto pensado como una secuencia en la enseñanza, al tener el alumno ciertos conocimientos previos sobre la importancia de la posición, ahora se pretende que la actividad se encuentre en la zona de desarrollo próximo, según Lev Vygotsky, para propiciar que se expanda el área del saber.

La actividad se presenta en dos etapas: en la primera el docente seguirá clases centradas en su figura como divulgador de la información, plasmando los conceptos

y estructura de las potencias base dos; y como segunda etapa se pretende que el alumno construya y deduzca, a base de videos, datos y teoría vista, lo que conlleven los binarios (pensando que este mismo hecho de dos etapas, en si presenta un cambio en la forma de presentar el tema más entendible para el alumno).

Se pretende que como innovación en la actividad (y para evitar en cierta medida el conductismo) se asocie con el enfoque aplicado en las actividades anteriores, donde el alumno podrá entender con otra visión que fue lo que ocurrió, y el mismo discernir entre sus ideas, en una ronda de preguntas y respuestas. Todo esto junto con un tanto de motivación, ya que se comienza la abstracción a nivel secundaria. El siguiente video se presenta como material de apoyo, para presentarse al finalizar esta sección, el video es corto y reúne muchos aspectos ya mencionados:

<https://www.youtube.com/watch?v=f9b0wwhTmeU>

Dando créditos al canal “Derivando” de Eduardo Sáenz de Cabezón con el siguiente Twitter <http://twitter.com/edusadeci>

Nota de la actividad: Se deja libertad al docente de elegir el mecanismo para formalizar el valor posicional del sistema y la forma de enseñar esta construcción, pero se sugiere seguir la idea de las tarjetas mostradas en la actividad **E2** y la clásica forma de representación de potencias de base 2 de la actividad **I5**.

I5.- Ejercicios con plantilla binaria

Actividad inmediata de la **I4**, motivada por el material de apoyo, con la idea de enriquecer el proceso de conversión binario a decimal y viceversa. El profesor planteará ejercicios sencillos para reafirmar el concepto, y que se vea como otra forma de abordar números binarios, usando este método divertido, realizar actividades grupales o no. Se mecaniza de alguna manera, pero teniendo en cuenta la base 2 de los binarios, y se usa representación simbólica, el ejercicio se ve así:

32	16	8	4	2	1
2^5	2^4	2^3	2^2	2^1	2^0

Aunque es una actividad para mecanizar, también se requiere cierto grado de razonamiento, comprendiendo el aspecto teórico que se encuentra detrás de la plantilla.

Instrucciones: El profesor presenta la plantilla binaria a alumnos que previamente adquirieron la formalización de las potencias de base dos, realiza como demostración un par de conversiones de números decimales a binarios y viceversa, apoyado

en las potencias y valor posicional, y pone ejercicios individuales ó grupales, como se considere mejor el avance del grupo, posteriormente se pasa a la etapa de estructuración.

Etapas de Estructuración

S6.- Idea del punto binario: Con el objetivo de que los alumnos logren estructurar en los binarios el análogo al punto decimal, y que comprendan lo que ocurre con los dígitos afectados por el punto, se introduce un modelo apoyado por lo aprendido en los puntos **I4** e **I5** anteriores, donde se organiza posicionalmente el valor de cada dígito 0 y 1, y se dan ejemplos para comprender lo que ocurre.

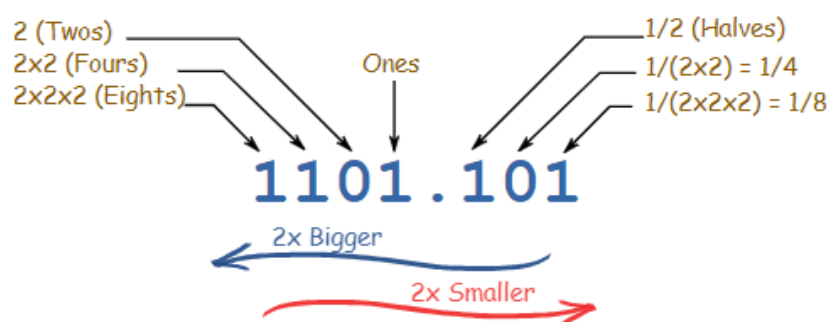


Imagen 6: idea apoyo del punto binario

El docente hará una ronda de preguntas y respuestas, de forma grupal, relacionadas con la creación de analogías entre el punto decimal y el punto binario; de igual manera guiará al alumno con preguntas basadas en las actividades de la etapa introducción, hasta que sea capaz de relacionar el valor posicional de las potencias de base 2, pero ahora analizadas al lado derecho del punto binario.

La representación es simbólica y se abstraen más aspectos para aprender. Se requiere que la apertura de la actividad vaya enfocada a “diversas maneras” de dar a entender la abstracción, relacionándola con los videos y formas sencillas de ver dicha notación con los conocimientos previos adquiridos.

Ejemplo base de la propuesta para la serie de preguntas orientadoras: se sugiere dividir en dos etapas, primero conocimiento del nuevo punto binario.

- ¿Qué ocurre con el número binario al lado izquierdo del punto?
- ¿Funcionan las potencias base 2 al lado derecho del punto? ¿Qué es lo que cambia?

- ¿Cuál podría ser una propuesta para realizar una “plantilla binaria” como en la actividad **I5** pero tomando en cuenta el punto?
- Resumir las reglas para escribir binarios con punto

Posteriormente se les invita a comparar con el sistema decimal:

- ¿Qué semejanzas y diferencias pueden encontrar entre el punto decimal y el binario? Recordando la aplicación del punto decimal ¿Qué ideas tienen sobre la aplicación del punto binario? ¿Qué ocurre al operar?

S7.- Operando con binarios vol. 1

Se pretende proponer una innovación en, mediante la propuesta de presentarlo como un problema a resolver con el conocimiento previo, tanto tácito, como el obtenido en las etapas anteriores. Se remarcarán las **similitudes** entre sumas y restas decimales y binarias, haciendo notar las **diferencias**, como es el caso de los “acarreos” en las sumas.

A continuación se presenta la propuesta en la forma que se sugiere que el docente ha de abordar la suma de números binarios, utilizando el problema de obtener la suma de dos binarios (imagen 7).

SUMA DE NÚMEROS BINARIOS

Debemos seguir las siguientes reglas:

$$\begin{aligned} 0 + 0 &= 0 \\ 0 + 1 &= 1 \\ 1 + 0 &= 1 \\ 1 + 1 &= 10 \end{aligned}$$

Ejemplo:

$$\begin{array}{r} 11111 \\ + 0011101 \\ 1101011 \\ \hline 10001000 \end{array}$$

- Empezamos de derecha a izquierda, sumamos $1 + 1 = 10$ colocamos el 0 y llevamos 1 (rojo).
- En la siguiente columna sumamos el 1(rojo) $+ 0 = 1$ y $1 + 1 = 10$, colocamos el cero y llevamos 1 (rojo).
- Tercera columna 1(rojo) $+ 1 = 10$ y $10 + 0 = 10$, colocamos el 0 y llevamos 1(rojo).
- Cuarta columna 1(rojo) $+ 1 = 10$ y $10 + 1 = 11$, colocamos 1 y llevamos 1(rojo).
- Quinta columna 1(rojo) $+ 1 = 10$ y $10 + 0 = 10$, colocamos 0 y llevamos 1(rojo).
- Sexta columna, 1 (rojo) $+ 0 = 1$ y $1 + 1 = 10$, colocamos 0 y llevamos 1(rojo).
- Séptima columna, 1(rojo) $+ 0 = 1$ y $1 + 1 = 10$, colocamos el 10 finalmente.

Imagen 7: Como abordar una suma binaria

Ahora se plantea un problema adecuado para la resta de dos números binarios y el docente proseguirá con la imagen 8.

RESTA DE NÚMEROS BINARIOS

La resta tiene las siguientes reglas:

$$0 - 0 = 0$$

$$1 - 0 = 1$$

$$1 - 1 = 0$$

$$0 - 1 = 1 \quad \text{se lleva 1}$$

Ejemplo:

$$\begin{array}{r}
 111 \\
 001100011 \\
 - 000011110 \\
 \hline
 001000101
 \end{array}$$

- Comenzamos de derecha a izquierda, restamos $1 - 0 = 1$ colocamos 1.
- Siguiendo columna $1 - 1 = 0$ colocamos 0.
- Tercera columna $0 - 1 = 1$ pero llevamos 1 (rojo) a la siguiente columna, colocamos 1.
- Cuarta columna 1 (rojo) $- 0 = 1$, pero llevamos 1 (rojo) a la siguiente columna, $1 - 1 = 0$ colocamos 0.
- Quinta columna 1 (rojo) $- 0 = 1$ llevamos 1 (rojo) para la siguiente columna, $1 - 1 = 0$ colocamos 0.
- Sexta columna 1 (rojo) $- 1 = 0$ y $0 - 0 = 0$, colocamos 0.
- Séptima columna $1 - 0 = 1$ colocamos 1.
- Octava columna $0 - 0 = 0$ colocamos 0.
- Novena columna $0 - 0 = 0$ colocamos 0 finalmente.

Imagen 8: Como abordar una resta binaria

S8.- Operando con binarios vol. 2

Es la actividad que continúa el trabajo de la **S7**, realizando lo mismo pero ahora para las dos operaciones restantes **multiplicación** y **división** binaria. El docente ha de plantear los problemas adecuados para multiplicación y división, y proseguir con la explicación como en la imagen 9:

MULTIPLICACIÓN DE NÚMEROS BINARIOS

La multiplicación de binarios se obtiene de la misma forma que la multiplicación decimal.

Ejemplo:

$$\begin{array}{r}
 11101 \\
 \times 101 \\
 \hline
 11101 \\
 00000 \\
 + 11101 \\
 \hline
 100100001
 \end{array}$$

DIVISIÓN DE NÚMEROS BINARIOS

La división de números binarios tiene el mismo procedimiento del sistema decimal que conocemos.

Ejemplo:

$$\begin{array}{r}
 1011110111 \overline{) 10111} \\
 \underline{- 10111} \\
 0000010111 \\
 \underline{- 10111} \\
 00000
 \end{array}$$

Imagen 9: producto y cociente binario

Etapa de Aplicación

En general en esta última etapa se plantean las actividades a modo preguntas y problemas a resolver, planeados por el docente de manera estratégica, y actividades de indagación un poco más abiertas, sin embargo en esta última etapa se mostrará en clase material de apoyo para no dejar totalmente solos a los alumnos y que tengan noción por donde está dirigida la actividad. De igual manera, cada vez que sea necesario, se reafirman objetivos y conocimientos con lluvia de ideas y comentarios de forma grupal o en equipos.

A9.- Conociendo a la electrónica y sus principios

La temática principal será empezar a abordar algunos temas en clase, a modo de preguntas abiertas, y posteriormente dejar indagar a los alumnos y abordar más explícitas dichas preguntas (interacción del grupo con el profesor) dando en las respuestas información que será base para pensar en las aplicaciones a la electrónica de los números binarios. Se pueden plantear videos similares que le den pauta al alumno a notar más la estrecha relación entre el sistema binario y cómo funciona la electrónica digital.

El objetivo es que los alumnos se familiaricen con estos conceptos y se pongan las herramientas y conocimientos suficientes (a nivel de conocimiento divulgativo) para que puedan armar enlaces entre conceptos y relacionar los números binarios con su representación física, como estados altos y bajos en capacitores e interruptores.

El profesor usará como base los siguientes videos divulgativos, concluyendo con la explicación concreta de las siguientes relaciones entre números binarios y la electrónica digital:

- Unos y ceros lógicos en voltaje y en valor binario
- Representación física de estados altos y bajos
- Analogías de interruptores y capacitores cargados y descargados (on, off)

El material de apoyo para el docente y referencias para estas actividades son:

- <https://www.youtube.com/watch?v=JqFDjyzonO4>
- <https://www.youtube.com/watch?v=4cbijoAx024>
- https://www.youtube.com/watch?v=0xH1qs_sjO4

El profesor tendrá libertad para abordar estas “interpretaciones físicas” de los dos números binarios “0,1” y de incluir material, incluso físico. Se propone hacer una analogía con veladoras, el cero es cuando la veladora está apagada, al encenderse la veladora toma el valor binario uno y con 4 veladoras se pueden representar números binarios antes vistos, incluso tratarlos.

A10.- Operaciones binarias digitales (compuertas lógicas):

El objetivo de esta actividad será enlazar los conocimientos obtenidos hasta el momento con circuitos ocupados en la electrónica digital, más específico, compuertas operadoras que realizan una función específica a través de una tabla de verdad, operando con base a los bits (números binarios 0 y 1) en sus entradas. Conviene presentarlo de manera que el alumno sea libre de indagar y obtener información al respecto, y formalizar en clase los conceptos de compuertas lógicas y sus tablas de verdad.

El docente presentará estos componentes electrónicos (cuyo funcionamiento es netamente matemático) como la aplicación pura de la numeración binaria, se concretará el enfoque aplicado abriendo un panorama de oportunidades.

Se plantea que el profesor estos hechos en la actividad a modo de “problemas” a resolver de forma grupal compartiendo ideas y de forma personal cuando se dejen actividades de indagación a base del material de apoyo.

Las referencias y ejemplos de material de apoyo para la actividad son:

- <https://www.youtube.com/watch?v=pC2Hh9OAKl0>
- https://www.youtube.com/watch?v=Xe_l2E4b-tY
- <https://www.youtube.com/watch?v=LQUdv2i1RLQ>

Como algoritmo para presentar la actividad, el docente, después de involucrarse en varios ejemplos de usos simples de compuertas lógicas en aplicaciones reales, como los videos anteriores, mostrara explicando concretamente al grupo uno de ellos, con la finalidad de que los alumnos aprecien la aplicación y motivar con preguntas directas que noten claramente donde se encuentran los valores binarios y para qué sirven los números binarios en cada caso.

A11.- Implementación “física” de valores binarios (2 Proyectos finales abiertos)

La actividad tiene como objetivo ser la generadora de los proyectos finales abiertos. Se plantea una temática de solución de problemas, donde el planteamiento del problema está enfocado de alguna manera a un trabajo práctico tipo de investigación, siendo concreto en la pregunta del problema que genera el proyecto y se cambia la aplicación cambiando así el contexto y las aportaciones transversales. De esta forma el alumno no se queda con la noción de la tecnología como único uso del sistema binario, e incluso se remarca más el hecho de poder ver conceptos matemáticos operando de manera física con todas sus implicaciones. Tenemos así:

➤ **Armemos un circuito de control digital**

El objetivo será despertar la curiosidad en los alumnos sobre llevar a cabo controles de procesos, incluso industriales, con números binarios aplicados a dispositivos “físicos” y compuertas lógicas. Para concretar todas estas ideas en algo útil, el docente presentará al grupo un video ejemplificando estos hechos, de ahí se parte para plantear un problema similar al ya manejado y que el alumno proponga su solución de manera totalmente libre, justificando su proceso y que haga notar el papel de los números binarios

El video propuesto que se usa como ejemplo es el siguiente:

<https://www.youtube.com/watch?v=raPT-8-Xigk>

Otras referencias para abordar la idea del proyecto en los alumnos son:

<https://www.youtube.com/watch?v=o2OSltT1-Ys>

<https://www.youtube.com/watch?v=RbxQmgl9MG4>

Como ejemplo de propuesta para el problema, podemos plantear la siguiente situación:

Tenemos un pedido del gerente del banco municipal, quien está preocupado por los altos índices delictivos y requiere construir un sistema de apertura y cerrado de puertas. La situación que le preocupa es que cuando se saca dinero de la caja fuerte del banco, la puerta principal se encuentra sin seguro y también necesita que la puerta de la caja fuerte se abra solo cuando el policía encargado y el gerente, ambos, tengan activadas las llaves.

(Ejemplo propio)

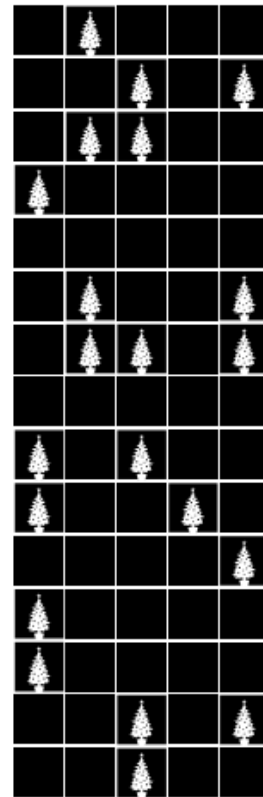
Este problema está pensado para tener secuencia con el ejemplo mostrado en clase, más lo que indague el alumno, podrá plantear su propuesta de solución y defenderla.

➤ **Mensaje encriptado en día de Navidad**

La idea es que el docente plantee un problema inmerso en un contexto de codificación e encriptación para que se resuelva de manera grupal, y los alumnos discernan sobre estos mecanismos para encriptar mensajes con números binarios, guiados por el docente, y finalmente sean capaces de crear su propio código, donde el problema a presentar a los alumnos de esta propuesta educativa es el siguiente:

Un técnico es llamado a reparar el árbol de Navidad de un edificio de oficinas, el árbol se encuentra en el piso más alto del edificio justo frente a otro edificio de técnicos en informática expertos en encriptación. Después de reparar el árbol se percata que la puerta se ha cerrado por el viento quedando dentro de la oficina sin forma alguna de comunicarse, entonces se le ocurre una idea

que podría hacer que llegue a tiempo con su familia a cenar en Navidad. Mandará un mensaje encriptado con ayuda del árbol de Navidad a los expertos en el edificio del frente para que lo auxilien, entonces codifica en binario las letras y se pone manos a la obra esperando (Universidad de Canterbury)



1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m
14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
n	o	p	q	r	s	t	u	v	w	x	y	z

Después de analizar todas las implicaciones que tiene en la sociedad esta herramienta de encriptación, incluso a base de números binarios, se plantea un problema de encriptación de un código importante con ciertas normas y reglas que harán al alumno pensar más en su método de encriptación y en implicaciones de este en otras áreas académicas, sociales, económicas, etc.

Aprendizajes esperados

Con esta propuesta educativa para la enseñanza de los números binarios a nivel secundaria, se espera que los alumnos comprendan el tema de manera natural y

ordenada, tal como lo harían con temas clásicos de enseñanza en ese nivel, como son otros sistemas de numeración u operaciones algebraicas. Dado que este tema no suele ser enseñado en educación secundaria, se pretende que con el enfoque aplicativo se asegure que sea llamativo para los estudiantes. Y se espera que ellos mismos generen interés por conocer más del tema y buscar más referencias e información que las que se le proporcionan en la propuesta.

La innovación se encuentra en la forma que origina que los conceptos principales de cero y uno, como todo lo que conforma el sistema binario, se presenten a modo de juegos icónicos haciendo que la comprensión de lo que significa 1 y 0 en el nuevo sistema sea más fácil y práctico, se espera que esto se consiga con las actividades de la etapa de exploración e introducción y se busca que el alumno pueda hacer analogías de todo lo visto cuando se aborde la etapa de aplicación, incluso poniendo sus conocimientos a prueba donde los mismo estudiantes notarán el inmediato uso de sus conocimientos.

Referencias

Vygotsky LS. Interacción entre aprendizaje y desarrollo. En: Segarte AL, compiladora. Psicología del desarrollo escolar. Selección de lecturas. La Habana: Editorial Félix Varela; 2006. p. 45-60.

Pico Llerena E. (2011). Descripción de las etapas del ciclo de aprendizaje. 16/03/19, de Universidad Técnica de Ambato Sitio web: <http://tareas-rolando.blogspot.com/>

CS UNPLUGGED. (2010). Binary Number. 2018, de Universidad de Canterbury Sitio web: <https://classic.csunplugged.org/activities/>

Guilar, M. (2009). Las ideas de Bruner: "De la revolución cognitiva" a la "revolución cultural". *Educere*, 13 (44), 235-241.

Bruner, J. S., Goodnow, J. J. y Austin, G. A. (1978). El proceso mental en el aprendizaje. Madrid: Nancea

Pierce, Rod. (2 May 2018). "Math is Fun". Math Is Fun. Retrieved 21 Jan 2019 from <http://www.mathsisfun.com/>

¿Cómo y por qué se mueven los astros?

Mario Damian Cuevas Paredes⁶⁶

Wiwis-25@live.com.mx

Resumen

El siguiente trabajo fue realizado para alumnos de secundaria en los niveles 2do y 3ro, para introducirlos a los conceptos físicos de las leyes que rigen el movimiento de los astros a nivel de mecánica clásica, es decir; las leyes de movimiento de Kepler y la ley de gravitación universal de Newton.

Una de las leyes de Kepler nos dice que los planetas no siguen orbitas circulares perfectas, sino que estas orbitas son elipses y el sol se ubica en uno de los focos. Esta ley encaja perfectamente a la de gravitación de Newton que habla de las fuerzas de atracción entre dos planetas. La razón por la que se eligió dicho tema es por lo interesante de ver qué tanto la ley de Kepler (lograda mediante la observación) complementa la ley de gravitación universal (realizada teóricamente) y viceversa.

La aportación transversal es el trabajo en equipo. se escogió este tema ya que en la actualidad el trabajo científico profesional requiere colaborar con una gran cantidad de personas y es necesario tener los valores para poder colaborar de manera respetuosa y ordenada; al mismo tiempo se pretende cambiar el hecho de que hoy en día en México se tiene un estigma sobre la física y la matemática como materias para “cerebritos”, y que la enseñanza de física a nivel secundaria se reserva a la mecanización, aprendiendo fórmulas y usándolas en problemas ajenos al entorno del alumno.

Se usa la teoría de la zona de desarrollo próximo (Vygotsky, 2009) y el ciclo de aprendizaje para desarrollar los trabajos prácticos (Jorba et al, 1997); sin embargo, se enfoca con mayor fuerza en la etapa de exploración e introducción de ideas nuevas; para dejar las bases de los conceptos fuertes.

Objetivo

Este trabajo pretende hacer que los alumnos de segundo de secundaria puedan entender las leyes físicas que explican el movimiento de los planetas alrededor del sol, generar curiosidad por la forma en la que se modeló el fenómeno a lo largo de la historia los astros, y eliminar el estigma que se tiene sobre la física como una materia reservada exclusivamente a la elaboración de ejercicios y prácticas en un laboratorio cerrado.

⁶⁶ Escuela Superior de Física y Matemáticas del Instituto Politécnico Nacional

Marco teórico

La idea de las actividades prácticas es avanzar en la zona de desarrollo próximo propuesta por Vygotsky (2009), mediante una interacción entre el profesor y el alumno, de manera que a través de orientación y apoyo de una persona con más conocimiento se puede avanzar en el aprendizaje.

Las actividades propuestas en este trabajo están estructuradas basado en el ciclo de aprendizaje Planteado por Robert Karplus en 1971 (citado en Sanmartí, 2002, 185), en la versión de Jorba y colaboradores (1997), a través de 4 etapas: Exploración, introducción de ideas nuevas, estructuración, y aplicación; mediante el cual se pretende alcanzar un aprendizaje significativo del concepto.

En el ciclo de aprendizaje las actividades parten de solución de problemas simples a complejos y del uso de conceptos concretos a más abstractos. En la etapa de exploración se revisan las ideas previas de los alumnos con el concepto a trabajar. Mediante la realización de observaciones o experimentos abiertos se realiza un diagnóstico de cada alumno, y un pronóstico del grupo en general, en el cual se empiezan a percibir los objetivos de aprendizaje. En la etapa de introducción se guía a los alumnos, a partir de sus ideas previas sobre el concepto, para que revaloren esas ideas de manera que sean más coherentes a las científicamente aceptadas. En la etapa de estructuración se presentan los conceptos de manera formal, usando un lenguaje abstracto y simbólico; además se realizan ejercicios y problemas para trabajar con el modelo utilizado. Finalmente, en la etapa de aplicación se plantean proyectos o problemas reales donde el concepto aprendido sea usado, de esta forma se refuerza el aprendizaje nuevo. (Jorba et al, 1997).

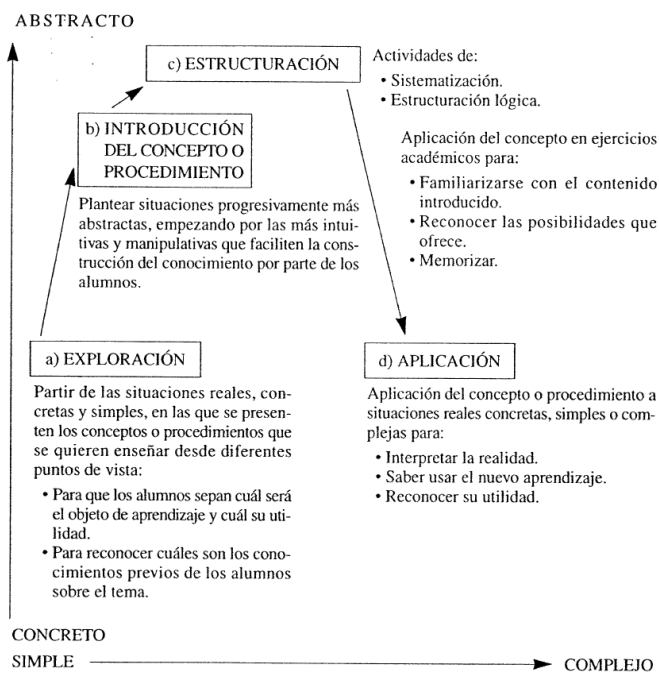


Figura 1. El ciclo de aprendizaje (Jorba et al, 1997).

Desarrollo

Las actividades están organizadas en las diferentes etapas del ciclo de aprendizaje mostradas en la figura 2. Como se puede observar se tiene más énfasis en la etapa de exploración e introducción que en las otras etapas.

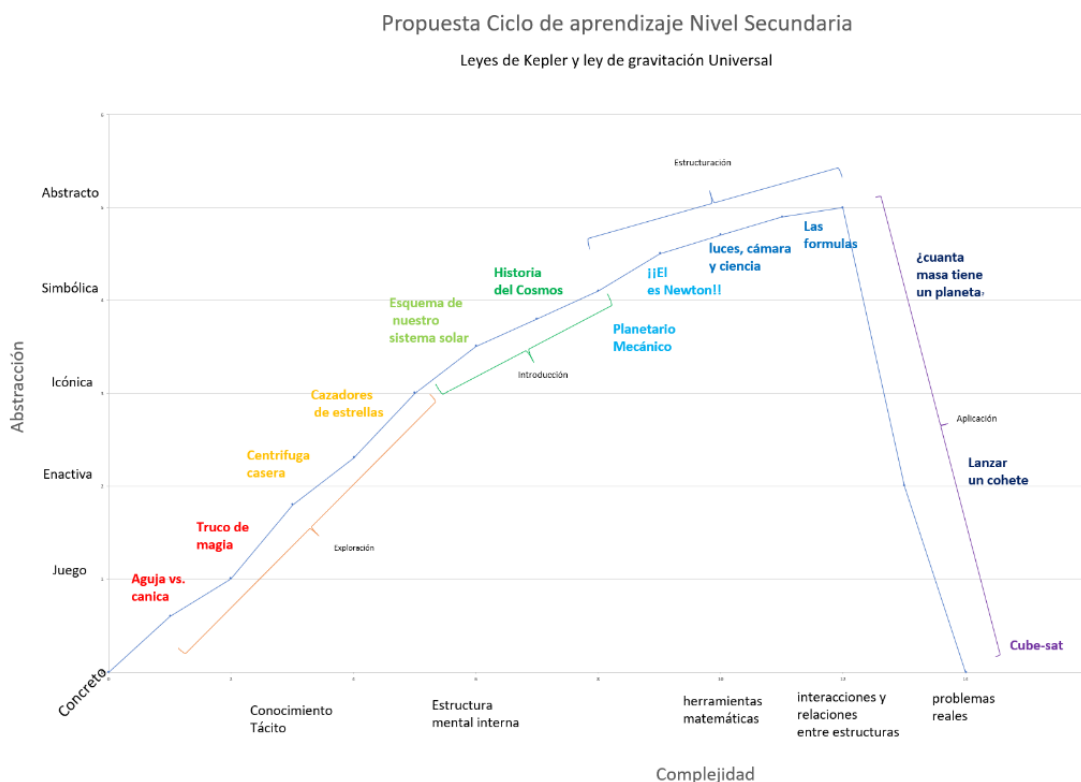


Figura 2 propuesta de actividades organizadas de acuerdo al ciclo de aprendizaje, (elaboración propia).

Etapas de Exploración

A1) Actividad de diagnóstico: Una aguja vs una canica.

Recursos: Canica, aguja, un flexómetro, lápiz, papel, un cronómetro.

Una actividad que pretende ver el conocimiento tácito de los alumnos sobre los principios de caída libre, para observar sus ideas previas sobre gravedad, aceleración y fuerzas, así como para desarrollar la observación científica y destrezas en medición de tiempo.

Descripción: Se dividirá el grupo en equipos de 3 o 4 personas, se les proveerá con un flexómetro, un cronómetro, una canica y una aguja. El profesor planteará el reto

“¿que cae primero una aguja o una canica?”. Posteriormente, el profesor pedirá que se demuestre la respuesta del equipo con el material disponible.

La actividad pretende ser abierta, de esta manera el profesor podrá diagnosticar las ideas previas de los alumnos sobre conceptos físicos como la gravedad, la caída libre, medición de tiempo y distancia. Al final los alumnos expondrán los resultados de su experimento y de esta forma el profesor tendrá un punto de partida de la teoría necesaria a enseñar en etapas posteriores.

Aportación transversal: los valores al trabajar en equipo son esenciales a la hora de escuchar ideas, organizar y distribuir tareas.

A2) Actividad de diagnóstico: Un truco de magia

Recursos: 50 cm de hilo cáñamo, 2 pelotas de goma del número 1, 2 clips, 1 popote grueso.

Esta actividad pretende generar curiosidad a los alumnos sobre las fuerzas que involucran al movimiento circular, es una actividad práctica para comprender conceptos de dicho tema, y observar los conocimientos previos que utilizan en relación con ellos.

Descripción: El profesor presentará un “truco” que consiste en un popote con un hilo dentro, a sus lados amarradas 2 masas. Se hace rotar el popote de modo que la fuerza que ejerce la masa superior, acerca a la masa inferior al extremo del popote (figura 3).

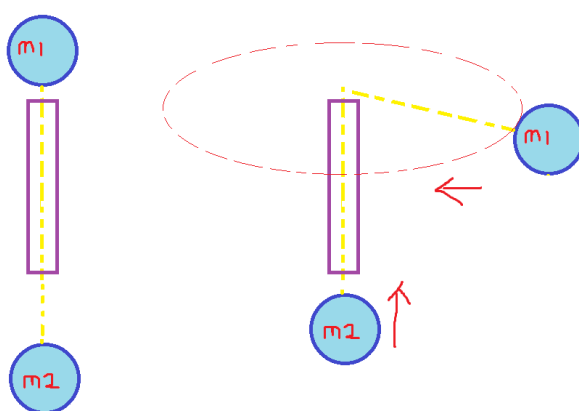


Figura 3. Diagrama del experimento de 2 masas y un popote (elaboración propia)

El profesor pedirá que los alumnos expliquen el “truco de magia” pidiendo la palabra, y con respeto. Finalmente, el profesor planteará la pregunta ¿Qué pasaría si la masa 2 (m_2) fuera más grande que la masa 1 (m_1)? De esta manera el profesor observara si los conocimientos de los alumnos sobre movimiento circular están bien fundamentados.

Aportación transversal: cuando se está en un equipo y se desea dar una opinión, es necesario actuar con respeto.

A3) Actividad de diagnóstico e introducción: Centrifuga casera

Recursos: una tabla perfocel de 30x30 cm, una navaja, tornillos, motorreductor de doble eje y 1 kg de torque, tabla para maquetas 20cmx20cm, lápiz, regla, una batería de 9 v con portapilas, pegamento instantáneo y cinta adhesiva.

Esta actividad pretende enriquecer las ideas previas de los alumnos sobre el movimiento circular, para poder empezar a realizar el cambio de contexto al movimiento de los planetas. El paso a paso de cómo realizar el prototipo será proporcionado por el profesor.

Objetivo: empezar a generar cambios de contexto sobre el movimiento rotacional, para poder relacionarlo con la fuerza de gravedad, y desarrollar destrezas en la manipulación de herramientas y objetos de uso común para la elaboración de prototipos.

Descripción: En equipos de 3 o 4 alumnos se seguirán las instrucciones para elaborar una centrifuga casera.

La centrifuga se armará con 2 botellas de agua de 600 ml transparentes, ambas botellas se llenarán con agua y con canicas o diamantina. Se hará una tabla de perfocel y una base de madera para maquetas. En el centro de la tabla de perfocel se colocará un motorreductor y se pegará este a la base. Al energizar el motor la tabla hará girar las botellas. Al girar las canicas o diamantina se irán al fondo de las botellas por la fuerza centrífuga (figura 4).

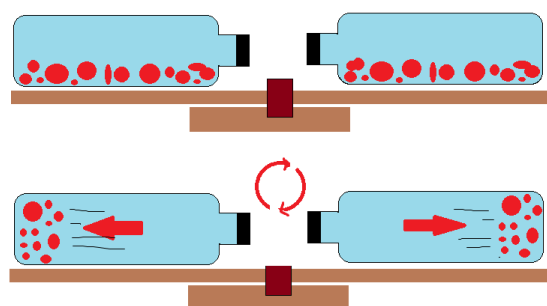


Figura 4. Esquema de centrifugadora casera (elaboración propia).

El alumno explicará el fenómeno y dará una sugerencia de como mejoraría la centrifuga, y de acuerdo a su respuesta, el profesor evaluará si sus ideas sobre el movimiento circular son correctas. Después de realizar los experimentos, el profesor preguntará ¿si la tierra está girando, como es que no salimos de ella como las canicas en la botella?

Aportación transversal: trabajo en equipo en la realización de experimentos.

Video sobre la idea de centrifuga que se quiere realizar:

<https://www.youtube.com/watch?v=1feymbxNChU0>

A4) Actividad introductoria: Cazadores de estrellas

Recursos: un telescopio simple (suficiente para ver estrellas).

Una actividad que se pretende realizar a campo abierto, con un telescopio simple seguir la posición de un astro. De esta forma se pretende enriquecer el conocimiento previo sobre movimiento de astros a los alumnos. De igual manera, despertar una curiosidad del por qué se mueven así los astros. Es un primer acercamiento a representaciones Icónicas. El profesor tomará el papel de guía haciendo la actividad menos libre.

Objetivo: introducir al alumno a conceptos básicos sobre astronomía, mediante una actividad práctica para desarrollar destreza sobre el uso de un telescopio, el registro y análisis de datos.

Descripción: se organizará con la directiva de la escuela y los papas una salida a campo nocturno. El profesor capacitará a los alumnos para manejar el telescopio antes de la salida. Al llegar al campo se pedirá a los alumnos que cada 5 min uno por uno registre la posición de un astro específico en una tabla. Se pretende que todos los alumnos realicen un registro, por lo que la actividad tomaría de 2 a 3 horas. Posteriormente se analizarán los datos en grupo y se graficará el movimiento del astro. En grupo los alumnos relacionarán sus ideas de movimiento circular con el movimiento del astro.

Aportación transversal: trabajo en equipo en la realización de experimentos de campo.

Etapas de introducción de ideas nuevas

A5) Actividad de introducción: Esquema del sistema solar

Recursos: bolas de unicel de diferentes tamaños, hilo cáñamo 2 metros, diamantina de varios colores, cartulina, pintura acrílica de varios colores, pinceles y marcadores de varios colores.

Objetivo: Observar el conocimiento tácito de los alumnos sobre las orbitas, forma de los planetas y funcionamiento del sistema solar, así como observar sus conceptos sobre las orbitas, forma de los planetas y funcionamiento del sistema solar.

Descripción: se les proporcionará a los alumnos material (unicel, pegamento, diamantina, etc....) para que elaboren un esquema del sistema solar. El profesor se enfocará en la forma en la que realizan las orbitas, las distancias y tamaños entre los astros y su descripción de los planetas. De esta forma se tendrá un diagnóstico de la clase y se podrá proceder a las actividades siguientes de manera correcta.

Aportación transversal: trabajo en equipo.

Link donde en el que se basa la actividad propuesta

<https://www.inaoep.mx/~astrokids/DreamHC/moviles/movil.html>

A6) Actividad de introducción, Historia del Cosmos

Recursos: proyector, computadora con el video descargado.

Presentación de un Material audiovisual donde se muestren los diferentes modelos que explican el movimiento de los astros, a través de la historia.

Objetivo: Generar interés en el alumno por la experimentación, la observación y la investigación. Mostrar el trabajo que realizan los científicos y los diferentes modelos del sistema solar a lo largo de los años. Familiarizar al alumno con conceptos de astronomía.

Descripción: Se proyectará de manera grupal el episodio 3 de la serie Cosmos (1980) el episodio "La armonía de los mundos". Después de la proyección del documental se hará una plática grupal sobre las opiniones de los chicos y sus inquietudes acerca de lo que acaban de ver.

Aportación transversal: trabajo en equipo, valores de respeto en un debate grupal.

Video propuesto para la actividad:

<https://www.youtube.com/watch?v=G7LjT4BHoZk>

A7) Actividad introductoria Planetario mecánico

Recursos: planetario mecánico.

Presentar un planetario mecánico que el alumno pueda manipular donde se muestre los conceptos de las leyes de Kepler y realizar un debate en el grupo sobre el fenómeno.

Objetivo: Generar un cambio de contexto sobre cómo se mueven los astros en realidad y explicar el porqué de órbitas elípticas.

Descripción: el profesor realizará un planetario donde se muestren los movimientos de rotación y traslación de la tierra y la luna alrededor del sol.

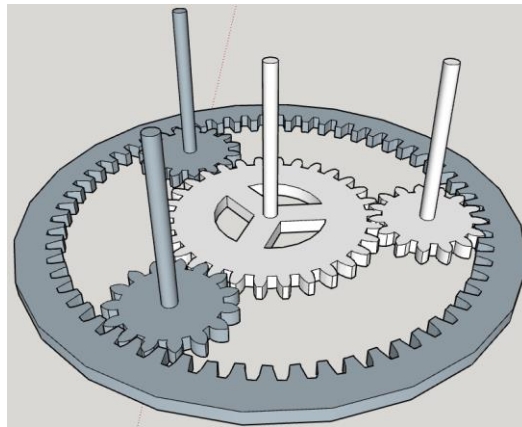


Figura 5. Mecanismo propuesto (elaboración propia)

Los alumnos pasarán a observar y manipular el modelo y se generará una plática sobre como se mueven los astros.

Aportación transversal: Valores de Respeto y diálogo en debates de grupo.

Para la Etapa de estructuración se proponen las siguientes actividades.

A8) Actividad de estructuración ¡¡¡Él es Newton!!!

Recursos: proyector, computadora con la presentación en PowerPoint

Presentación de un PowerPoint de los conceptos que rigen la ley de gravitación universal y como se relaciona con las leyes de Kepler.

Objetivo: Familiarizar al alumno a los conceptos de “ley de gravitación universal” y discutir en grupo los conceptos sobre la ley de gravitación universal de Newton.

Descripción: Esta presentación contará con las matemáticas y las fórmulas. Al finalizar la exposición se hará una sesión de preguntas y respuestas con los alumnos.

Aportación transversal: Valores de respeto y diálogo en equipo.

A9) Actividad de estructuración Luces, cámaras y ciencia

Recursos: proyector, computadora con las dos escenas

Videos propuestos para la actividad:

Starting the spin Scene: <https://www.youtube.com/watch?v=psjiMFuiMO8>

Docking scene: <https://www.youtube.com/watch?v=a3lcGnMhvsA>

Se mostrarán algunas escenas de la película “interestellar” y se discutirán los fenómenos físicos que se presentan en dicha escena, de manera más formal.

Objetivo: Analizar si los alumnos han ampliado los conocimientos sobre los conceptos de movimiento circular y gravitación.

Descripción: se presentan dos escenas de la película Interstellar (2014) del director Christopher Nolan. La primera escena llamada “Starting the spin scene” muestra el uso de la fuerza centrífuga para simular la gravedad de la tierra; la segunda escena “Docking scene” muestra como la nave usa un movimiento rotacional igualado a la estación espacial para acoplarse a ella.

Después de observar las dos escenas se discutirá sobre los fenómenos físicos que aparecen, se usarán las fórmulas aprendidas para explicar ciertos efectos observados.

Aportación transversal: Valores de Respeto y diálogo en equipo.

A10) Actividad de mecanización, las fórmulas

Resolver ejercicios de las leyes de newton y Kepler.

Objetivo: mecanizar el uso de las fórmulas de gravitación universal y leyes de Kepler, una vez comprendidas.

Descripción: se realizarán varios ejercicios (de 5 a 10), que vayan aumentando de dificultad, que los alumnos resolverán individualmente. Los ejercicios estarán elaborados de acuerdo al nivel de conocimiento de los alumnos.

Etapas de aplicación

A1) Actividad de estructuración y aplicación ¿Cuánta masa tiene un planeta?

Plantear un problema a los alumnos en el cual, dándole los datos reales de la fuerza de atracción de un planeta y su distancia al sol, obtengan la masa del planeta.

Objetivo: evaluar el dominio de las fórmulas sobre leyes de Kepler y gravitación universal.

Descripción: el profesor solo fungirá como guía y no dará respuestas directas de como debe ser usada la fórmula de gravitación universal de Newton. El problema será resuelto en equipo y se les dará de 1 a 2 días para presentar sus resultados en clase.

Aportación transversal: trabajo en equipo.

A2) Actividad a Lanzar un cohete

Es una indagación teórica que consiste en hacer que en equipo reúnan información del término “fuerza de escape” y la calcule para poner un objeto específico en órbita.

Objetivo: Desarrollo de destrezas sobre el proceso de indagación científica y resolución problemas de aplicación.

A3) Actividad de aplicación Cube-sat

Es una Indagación teórica que consiste en hacer que el alumno realice averigüe sobre los Cube-sat y realice los cálculos donde la órbita del cube-sat sea estable de acuerdo a su masa y distancia de la tierra.

Objetivo: Que el alumno sea capaz de aplicar los conocimientos adquiridos.

Aprendizajes esperados

Se espera que los alumnos que realicen estas actividades propuestas adquieran los conocimientos, tanto de conceptos como de fórmulas matemáticas, para solucionar problemas que involucren las leyes de Kepler y Newton; fortaleciendo así su formación académica.

Generar consciencia e interés en el trabajo del científico, y los logros que la humanidad alcanzó gracias a estas aportaciones.

Referencias

Jorba, J.; et al. (1997) Regulación y autorregulación de los aprendizajes. UAB-Síntesis. Barcelona.

Sanmartí, N (2002) Didáctica de las ciencias en la educación secundaria UAB Síntesis Barcelona.

Barbera O. Valdes P. (1996) El trabajo practico en la enseñanza de las ciencias: una revisión

McKelvey J. Howard G. (1978) Física para ciencias e ingeniería. Harper & Row N.Y

Tippens P. (1981) Física: conceptos y aplicaciones Mc Graw Hill Peru

Vygotsky L. (2009) Pensamiento y Lenguaje. Quinto sol, México.

Storytelling, renovando la manera de apropiarse del Principio de Arquímedes

Fabiola Escobar Moreno⁶⁷

Rosa G. Nava Galve⁶⁷

fescobar@ipn.mx

Resumen

Mediante storytelling o narrativa digital se persigue vincular los conceptos, aplicaciones, comprensión y relevancia del Principio de Arquímedes, el cual explica cualitativamente, desde eventos cotidianos como la flotación de los objetos, hasta procesos de purificación y tratamiento de salmuera en un clarifloculador para un proceso electrolítico. Así, se muestra la experiencia, resultados y áreas de mejora de storytelling como intervención educativa innovadora para el aprendizaje del mencionado tópico de Física. Es pertinente mencionar que también se desarrolla creatividad y que resulta un formato no convencional; porque, los alumnos son los creadores del producto de aprendizaje. Además, se vincula el desarrollo de soft skills con el trabajo colaborativo, ya que se concuerda con la perspectiva de que la física es un bastión para la ingeniería; pero, como docentes debemos estimular a nuestros discentes a que el conocimiento sea un instrumento para crear, innovar, mejorar y ayudar.

Objetivo

Indagar acerca de storytelling para la comprensión del Principio de Arquímedes, desde la perspectiva del aprendizaje activo para la creatividad.

Marco teórico

Storytelling o narrativa digital tiene como eje contar historias, la idea está basada en la narración de todos los conceptos implicados en el Principio de Arquímedes y lograr explicarlos de forma creativa. Conjuntamente, tal como mencionan Thang, Sim, Mahmud, Lin, Zabidi, & Ismail (2014), puede ser una herramienta para desarrollar las habilidades y competencias que demanda este siglo. Lo anterior se logró como parte de una secuencia didáctica que inicia con la incorporación de la base teórica (de forma innovadora) para posteriormente realizar ejercicios que implican dicho principio, que, como recomienda Green (2004), da oportunidad a los estudiantes de obtener el conocimiento de forma relajada partiendo de conceptos básicos y ejemplos precisos. Finalmente, con ello migrar a cuestiones más elaboradas y técnicas, como los diagramas de cuerpo libre y el procedimiento de solución de ejercicios que impliquen el Principio de Arquímedes.

⁶⁷ Escuela Superior de Ingeniería Química e Industrias Extractivas del Instituto Politécnico Nacional.

De lo anterior es pertinente precisar que hemos decantado por utilizar la palabra ejercicio, en el contexto de la didáctica de la física como una actividad iterativa y común, donde lo único que se busca es reforzar y recordar lo que se ha aprendido de un tópico específico. Por ende, de acuerdo al nivel de instrucción y con la evidencia de que las evidencias de enseñanza aprendizaje en la ESIQIE en la Academia de Física, en el aula no se realizan problemas, se realizan ejercicios. Asimismo, conviene precisar que problemas, son aquellas situaciones que involucran escenarios desconocidos y multifactoriales y, por ende, existe una necesidad para encontrar una solución de acuerdo con la Universidad Nacional Abierta y a Distancia (s.f.)

Se considera storytelling como tendencia educativa; que además de estimular la creatividad hace uso de recursos digitales (movie maker, powtoon, storyjumper, etc.) para dar a conocer información. También, está en el marco del aprendizaje activo, porque los alumnos no son sujetos pasivos, ya no son receptores de información; dado que ellos la indagan, sintetizan, interpretan, y posteriormente efectúan un guion o escaleta y crean su producto de aprendizaje; puesto que, en las comunidades de aprendizaje activo, los protagonistas son los implicados, es decir, los participantes.

En el mismo tenor, respecto al aprendizaje activo de la Física señala Mora (2008) se vinculan habilidades y técnicas para su aprendizaje (en nuestro caso el multicitado Principio de Arquímedes). Los estudiantes son orientados a edificar sus saberes, a través de indagación, reflexión y explicación espontánea de un evento físico.

El interés en explorar storytelling reside en valorar su utilidad en el proceso de enseñanza-aprendizaje; pero también, radica en lo que señalan Illera & Monroy (2009) “[...] el uso crítico, en el sentido de tomar decisiones (y reflexionar sobre ellas) sobre las formas de representación y expresión más adecuadas para lograr transmitir mejor lo que se desea” (Illera & Monroy, 2009).

Acerca del impulso de las soft skills requeridas para el siglo XXI se concuerda con lo que señala Jack Ma según Mosquera (2018) “[...] *la educación ya no se puede centrar en los contenidos, sino que debe basarse en otro tipo de aspectos en los que las máquinas nunca podrían sustituirnos*” (Ma, 2018).

Al respecto de la creatividad, la Física es una disciplina fecunda para potenciarla, no obstante, es necesario como afirma Ruiz (2017, p. 58), un ecosistema pedagógico que suministre procesos e instrucciones discordantes, donde se suscite la búsqueda y la formulación; además, se funden más interrogantes que contestaciones; también, donde no se estigmatice al error.

Sumado a lo anterior, de la experiencia se sabe de la dificultad que presenta el entendimiento y resolución de ejercicios relacionados con el Principio de Arquímedes. Resulta que el alumno debe ser capaz de categorizar el ejercicio que se le

presenta de acuerdo al principio científico más adecuado (en este caso el de flotación). Además, debe extraer datos cualitativos y cuantitativos; para posteriormente identificar el fluido (líquido o gas) y analizar cómo opera sobre el objeto. También, en ocasiones debe esbozar el contexto que se le plantea a través de un diagrama de cuerpo libre y darle solución mediante algoritmos que implican fórmulas, despejes, análisis dimensional, etc.

Adicionalmente, se tiene como referencia que en las evaluaciones los alumnos tratan de evitar resolver ejercicios del mencionado tópico. Así, se conoce de la evaluación del tercer departamental de Mecánica Clásica (MC) (véase figura 1) de un grupo del ciclo 2019/1 de la ESIQIE que sólo el 10% intentó resolver el ejercicio relacionado con el Principio de Arquímedes y que de éste 10%, sólo la mitad lo resolvió de forma correcta (véase figura 2).

INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
 ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA QUÍMICA E INDUSTRIAS EXTRACTIVAS
 DEPARTAMENTO DE FORMACIÓN BÁSICA
 ACADEMIA DE FÍSICA
TERCERA EVALUACIÓN DE MECÁNICA CLÁSICA

TURNO MATUTINO Noviembre 27-2018 TIPO B

- Un globo aerostático de forma esférica tiene un diámetro de 14.7 m y se llena con helio ($\rho_{\text{He}} = 0.179 \text{ kg/m}^3$). ¿Qué peso adicional puede levantar, suponiendo que la masa total del globo es de 1 000 kg? ($\rho_{\text{aire}} = 1.29 \text{ kg/m}^3$).
- En la figura se muestra un depósito muy grande lleno con agua hasta una altura de 20 metros, está abierto a la atmósfera. Al depósito se le hace una perforación en una de las paredes, a 8 metros desde la superficie superior del líquido. Determine la distancia horizontal desde la base del depósito a donde cae el chorro con agua por primera vez.
- En una tubería como se muestra en la figura circula agua. (a) ¿Qué presión tendrá a la salida? (b) ¿Cuál es el caudal volumétrico? (c) ¿En qué tiempo se llenaría un depósito de 5.50 m^3 ?
- Un disco azul de masa 0.0400 kg , se desliza de izquierda a derecha con una rapidez de 0.200 m/s sobre una mesa de aire horizontal sin fricción, realiza una colisión frontal elástica con un disco rojo con masa m , inicialmente en reposo. Después de la colisión, la velocidad del disco azul es 0.050 m/s está en la misma dirección que su velocidad inicial. Hallar (a) la velocidad (magnitud y dirección) del disco rojo después de la colisión y (b) la masa m del disco rojo.
- Se lanza un balón de fútbol (va de izquierda a derecha) de 0.400 kg contra un balón de basquetbol (va de derecha a izquierda) de 0.600 kg . Los balones chocan en el aire (vea la figura), y el de basquetbol salió rebotado con una energía 95.0 J en un ángulo de 32° en relación con su trayectoria inicial. Antes de la colisión, la energía del balón de fútbol era de 100 J , y la energía del balón de basquetbol era de 112 J . ¿Con qué ángulo y rapidez se aleja de la colisión el balón de fútbol?
- Agua a temperatura ambiente circula a través de una tobera con sección transversal cuadrada, como se muestra en la figura. El agua entra a la tobera en el punto A con una rapidez constante de 8.00 m/s y sale de la tobera en el punto B. Las longitudes de los lados de la sección transversal en A y B son de 50.0 cm y 20.0 cm , respectivamente. (a) ¿Cuál es el caudal volumétrico a la salida? (b) ¿Cuál es la aceleración dentro de la tobera? La longitud de la tobera es de 2.00 m . Si el caudal volumétrico a través de la tobera se incrementa a $6.00 \text{ m}^3/\text{s}$, (c) ¿Cuál es la aceleración del fluido dentro de la tobera?

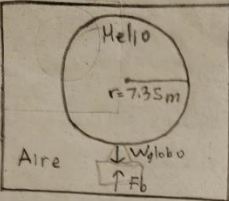
INSTRUCCIONES:

- Resuelva 4 problemas, indicando el número que resuelva.
- Enmarque sus resultados con alfiler.
- Trabaja con orden y limpieza.
- Se permite el uso del formulario elaborado por la academia, en hoja aparte y numerado.
- NO SE PERMITE CONSULTAR SU CELULAR DURANTE EL EXAMEN, EL HACERLO ES MOTIVO DE CANCELACIÓN.
- No se permite hablar, ni poder nada prestado, de lo contrario, se CANCELARÁ el examen.

TIEMPO DE EXAMEN: 80 MINUTOS
 ELABORÓ: LA ACADEMIA

Figura 1. Tercer Examen Departamental de Mecánica Clásica.

Ejercicio 1.



$$V_{\text{globo}} = \frac{4}{3}\pi r^3 = \frac{4}{3}\pi (7.35\text{m})^3$$

$$V_{\text{globo}} = 1,663,273\text{m}^3$$

$$m_{\text{He}} = \rho_{\text{He}} V_{\text{globo}} = 297.7170\text{kg}$$

Además sabemos que $m_{\text{globo}} = 1000\text{kg}$

$$\sum F = 0$$

$$F_b - W_{\text{He}} - W_{\text{globo}} - W_{\text{ext}} = 0$$

$$(m_{\text{aire}}g - m_{\text{He}}g - m_{\text{globo}}g - m_{\text{ext}}g = 0) \cdot \frac{1}{g}$$

$$m_{\text{aire}} - m_{\text{He}} - m_{\text{globo}} - m_{\text{ext}} = 0$$

$$\rho_{\text{aire}} V_{\text{aire}} - m_{\text{He}} - m_{\text{globo}} - m_{\text{ext}} = 0$$

$V_{\text{aire}} = V_{\text{globo}} = V$

$$m_{\text{ext}} = \rho_{\text{aire}} V_{\text{globo}} - m_{\text{He}} - m_{\text{globo}}$$

$$= 1.29\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} (1,663\text{m}^3) - 297.717\text{kg} - 1000\text{kg}$$

$$m_{\text{ext}} = 847.8407\text{kg}$$

2.5

Figura 2. Respuesta correcta del ejercicio uno correspondiente al Principio de Arquímedes realizada por un alumno (BMM).

Desarrollo

A fin de facilitar la implementación de esta innovadora estrategia de enseñanza, se presentan los pasos necesarios para el logro del objetivo (comprensión del Principio de Arquímedes y desarrollo de la creatividad).

- Paso 0. Explicar a los alumnos en qué consiste storytelling y el objetivo, instrucciones y las características del producto, para este paso se utilizó una presentación (véase figura 3). Asignación: docente.

Tendencia educativa, ¿qué vamos a hacer?

► Instrucciones.

a) Formar en equipos de 5 elementos.

a) Realizarán un material digital (incluir: imágenes, texto, voz, música, experimento, etc.). La clave será la **CREATIVIDAD**



Figura 3. Presentación explicativa de storytelling y su vinculación con el Principio de Arquímedes. Elaboración propia.

- Paso 1. Documentar. Realizar la investigación de todas las variables asociadas al Principio de Arquímedes, se les proporciona un esquema para guiar sus indagaciones (véase figura 4). Asignación: todos los miembros del equipo.



Figura 4. Esquema de los conceptos que debe incluir el storytelling. Elaboración propia.

- Paso 2. Definir el tipo de storytelling (novela, cuento, fábula, etc.). Asignación: todos los miembros del equipo.
- Paso 3. La escaleta, definir los personajes o contexto, precisar qué dirán y cómo lo dirán. Asignación: todos los miembros del equipo.
- Paso 4. Discutir y cerciorarse que la información es clara y en realidad explica el *principio de Arquímedes*. Asignación: todos los miembros del equipo.
- Paso 5. Realizar la producción y afinar detalles. Asignación: todos los miembros del equipo.

Sobre el contenido de storytelling, es pertinente recalcar que se debe orientar a los alumnos en relación al producto esperado, por lo que se precisan los elementos mínimos necesarios que debe tener el producto de aprendizaje

- a) La narrativa, que puede ser un cuento, novela, fábula, etc. debe explicar el Principio de Arquímedes y todas las variables implicadas: presión, densidad, fuerza boyante, etc.
- b) Análogo a las narraciones debe tener: inicio, desarrollo y cierre.

c) Toda la narrativa debe ser lo suficientemente clara y explicativa en relación *al principio de Arquímedes*; además de creativa e inédita. En el desarrollo se debe explicar un ejercicio de los propuestos en la bibliografía del programa de estudios.

d) El cierre de la narrativa debe incluir al menos cinco conclusiones del tema.

Acerca de las labores del docente, se sugiere que realice una rúbrica para la valoración del producto de aprendizaje (véase tabla 1); además, preferentemente esta tarea debe ser parte de la evaluación continua, con la finalidad de motivar de forma extrínseca a los estudiantes a la realización del producto de aprendizaje.

Tabla 1. Rúbrica para la evaluación de storytelling. Elaboración propia.

Indicadores		Ponderación	Evaluación					
Número	Para evaluación de POL	%	Excelente 1	Sobresaliente 0.8	Satisfactorio 0.7	Suficiente 0.6	No satisfactorio 0.3	Nota ponderada parcial
1	Producto final, creatividad en el video material.	20						
2	Evidencias, enviar fotos o chats del proceso de realización del trabajo	5						
3	Es clara la explicación del principio de Arquímedes y utiliza todos los términos asociados a dicho Principio.	20						
4	Realiza el ejercicio y cálculos para robustecer la explicación y están justificados.	20						
5	Utilidad y relevancia del principio de Arquímedes	20						
6	El inicio, desarrollo y cierre están bien delimitados. En el cierre se presentan las 5 conclusiones solicitadas de los aprendizajes.	15						

Asimismo, es necesario evaluar la efectividad de dicha estrategia, por lo que se optó por diseñar una evaluación de opción múltiple con 10 ítems (la información para su elaboración estuvo basada en la bibliografía del programa de mecánica clásica de

la ESIQIE y fue revisada por dos profesores de la Academia de Física de la ESIQIE y dos profesores de Física externos), la cual se aplicó antes y después de la storytelling (véase figura 5).

PRE-TEST
Instrucciones: Selecciona la respuesta que consideres correcta, subráyala con color. Tópico: Estática de fluidos
Nombre: _____ Fecha: _____ Grupo: _____

1. Caracteriza a los gases, que: a) Son incompresibles y su densidad cambia con la temperatura si mantenemos la presión. b) Son compresibles y su densidad cambia con la temperatura si mantenemos la presión. c) Son incompresibles y su densidad NO cambia con la temperatura si mantenemos la presión. d) Son compresibles y su densidad NO cambia con la temperatura si mantenemos la presión.	objeto es cero y ; por lo tanto el objeto permanece: a) hundido b) flotando c) en equilibrio d) estático
2. Incompresible se refiere a: a) El volumen cambia al variar la presión aplicada. b) La densidad cambia al variar la presión aplicada. c) El volumen NO cambia al variar la presión aplicada. d) La densidad NO cambia al variar la presión aplicada.	6. ¿La composición de un objeto es un factor determinante en la fuerza de flotación? a) No, porque la fuerza de flotación no la ejerce el objeto b) No, porque la fuerza de flotación la ejerce el fluido en cuestión c) Sí, porque la fuerza de flotación la ejerce el objeto d) Sí, porque las propiedades de un objeto determinan la fuerza de flotación
3. Un objeto menos denso que el agua, experimenta una fuerza _____ neta cuando está completamente sumergido, porque el peso del agua desplazada es _____ que el del objeto. a) Descendente-mayor b) Ascendente-mayor c) Descendente-menor d) Ascendente-menor	7. Algunos peces son capaces de nadar a diversas profundidades al... a) ajustar la fuerza de flotación al variar el volumen de aire en su vejiga natatoria b) poseer una determinada forma c) poseer mayor o menor peso
4. En condiciones normales, el peso de un pez es ligeramente _____ que la fuerza de flotación sobre el pez. Por tanto, el pez _____ si no tuviese algún mecanismo para ajustar la fuerza de flotación. a) menor- se hundiría b) mayor-flotaría c) menor-flotaría d) mayor-se hundiría	8. Principal característica de un objeto para que se cumpla el Principio de Arquímedes: a) que el objeto flote b) la forma definida del objeto c) objeto en reposo d) objeto se hunda
5. Si la densidad del objeto sumergido es igual a la densidad del fluido, la fuerza neta sobre el	9. Aplicación del Principio de Arquímedes: a) determinar la forma de un objeto b) determinar la densidad de un líquido desconocido c) determinar la composición del objeto o fluido
	10. La relación que existe entre la fuerza de flotación y la fuerza gravitacional determina en los objetos: a) sus propiedades b) el que floten o se hundan c) su densidad

Figura 5. Test con 10 ítems relacionados al Principio de Arquímedes. Elaboración propia.

Aprendizajes esperados

Originalmente se pretendió explorar storytelling como medio alternativo para retener la información relacionada con el Principio de Arquímedes; sin embargo, dada la novedad en los alumnos e inclusive en nosotras como docentes, se percibió que podría ser una estrategia que eventualmente desarrolle la creatividad. Inclusive se considera se generaron productos valiosos que (robustecidos y corregidos) podrían

ayudar a otras personas a comprender este principio, de una forma diferente, entretenida y sobre todo didáctica.

Así, resultó que a un 75% de los alumnos les atrajo la estrategia (les hizo pensar mucho; también, manifestaron que les quitó mucho tiempo); ninguno había utilizado esta estrategia antes, por lo que les pareció novedosa y hasta divertida. Otros señalan que estimula la inventiva y propicia el trabajo en equipo, de otra forma no hubieran terminado en tiempo y forma. Un 15% manifestó que es una pérdida de tiempo y que preferirían memorizar los tópicos que hacer este tipo de actividades. Un 10% decidió que no haría nada. Sobre nuestros resultados, se evidencia que con storytelling se mejora el rendimiento académico (véase tabla 2).

Tabla 2. Datos estadísticos del grupo 1MM11

Datos estadísticos	Pre-test	Post-test
Tamaño de la muestra	30	30
Promedio	4.03	5.3
Desviación estándar (σ)	1.19	1.61
Máximo	2	3
Mínimo	8	9
% de aprobación	6.67%	37.93%

En relación a los productos de aprendizaje (véase figura 6) de los alumnos que participaron en dicha intervención innovadora, a pesar de que se les solicitó autenticidad en sus productos de aprendizaje, 28% de los equipos no presentó una storytelling inédita (plagiaron); 14% entregó un producto exiguo, carente de creatividad; 42% de los equipos proporcionaron productos creativos y didácticos (teatro guiñol, segmentos animados y narrativas contada como curiosidad y humor negro). Y el resto, presentó un producto en el umbral de lo satisfactorio; pero, no relevante.

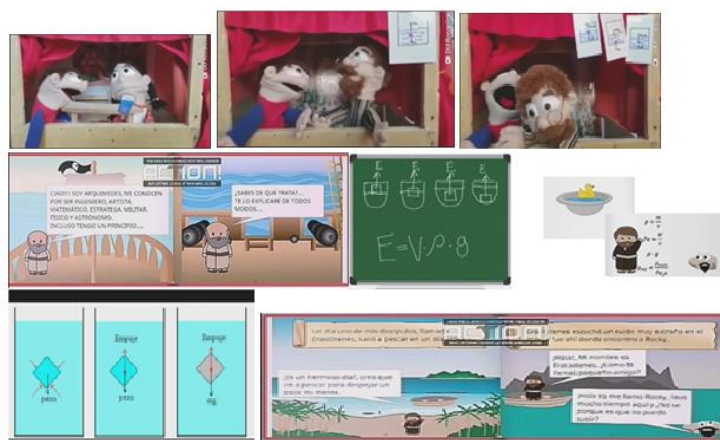


Figura 6. Captura de pantalla de los storytelling propuestos por los alumnos participantes.

Así, se considera que se lograron los objetivos, se rompió el esquema de aprender y de enseñar, se promovió la creatividad. Se mejoró el rendimiento académico de

acuerdo al test de elaboración propia para evaluar específicamente Principio de Arquímedes, comenzamos con un 6.67% de aprobación y después de la intervención obtuvimos un 37.93% de aprobación. Respecto a las evaluaciones departamentales que aplica la Academia de Física en la ESIQIE, después de esta intervención un 30% de los alumnos del grupo 1MM11 intentó resolver el ejercicio relacionado con hidrostática, de este porcentaje el 66% lo resolvió de forma correcta.

Es conveniente no dejar pasar por alto la cuestión de deshonestidad académica. Algo que al menos en la Academia de Física, ni en la misma ESIQIE se ha regulado de una manera efectiva y contundente. Así, es conveniente que los docentes estemos aleccionados para hacer la detección de estas situaciones y no dejar por alto esta conducta que sin duda lacera al propio alumno. A este grupo de alumnos, se decidió no otorgarles ningún puntaje y en su retroalimentación se les hizo ver que plagiaron y que es una conducta que no abona ni a su formación, ni a su aprendizaje y que pone en tela de juicio su integridad personal. Desaprobar y exhortar a no cometer este tipo de situaciones; también, es tarea docente y no se debe eludir, desde luego, con diplomacia y mostrando las evidencias correspondientes.

De la experiencia en el uso de esta innovación educativa invitamos a nuestros colegas del área de didáctica de la Física a utilizar storytelling, con la convicción de que, con supervisión y retroalimentación puede dar buenos resultados.

Referencias

- Green, M. C. (2004). Storytelling in teaching. *APS Observer*, 17(4).
- Hernández R., Fernández, C. y Baptispta, P. (2010). *Metodología de la Investigación*. México: McGrawHill-Interamericana Editores.
- Illera, J. L. R., & Monroy, G. L. (2009). Los relatos digitales y su interés educativo. *Educação, Formação & Tecnologias-ISSN 1646-933X*, 2(1), 5-18.
- Mora, C. (2008). Fundamentos del aprendizaje activo de la Física. Presentado en el V Congreso Internacional Didáctica de las Ciencias y. La Habana, Cuba. Marzo 17-21 (2008).
- Mosquera, I. (2018). Las soft skills aterrizan en educación y revolucionan las competencias de los alumnos y los profesores [en línea]. Recuperado de: www.unir.net/educacion/revista/noticias/las-soft-skills-aterrizan-en-educacion-y-revolucionan-las-competencias-de-los-alumnos-y-los-profesores/549203645357/
- Ruiz, J. (2015). *La formación creativa del estudiante universitario desde un enfoque sociohumanista a través de la enseñanza de la física*. Pearson.
- Thang, S. M., Sim, L. Y., Mahmud, N., Lin, L. K., Zabidi, N. A., & Ismail, K. (2014). Enhancing 21st century learning skills via digital storytelling: Voices of Malaysian teachers and undergraduates. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 118, 489-494.
- Universidad Nacional Abierta y a Distancia (s.f.) Definición del problema. Recuperado de: <https://repository.unad.edu.co/bitstream/10596/5586/1/DefProblema.pdf>

Didáctica de la Química en el nivel medio superior, mediante el establecimiento del sistema de aprendizaje 4MAT

Escobar Duran German⁶⁸

Rasilla Cano Margarita⁶⁹
ezkovar.1974@gmail.com

Resumen

El sistema didáctico, que propicia la visión de la química en los hechos cotidianos en estudiantes de bachillerato, dista mucho de ser efectivo y es una constante preocupación de los gestores educativos por los altos índices de reprobación. Por lo anterior se desarrolló una estrategia didáctica centrada en las alteraciones climáticas ocasionadas por actividades de transformación química para abordar el tema de las leyes ponderales de la materia. Para favorecer el aprendizaje se consideraron las necesidades del estudiante y su contexto cercano.

El diseño y la validación de la propuesta están dirigidos a un grupo de estudiantes del segundo semestre del Colegio de Bachillerato de Oaxaca plantel #60, en la ciudad de San Blas Atempa, Oaxaca; México, el diseño integra elementos para una docencia multidisciplinaria que caracterizan al grupo, integra los lineamientos curriculares y transita entre principios pedagógicos y andragógicos. El diseño metodológico es un ciclo de aprendizaje de ocho etapas basados en el sistema 4MAT respondiendo a los estilos de aprendizaje de los estudiantes previamente caracterizados, en este proceso se integraron actividades articuladas con su contexto y basada en los principios metodológicos de las ciencias naturales. La validación propició el análisis reflexivo argumentativo de eventos cotidianos que alteran la composición atmosférica, con dos casos específicos: el arrastre de los gases de la refinación de petróleo por los fuertes vientos de la zona y la concentración de gases emitidos por un excesivo sistema de transporte público basado en motocicletas adaptadas. La cercanía de estos casos a su vida cotidiana favoreció en los estudiantes conflictos cognitivos que les permitieron acercarse a: la interpretación de la realidad desde la óptica de la química; a generar juicios de valor y propuestas de solución sustentadas en evidencias científicas.

⁶⁸ Colegio de Bachillerato de Oaxaca plantel #60, Av. Hombres Ilustres s/n, Col. 20 de Noviembre; San Blas Atempa, Oaxaca. ezkovar.1974@gmail.com.

⁶⁹ Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional del Instituto Politécnico Nacional, Unidad Oaxaca. Hornos No. 1003, Col. Noche Buena, Municipio de Santa Cruz Xoxocotlán C.P. 71230. Oaxaca. rrasilla@ipn.mx

Objetivo

Para facilitar el aprendizaje se plantea aplicar una unidad de aprendizaje, en el tema de Leyes Ponderales de la materia de Química II, mediante el establecimiento del sistema 4MAT, que faciliten el proceso de aprendizaje de los estudiantes, donde se tomaron en cuenta situaciones de la vida cotidiana para ejemplificar las leyes ponderales y su relación con su entorno, para que así el aprendizaje sea más significativo

Marco teórico

La enseñanza tradicional de la Química es el modelo actual que predomina en la enseñanza de los conceptos de cuantificación de sustancias y de relaciones en mezclas homogéneas. ¿Cómo lograr un aprendizaje significativo en la materia de Química? En la actualidad es claro que la didáctica de las ciencias se considera como un campo del saber con un objeto de estudio definido y un referente teórico-metodológico en proceso de consolidación y en el que el aporte de otros campos del saber es altamente significativo. (Tamayo, 2009).

El problema central que se plantea la didáctica de las ciencias es cómo enseñar ciencias significativamente. Para ello debe describir, analizar y comprender los problemas más significativos en la enseñanza y aprendizaje de las ciencias y, diseñar y experimentar modelos que ofrezcan posibles soluciones a la problemática educativa, (Tamayo, 2009). En la enseñanza de la Química se han utilizado diferentes estrategias de enseñanza, como Grisolia y Grisolia (2009) que diseñaron un software bajo un enfoque constructivista, incorporando contenidos correspondientes a los fundamentos teóricos.

Así mismo Aragón (2013) usaron modelos para mostrar el cambio químico y recurren a las analogías como continuo apoyo y como eje vertebrador, permitiendo en los estudiantes desarrollar capacidades de modelización encaminado al hecho de que el estudiante debe construir la ciencia y hacer ciencia desde los modelos construidos desde la analogía.

Según la zona de desarrollo próximo (ZDP), propuesta por Vigotsky (citada por Ruiz, 2015), es un proceso en el que participan dos actores proactivos: el que aprende y el que coadyuva, valiéndose de medios o mediaciones diversas para que ocurra el aprendizaje. En cada alumno y para cada contenido de aprendizaje existe una zona que está próxima a desarrollarse. En la ZDP es donde deben situarse los procesos de enseñanza-aprendizaje, por eso se desencadena el proceso de construcción del conocimiento del alumno y se avanza en el desarrollo. La planeación didáctica es prever una clase, permite organizar de manera sistemática y adecuada todos los elementos que intervienen en el proceso educativo. Para este diseño se ha considerado el formato propuesto por el sistema 4MAT.

El Sistema 4MAT es el resultado de la superposición de las descripciones de estilos de aprendizaje del modelo de Kolb (Kolb, 1984). Este modelo está basado en la suposición de la existencia de factores responsables de la generación de estilos de aprendizaje. De acuerdo con Kolb, los estudiantes aprenden según la manera en que prefieren recibir la información por parte del profesor (preferencias de instrucción): por medio de la experiencia concreta, de la observación reflexiva, de la conceptualización abstracta y de la experimentación activa. Kolb organiza los estilos en pares dialécticamente opuestos. De esta forma, el estilo relacionado con la experiencia concreta es opuesto al de la conceptualización abstracta; y el de la observación reflexiva es opuesto a la experimentación activa. (Ramírez y Chávez, 2010)

Desarrollo

Los elementos considerados para la planeación didáctica, caracterización del grupo de aprendizaje, el ambiente de aprendizaje, el curriculum, y el Ciclo de aprendizaje 4MAT. La caracterización del grupo incluye el contexto de los aprendices, los aspectos socioculturales, sus conocimientos previos, sus concepciones alternativas, sus estilos de aprendizaje y su historia escolar. El ambiente de aprendizaje se estima desde los recursos disponibles, el espacio y el método de enseñanza. Los elementos curriculares son los contenidos en contextos, las competencias genéricas y específicas, la normatividad institucional y la evaluación del aprendizaje. El establecimiento de la unidad de aprendizaje se basa en el sistema 4MAT, el cual se describe de acuerdo a sus cuatro cuadrantes y sus ocho actividades.

El objetivo de la unidad de aprendizaje es: generar la apropiación del concepto de Leyes Ponderales, a través de estrategias que permitan la interpretación de estas leyes en casos de la vida cotidiana. Previo a la primera actividad se explicó a los estudiantes el proceso que estaban por desarrollar para la unidad de aprendizaje, posteriormente se realizó un encuadre sobre el tema de las leyes ponderales, y específicamente sobre la importancia de los cálculos estequiométricos y sus aplicaciones en el medio ambiente.

Unidad de aprendizaje utilizando el ciclo 4MAT.

PRIMER CUADRANTE

En este cuadrante se evaluará como crear una experiencia y luego ofrecer una forma que los estudiantes puedan analizarla y experimentarla personalmente.

1.- Conectar: relacionar con experiencias que tengan un sentido personal. El objetivo de esta actividad será que los estudiantes expresen algunas ideas sobre los riesgos que conllevan este tipo de accidentes para el ecosistema y la vida humana, mediante el intercambio de ideas con sus compañeros. Esta actividad se evaluará por medio de la observación, la cuál será la postura del estudiante al analizar la situación; el tiempo estimado será de 5 min. Recursos: Aula de clases, computadora, proyector, pizarrón, plumones.

Actividad 1: El docente les mostrará imágenes de la explosión que ocurrió en la refinería Antonio Dovalí de Salina Cruz Oaxaca ocurrida el día 24 de noviembre del 2015. Realizará preguntas como: ¿Qué está sucediendo? ¿Causas posibles del incendio? ¿Qué producto se estará quemando? Preguntas dirigidas al tema. Los estudiantes observarán las imágenes, para poder comprender y analizar detenidamente lo que está sucediendo, y así contestar las preguntas del docente.

2.- Examinar: reflexionar, analizar la experiencia. El objetivo de esta actividad será generar en los estudiantes el pensamiento crítico y reflexivo sobre el impacto del accidente en la refinería y su entorno. Esta actividad será evaluada mediante la observación y el análisis de los comentarios vertidos por los estudiantes. El tiempo estimado será de 5 min. Los recursos son: Aula de clases, computadora, proyector, pizarrón, plumones

Actividad 2.- Se promoverá la discusión y el análisis El docente promoverá la discusión mediante preguntas dirigidas como: ¿Qué productos derivados del petróleo conocen que puedan contaminar el medio ambiente?, ¿Con respecto a las imágenes y al color del humo que tipo hidrocarburos se estarán quemando? ¿Qué importancia tiene el medir los índices de contaminantes en la atmosfera? Entre otras preguntas relacionadas al tema. Los estudiantes recuperarán conocimientos previos para un mejor análisis de las imágenes mostradas, para proporcionar alguna opinión sobre el cuestionamiento.

SEGUNDO CUADRANTE

En este cuadrante se evaluará cómo los estudiantes integran la experiencia y siguen analizándola en forma más conceptual, desarrollando nuevos conceptos.

3.- Imaginar/criticar: integrar a la experiencia la necesidad de mayor conocimiento. El objetivo de esta actividad será que los estudiantes se apropien del conocimiento a partir de una situación dada y aplicarla a su entorno. Esta actividad será evaluada mediante la observación del desempeño del estudiante. Tiempo estimado: 10 min. Recursos: Aula de clases, computadora, proyector, pizarrón, plumones.

Actividad 3.- Llevar a los estudiantes de lo general a lo específico. El docente platicará sobre los riesgos de la quema de combustibles en las refinerías o en accidentes a campo abierto, y las consecuencias que conlleva por la emisión de gases tóxicos como el CO₂, Óxidos de azufre, metales pesados entre otros. (¿Cómo se genera el humo? ¿Qué color es el humo? ¿Por qué se da ese color del humo? ¿Qué factores influyen en la combustión? (tratar de sacar los conocimientos previos) analogías humo negro y humo blanco. (Construir desde su propio conocimiento). Se espera que el estudiante realice preguntas relacionadas al tema para aclarar sus interrogantes.

4.- Definir: aprender conceptos y habilidades. El objetivo de esta actividad será que los estudiantes conceptualicen las leyes ponderales y sus aplicaciones, mediante

una clase impartida por el docente. Esta actividad no será evaluada porque se estarán realizando ejercicios propuestos y resueltos por el docente. Tiempo estimado: 40 min. Recursos: Aula de clases, pizarrón, libros, plumones, computadora, proyector.

Actividad 4.- Conceptos y significados de forma secuenciada. El docente les explicará de forma gráfica y oral la importancia de las leyes ponderales para poder realizar cálculos estequiométricos, que les permitirá comprender la cantidad de producto obtenido al momento de realizarse una reacción química. (Parte teórica exponer las bases del tema) Así mismo se hará el enlace del tema con el proceso de combustión de los hidrocarburos u otros procesos que afectan el medio ambiente a través de las leyes ponderales.

TERCER CUADRANTE

En este cuadrante se evaluará a los estudiantes mediante un caso práctico donde reconocerán la generación del CO_2 a través de unas de sus fuentes antrópicas, para poder interpretar las leyes ponderales en su vida cotidiana, así mismo que comprendan el impacto de estos gases efecto invernadero (GEI) en el medio ambiente y desarrollar en ellos las competencias genéricas que marca la RIEMS. En esta actividad los equipos se formarán de acuerdo a los resultados del test de estilo de aprendizaje, se incluirán dos estudiantes de cada estilo.

5.- Intentar: practicar con el contenido.

El objetivo de esta actividad será que los estudiantes demuestren, por medio de la resolución de ejercicios prácticos, el entendimiento de los conceptos y aplicaciones de las leyes ponderales, así mismo demostrará por medio de un experimento práctico la utilización de estas leyes en su contexto.

Actividad 5.- Llevar a los estudiantes al uso y la aplicación. El docente les explicará la forma de resolución de ejercicios planteados respecto al tema y les dará instrucciones para la realización de una práctica de laboratorio donde demostrarán y realizarán los cálculos estequiométricos de la emisión de CO_2 emitido por los tubos de escape de las motocicletas.

“Emisión de gases invernadero por uso de combustibles fósiles: presencia de CO_2 en los tubos de escape de los vehículos” para la realización de esta práctica los estudiantes se reunirán en equipos, como primer paso se deberá de conseguir un motocarro (motocicleta adaptada para carga), se atraparé el aire emitido por el tubo de escape del motor, por medio de una probeta graduada (hechiza) y un tambo que contenga agua, para posteriormente realizar los cálculos estequiométricos pertinentes y analizar el volumen de CO_2 producido por la unidad.

6.- Extender: explorar, desarrollar aplicaciones.

En esta actividad el objetivo será que los estudiantes identifiquen la aplicación de las leyes ponderales en su entorno, mediante la realización de una lista de actividades que se lleven a cabo en su comunidad.

Actividad 6.- El docente les dará indicaciones para elaborar una lista de actividades relacionadas con las leyes ponderales y el planteamiento del caso práctico. Los estudiantes realizarán en forma individual, una lista de actividades que lleven a cabo durante el día o en su entorno donde estén relacionadas la aplicación de las leyes ponderales y sus cálculos pertinentes para determinar las cantidades de producto que se quiera estudiar. (Emisión de CO y CO₂). Esta actividad la harán a partir del experimento que se realizará en el paso 5, buscarán en su comunidad fuentes emisoras de GEI y sus efectos en el medio ambiente.

CUARTO CUADRANTE

En este cuadrante se evaluará que los estudiantes sinteticen buscando algo relevante y original, luego buscarán aplicar lo que han aprendido a circunstancias más complejas.

7.- Refinar: analizar la aplicación para relevancia y utilidad El objetivo de esta actividad será plantear todas las actividades que identificaron los estudiantes mediante la exposición de cada una de las propuestas. Para esta actividad se tiene estipulado un tiempo de 20 minutos, los recursos utilizados son: El salón de clases, pizarrón y plumones. Esta actividad se evaluará por medio de una lista de cotejo.

Actividad 7.- El docente guiará el proceso de lectura de las propuestas En grupo se leerán todas las propuestas realizadas por los equipos, para integrarlas y poder realizar un pequeño manual de propuestas para reducir la emisión de gases contaminantes de las motos, y diseñar una formula práctica para calcular el volumen de gas contaminante emitida por cada moto.

8.- Integrar: compartir y celebrar el aprendizaje El objetivo será compartir la información generada por medio de su difusión en el plantel y posteriormente en la comunidad. Se tiene contemplado que está actividad la realicen después de clases, ya que se tienen que poner de acuerdo como grupo en la forma de elaborar el producto final. Recursos: Computadora, impresora, hojas, imágenes. Esta actividad se evaluará con una rúbrica.

Actividad 8.- El docente en esta actividad será solamente un facilitador, ya que los estudiantes realizarán un escrito donde plantearán las propuestas de todo el grupo. En esta actividad los estudiantes deberán plasmar las competencias genéricas y disciplinares desarrolladas como lo marca el modelo educativo del COBAO. Por equipos, los estudiantes realizarán un plan de acción para mitigar la emisión de gas efecto invernadero (GEI), este documento deberá ser presentado al docente para

ser evaluado de acuerdo a la rúbrica previamente ya establecida, en esta actividad los estudiantes formarán su propio sentido de lo que han aprendido para su aplicación en la vida diaria, este proceso culminará en el momento en que los estudiantes compartan esta experiencia con la comunidad estudiantil y con las autoridades escolares.

Aprendizajes esperados

El sistema 4MAT, es una propuesta que cierra un proceso lógico de aprendizaje que permite la autoevaluación y la meta evaluación, el trabajo colaborativo y sobre todo fomenta el pensamiento crítico, lógico y creativo. El uso de este tipo de estrategias didácticas en el aula de clase facilita y reorienta la labor de los docentes, debido a que su papel principal se cambia por un rol más de orientador , de direccionamiento del aprendizaje autónomo que cada estudiante pueda realizar a partir de las actividades propuestas; el docente pasa a ser un agente menos activo, pero sigue a cargo del aprendizaje en ese entorno, enfocando su accionar hacia los estudiantes con dificultades para que cada uno desde su estilo y ritmo de aprendizaje pueda alcanzar un nivel significativo de los mismos. Es importante que los temas estudiados sean presentados de forma agradable para los estudiantes y para el mismo docente, ya que esto posibilita una mayor motivación intrínseca y extrínseca en ambos agentes.

Referencias

Aragón, M., Oliva J. (2013) "Analogías y Modelización en la Enseñanza del Cambio Químico" documento en línea 17 de febrero de 2016 Disponible en: http://www.modelosymodelajecientifico.com/01-HEMEROTECA/archivos/Usando_analogias_modelizacion_en%20prensa.pdf.

Grisolía M. y Grisolía C. (2009) Integración de elementos didácticos y del diseño en el software educativo hipermedial "Estequiometría. Contando masas, moles y partículas" Venezuela, Universidad de los Andes. Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias Vol.8 N°2
http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen8/ART4_Vol8_N2.pdf

Kolb, D. (1984). "Experiential learning: Experience as the source of learning and Development". Englewood cliffs New Jersey: Prentice Hall.

Ramírez, M. H. D., & Chávez, E. L. (2010). Introducción del sistema 4MAT de estilos de aprendizaje para la práctica innovadora en la enseñanza de ciencias, caso universidad autónoma del estado de Hidalgo, México. Journal of Learning Styles, 3(6). Documento en línea. Marzo del 2016. Disponible en: <http://learningstyles.uvu.edu/index.php/jls/article/view/133>

Ruiz H. C; (2015). Hacia una comprobación experimental de la zona de desarrollo próximo de Vygotsky. Ciencia Ergo Sum, 22() 167-171. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=10439327009>. Abril de 2016.

Tamayo A. O. E. (2009) Caracterización general de la didáctica de las ciencias. En: Didáctica de las ciencias: La evolución conceptual en la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias. Manizales. Universidad de Caldas. 2009. p. 29-48.

Propuesta de clase de laboratorio de física con enfoque constructivista en torno al equilibrio de fuerzas

Rubén Chávez Martínez⁷⁰
Gabriela L. Rueda Morales⁷⁰
neburesfm@gmail.com

Resumen

En el presente trabajo se propone una clase de laboratorio en el que se aborda el tema de equilibrio de fuerzas, diseñado en tres etapas: actividad introductoria, cuya finalidad es la de contextualizar el tema, exponer y evaluar los conocimientos previos; desarrollo, en el cual se lleva a cabo una práctica formal; retroalimentación, en la que se presenta una reflexión y el cierre de la actividad, siguiendo el enfoque constructivista, el cual está centrado poniendo al estudiante como individuo activo y no pasivo, permitiendo que los estudiantes adquieran un aprendizaje significativo.

Objetivo

El objetivo de este trabajo es presentar una propuesta de una secuencia didáctica en el laboratorio de Física I de la ESFM estructurada en base al enfoque constructivista donde el estudiante toma protagonismo en el proceso enseñanza-aprendizaje, de tal forma que la educación se centre en el aprendizaje.

El tema de la sesión es Vectores, fuerza, equilibrio traslacional y medición de fuerzas.

Marco teórico

Considero pertinente desarrollar un marco teórico sobre el constructivismo. Méndez (1988) define al constructivismo como:

Un punto de vista sobre el conocimiento, sobre cómo éste se adquiere y sus relaciones con el desarrollo general de la persona. Habla de una elaboración progresiva del pensamiento, en la que nunca se llega a un conocimiento absoluto, pues siempre se evoluciona hacia conocimientos más elaborados. El conocimiento es el resultado de una construcción mental producto de la asimilación de estímulos y vivencias del aprendiz a sus estructuras mentales. (pág. 5)

Carretero (1999) menciona que:

En consecuencia, según la posición constructivista, el conocimiento no es una copia de la realidad, sino una construcción del ser humano. ¿Con qué instrumentos realiza la persona dicha construcción? Fundamentalmente con los esquemas que ya posee, es decir, con lo que ya construyó en su relación con el medio que le rodea. (pág. 3)

⁷⁰ Escuela Superior de Física y Matemáticas, Instituto Politécnico Nacional.

Tabla de ubicación curricular

Tema	Vectores, fuerza, equilibrio traslacional, diagrama de cuerpo libre y medición de fuerza.
Intención de la práctica	Analizar el concepto de fuerza mediante la identificación y descripción de la suma de vectores en sistemas que se encuentran en equilibrio mecánico, usando el diagrama de cuerpo libre.
Objetivo de la actividad introductoria	Sentir y apreciar la fuerza como un vector, comprobando que cuando existe algún cambio en magnitud, sentido o en dirección el vector cambia.
Aprendizajes previos por reconocer en la actividad introductoria	Comprender el concepto de vector y de fuerza. Saber realizar eficazmente un análisis de fuerzas mediante el diagrama de cuerpo libre.
Objetivo de la sesión	Encontrar un sistema tres fuerzas en equilibrio en la mesa de fuerzas.

Desarrollo

A continuación se presenta la primera de las actividades del primer tema de la tabla.

Vectores y fuerza

Materiales: lazo, pesas, dinamómetros, mesa de fuerzas.

Actividad introductoria

Entregue una cuerda y permita a los estudiantes que jueguen a jala la cuerda.

Pida a los estudiantes la situación de sostener un objeto en medio de la cuerda. Permitir a cada estudiante que en parejas sostengan los extremos de una cuerda para cargar una bolsa de canicas o un peso, solicitando que con ayuda de dinamómetros realicen varias configuraciones para sostener el peso.

Realice preguntas que permitan abordar los conceptos de equilibrio, reposo, vectores, tensión, fuerza neta, etc. Realice preguntas como:

- ¿El objeto sostenido se encuentra en equilibrio?
- ¿Qué significa que un objeto se encuentre en equilibrio?
- ¿Qué es fuerza?, ¿Qué es tensión?
- ¿Necesita haber movimiento para que existan fuerzas?

Pida que con el uso de dinamómetros y moviendo la dirección de los extremos de la cuerda obtengan la tensión de las cuerdas que soportan el peso. Realice preguntas como las siguientes:

- ¿Son iguales las tensiones de la cuerda?
- ¿La suma de las mediciones de las tensiones es igual al peso de la lámpara idealizada
- ¿Por qué?
- ¿Qué describe a un vector?

Solicite que en papel realicen un diagrama de cuerpo libre y un análisis matemático para saber cómo son las tensiones que sostienen a un objeto, considerando que los ángulos comprendidos entre las tensiones y el eje horizontal son iguales.



Ilustración 1 Cuerda sosteniendo un objeto

El análisis solicitado se realizará para dos casos:

- el ángulo comprendido entre las tensiones y el eje horizontal es de 0°
- el ángulo comprendido entre las tensiones y el eje horizontal es de 90°

Pida que realicen una interpretación del primer caso.

De ser necesario apoye a los estudiantes que requieran ayuda para realizar el análisis.

Desarrollo de la sesión

Organice tres equipos y solicite que usando una mesa de fuerzas seleccionen tres ángulos que serán fijados y colocando pesas en las portapesas atadas a las cuerdas deberán poner en equilibrio el anillo de la mesa de fuerzas.

Antes de iniciar indique que usando un nivel deben nivelar la mesa de fuerzas.

Solicite que anoten el peso y los ángulos que se usaron para poner en equilibrio el sistema.

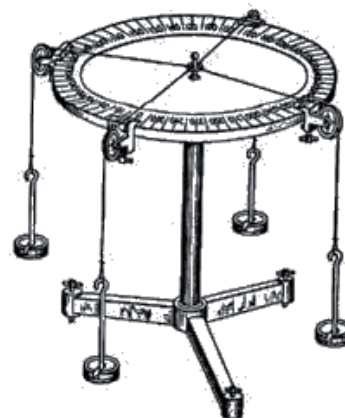


Ilustración 2 Mesa de fuerzas

Evaluación

Antes de terminar la sesión pida que entreguen para la próxima sesión un reporte en el que tendrá como introducción los siguientes temas:

- Magnitudes vectoriales y escalares

- Formas de representar los vectores
- Suma de vectores (analítica y geométricamente)
- Fuerza y Tensión
- Equilibrio

Solicite que en su reporte realicen un diagrama de cuerpo libre y considerando los datos obtenidos desarrollaran un diagrama de cuerpo libre y verifiquen matemáticamente si el sistema se encuentra en equilibrio.

Diagrama de acciones a realizar por los estudiantes.

El siguiente diagrama describe las acciones desarrolladas por los estudiantes durante tres momentos didácticos: actividad introductoria, desarrollo y cierre.

En el apartado de actividad introductoria se abordan:

- Acciones para generar y/o fortalecer el vínculo colaborativo y comunicativo de los estudiantes.
- Acciones de encuadre de la práctica.
- Activación de los aprendizajes previos.
- Acciones de motivación
- Acciones de contextualización

El desarrollo es el núcleo central para lograr los aprendizajes esperados, en el que se aborda:

- Acciones de relación con fenómenos reales.
- Acciones de modelación.
- Acciones para complementar experimentalmente los conceptos teóricos.
- Acciones para consolidar aprendizajes de procedimientos científicos.
- Acciones para promover actitudes científicas.

El cierre es el momento en el que los estudiantes generan el reporte de la práctica, el cual sirve como un instrumento de evaluación en el que se comprueban los aprendizajes adquiridos. En particular los estudiantes se responsabilizan de su aprendizaje, repasando o reafirmando los conceptos y habilidades efectuadas en la práctica, además de describir, analizar y argumentar lo abordado en el desarrollo.

En cada uno de los apartados se describen las funciones cognitivas, en particular dentro de recuadros tipo nota con fondo gris  se describen el objetivo de la práctica y las acciones ejecutivas particulares que deben efectuar los estudiantes en las que usan capacidades cerebrales para el reconocimiento del espacio, de los entes que lo componen y su relación con los conceptos.

En los recuadros tipo nota con fondo negro  se describen los niveles cognitivos necesarios que deben abordar los estudiantes en relación con el conocimiento y la comprensión de los conceptos.

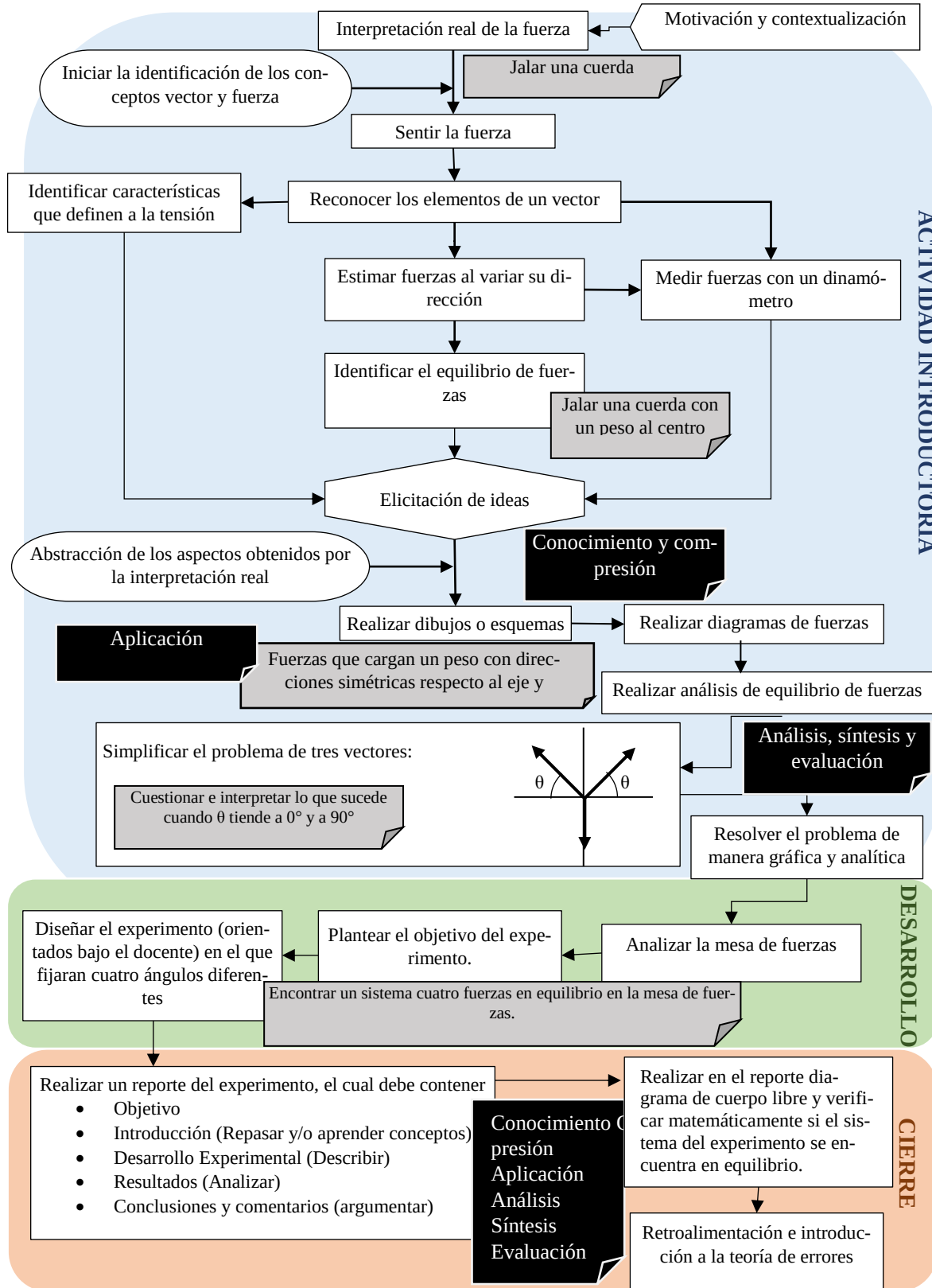
Los niveles cognitivos que se pretende alcance el estudiante son:

- Conocimiento: recuerda y reconoce información, ideas y principios relacionados con sus aprendizajes previos.
- Comprensión: interpreta información poniéndola en sus propias palabras.
- Aplicación: usa información, utiliza métodos, conceptos y teorías en situaciones nuevas para solucionar problemas.
- Análisis: encuentra patrones, desmenuza el conocimiento y muestra relaciones entre sus partes.
- Síntesis: genera e integra partes o fragmentos de conocimiento para formar un todo y construir relaciones para situaciones nuevas.
- Evaluación: efectúa juicios y desarrolla conclusiones en base a criterios específicos.

Aprendizajes esperados

- Comprende el concepto de vector y fuerza.
- Analiza el concepto de fuerza mediante la descripción de la suma de vectores en sistemas que se encuentran en equilibrio mecánico.
- Interpreta y justifica a la fuerza como un vector.
- Encuentra y justifica el equilibrio mecánico de un sistema de tres fuerzas en la mesa de fuerza.

Diagrama de acciones a realizar por los estudiantes.



Comentarios

Al considerar la impartición del curso del Laboratorio de Física I, basándose solamente en seguir un cuadernillo de prácticas (CP), diseñado de tal manera que contiene una introducción teórica breve, que se espera aborden los estudiantes antes de realizar la práctica, la instrucción de varios experimentos y su correspondiente desarrollo, no permite que el estudiante adquiera un aprendizaje profundo, pues no genera un reto cognitivo que permita abordar los conceptos, habilidades y actitudes necesarias para formarse en la ciencia. Esta limitante nos lleva a que se perfile el curso en cumplir en contenido de manera metódica.

En cambio, en esta propuesta se abordan actividades en las que se logra complementar experimentalmente los conceptos teóricos, consolidar aprendizajes de procedimientos científicos y promover actitudes científicas.

Vale la pena mencionar que durante el proceso los estudiantes se hacen conscientes de sus deficiencias conceptuales, algebraicas y geométricas, lo que da lugar a adquirir una responsabilidad sobre su aprendizaje.

Referencias

Carretero, M. (1999). *Constructivismo y educación*. Progreso.

Méndez, Z. (1988). *Aprendizaje y cognición*.

Nuevas propuestas para las prácticas de laboratorio

José Antonio Peralta⁷¹

Porfirio Reyes López⁷¹

peralta@esfm.ipn.mx

Resumen

Se presentan en este trabajo algunas de las prácticas que los autores han elaborado y puesto en práctica a lo largo de su ejercicio como profesores. Las ideas en que se basan son sencillas y tienen como objetivo permitir a los alumnos una participación más activa en el ejercicio de las mismas. Por otra parte, se busca que los temas propuestos no sean abstractos, sino que a partir de ellos se pueda discutir sobre las aplicaciones prácticas de sus contenidos. Se busca también que sean interesantes. Finalmente se considera que es importante que los alumnos se inicien en las técnicas más modernas para la captura, registro y procesamiento de datos, ya que esto les facilitará integrarse a sus futuros trabajos

Objetivo

Desarrollar una participación activa de los alumnos en el montaje de los experimentos para desarrollar su creatividad, seleccionando adecuadamente los temas interesantes para despertar su entusiasmo y al mismo tiempo iniciarlos en el manejo de las herramientas y las técnicas modernas de registro, y procesamiento de datos.

Marco teórico

La dinámica usual de una práctica de laboratorio de los primeros semestres de la carrera de Física es la siguiente: 1) El objetivo de la práctica es verificar el cumplimiento de las leyes de la Física vistas en clase, 2) Cuando entra el alumno al laboratorio, el dispositivo experimental ya ha sido montado por el técnico del laboratorio, 3) El maestro proporciona la base teórica suficiente y luego expone el procedimiento experimental para obtener los datos, 4) Los alumnos miden lo que el maestro les ha indicado, 5) Finalmente, para el trabajo en casa, se deja que los alumnos hagan un análisis de los datos y elaboren el reporte correspondiente.

Lo que se observa en este procedimiento es que los alumnos se comportan pasivamente en la medida en que es él técnico quien monta el dispositivo experimental, y por otra parte el alumno se limita a registrar los datos siguiendo las instrucciones del maestro.

Si es verdad que los conocimientos impartidos en la carrera deben preparar al alumno a desarrollar futuras investigaciones, entonces algunos elementos básicos de su aprendizaje son: a) el desarrollo de su creatividad, b) el conocimiento de las

⁷¹ Escuela Superior de Física y Matemáticas del Instituto Politécnico Nacional.

aplicaciones de sus conocimientos teóricos y experimentales, y c) tal como los indica el lema de nuestra institución, el poner la técnica al servicio de nuestra sociedad.

Creemos que ninguno de estos incisos se cumple a cabalidad en la forma como actualmente se practica la educación, por ello proponemos algunas nuevas prácticas que hemos ensayado, a lo largo de nuestra experiencia como profesores en esta escuela, que creemos subsanan estas deficiencias.

Algunas de estas nuevas prácticas ya han sido reportadas en otros trabajos publicados por nosotros, y a continuación ofrecemos una presentación abreviada de sus contenidos, así como comentarios sobre la respuesta de los alumnos.

Desarrollo

a) Efecto del cambio estructural sobre las frecuencias de resonancia de una construcción

En una zona particularmente expuesta a sismos como es el valle de México, es importante tener una idea clara de los efectos resonantes que se pueden dar sobre los edificios de las zonas urbanas. Para esta práctica (Peralta y Reyes, 2011a) se construyó primero una estructura como la de la figura 1A y luego otra ligeramente modificada (1B). Para hacerlas vibrar se les colocó en la parte superior un imán y enfrente una bobina que era activada por pulsos de corriente de frecuencia variable (ver figura 2), con ello la estructura recibía en su parte superior pulsos de fuerza. En esa zona también se colocó un acelerómetro cuyas señales fueron capturadas y analizadas con un programa en LabVIEW. De esta manera se midieron las frecuencias de resonancia.

El generador de pulsos de corriente se muestra en la figura 3. Dado que la segunda estructura tiene incrustadas barras con arreglo en forma de triángulo es más rígida que la primera, por tanto su frecuencia de resonancia es mayor que la primera. En la figura 4 se muestran sus frecuencias respectivas. Con estos resultados se comprueba el efecto de la modificación de una estructura sobre su respuesta resonante.

Esto es particularmente importante para el caso de la zona metropolitana de la ciudad de México, ya que estas modificaciones sencillas en su andamiaje pueden evitar que ocurran en los edificios efectos de resonancia al correr su banda de frecuencias, con lo cual dejan de ser frágiles ante la ocurrencia de un sismo tal como ocurrió en 1985 y en 2018. En efecto, en tales eventos sísmicos se observó que los efectos más destructivos en gran medida ocurrieron en los edificios que presentaban frecuencias naturales de oscilación en la banda de frecuencias propia de los sismos.

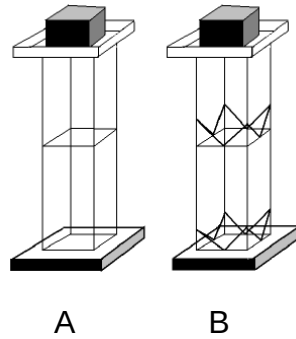


Figura 1. Se muestran las 2 estructuras construidas con varillas de madera. A la segunda se le ha reforzado incrustándole pequeños agregados para formar figuras triangulares. En la parte superior se ha colocado una masa de 200 gramos.

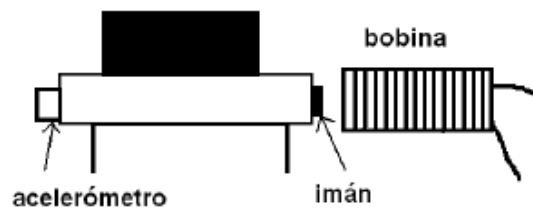


Figura 2. Se muestra el imán agregado, así como el acelerómetro de estado sólido. Enfrente del imán se ha colocado una bobina que genera pulsos de fuerza magnética de frecuencia variable.

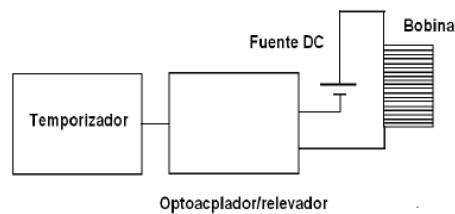


Figura 3. Generador de pulsos de corriente en la bobina

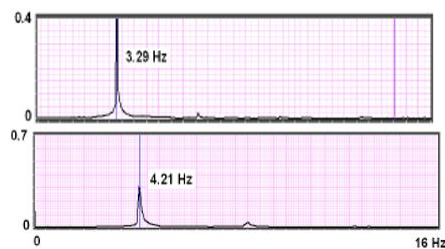


Figura 4. Frecuencias naturales para la estructura original (superior) y la estructura modificada (inferior)

b) Medida de la velocidad de reacción manual ante un estímulo

En el primer curso de laboratorio se enseñan los conceptos básicos del análisis estadístico tales como promedio, desviación estándar, histogramas, etc., todas estas operaciones se realizan con base en las muestras obtenidas de una serie de mediciones repetitivas, por ejemplo, medida de la longitud de una serie de determinados objetos (canicas), o de tiempos de caída libre. Estas medidas en sí, sobre todo luego de repetirse un número muy grande de veces, resultan de poco interés para los alumnos.

En esta práctica presentamos un experimento de medida de tiempos de reacción como respuesta a un estímulo luminoso (Peralta y Reyes, 2011b). Para ello se ha utilizado un generador de pulsos de voltaje como el de la figura 5, que prende un led y un circuito que registra la respuesta de la mano apretando el otro interruptor. Estas señales son capturadas con un programa hecho en LabVIEW.

Para una mayor precisión en las medidas del tiempo entre estímulo y respuesta, los pulsos de voltaje se derivan tal como se muestra en la figura 6, y unos cursores miden el tiempo entre ambas señales. Las señales del estímulo y las de respuesta tienen diferente magnitud para que se minimice la posibilidad de error. Una vez terminada la prueba, el alumno sometido a este examen mide los tiempos entre ambas señales y cada medida la apunta en su cuaderno de trabajo para su análisis estadístico. También la guarda en un archivo oculto para él, pero accesible al maestro. El análisis estadístico se realiza en forma automática, en un programa al que solo tiene acceso el maestro, para que éste tenga forma de comparar estos resultados con los realizados por el alumno.

La práctica resulta útil e interesante a los alumnos, y al mismo tiempo cumple los objetivos planteados en una práctica de análisis estadístico.

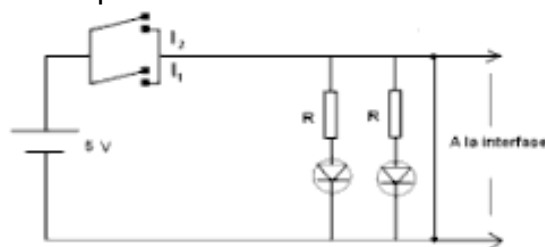


Figura 5. Circuito para generar el estímulo luminoso y la respuesta. Los dos pulsos generados se registran en la computadora.

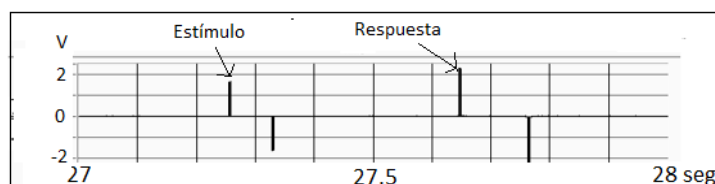


Figura 6. Pulsos de la derivada del estímulo y la respuesta

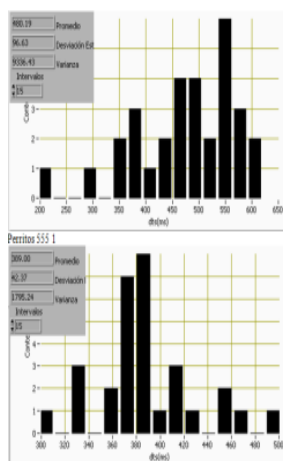


Figura 7. Efecto del café sobre un individuo. El histograma superior se obtuvo antes de tomar café y el inferior luego de haberlo tomado. El promedio del tiempo de reacción sin tomar café fue de 480 ms, y luego de tomar café de 309 ms

Este tipo de medidas motivan a los alumnos a proponer sus propias pruebas, por ejemplo, el efecto del café sobre el tiempo de reacción tal como se muestra en la figura 7.

c) *Medida de la contaminación ambiental de sólidos suspendidos usando el teorema de Bernoulli*

El teorema de Bernoulli es una expresión muy importante, ya que nos permite calcular la densidad de energía que porta un volumen de fluido con determinada presión P , velocidad v , y energía potencial gravitatoria. Si la energía se conserva, entonces se puede aplicar la fórmula 1 para 2 determinados puntos dentro de la trayectoria del fluido

$$P_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 + \rho gh_1 = P_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2 + \rho gh_2 \quad (1)$$

De esta expresión podemos derivar la fórmula 2 para la velocidad de un fluido que entra o sale por uno de los conductos de un tubo de Venturi como el de la figura 8.

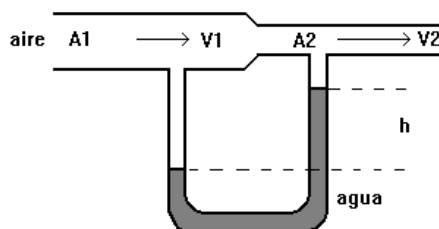


Figura 8. Forma del tubo de Venturi

$$V_1 = \sqrt{\frac{2\rho_L gh}{\rho_A \left[\left(\frac{A_1}{A_2} \right)^2 - 1 \right]}} \quad (2)$$

Si en el tubo se le agrega un filtro, a la entrada, con malla suficientemente fina como para atrapar las partículas sólidas suspendidas en el aire ambiental, con la fórmula del gasto $Q = vA$, se puede calcular el volumen que cruzó por el área de la malla multiplicando a éste por el tiempo $V=Qt$. Si se obtiene el cambio de peso del filtro durante el tiempo que duró el experimento, se puede calcular así la densidad de partículas sólidas por unidad de volumen dividiendo el cambio de peso del filtro entre el volumen calculado.

Esta práctica (Peralta, s.f.) da lugar a que entre los alumnos se susciten diversas preguntas asociadas con la contaminación del aire que respiramos, por ejemplo, que tanto volumen de aire se aspira en cada respiración, cuántas respiraciones se realizan en un minuto, qué ocurre con las partículas del aire aspirado, etc. Finalmente hay que agregar que todas las partes de este experimento se les dan a los alumnos para que ellos mismos realicen su montaje, esto es, que coloquen el tubo en una plataforma, que le agreguen el filtro una vez recortado, que acoplen el tubo a un extractor de aire, etc.

d) Variación de la temperatura de ebullición a diferentes presiones

Gracias a Pasteur, las gentes en general comprendieron la necesidad de hervir el agua para eliminar las bacterias patógenas que puede contener y que en caso de ingerirlas pueden causar graves infecciones. Ahora bien, dada la importancia que desde este punto de vista tiene el punto de ebullición del agua, es importante estudiar la variación de su valor en función de la presión atmosférica. En esta práctica (Peralta y Santiago, 2014) se construyó el dispositivo mostrado en la figura 9.

El procedimiento experimental es el siguiente: a) primero se agrega al matraz A una pequeña cantidad de agua y se le hace hervir de tal manera que el vapor ocupe todo el volumen expulsando el aire. Una vez logrado esto se le cierra y se le sumerge abruptamente en agua fría, lo cual provoca que el vapor se condense y quede un vacío. Logrado el vacío en el matraz A se abre la válvula que los comunica con el matraz B y luego de ello se vuelve a cerrar la válvula. La conexión con el manómetro del lado izquierdo en la figura permite medir el vacío alcanzado en el matraz B.

Enseguida se pone a hervir el agua del contenedor B hasta que alcance su punto de ebullición. Los resultados muestran que a una presión de 566 mm de Hg el agua hierve a 92.5 °C, mientras que a una presión de 467 mm de Hg hierve a 89.0 °C.

Estos resultados dan lugar a que se discutan los siguientes hechos: a) que la presión atmosférica disminuye con la altura sobre el nivel del mar, b) que a mayor altura sobre el nivel del mar el agua hierve a una temperatura menor a los 100°C que puede ser insuficiente para eliminar los microorganismos patógenos del agua, c) que las ollas de presión tienen la propiedad de soportar altas presiones y que, por tanto, el agua, y en general todos los líquidos, hierven a una mayor temperatura y por tanto su uso es más eficaz para eliminar fuentes de enfermedad.

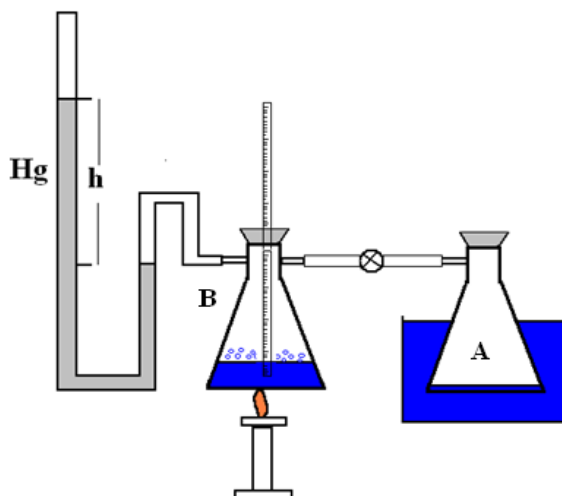


Figura 9. Dispositivo experimental para generar vacío en un recipiente que contiene agua a la cual se le hará hervir.

Aprendizajes esperados

Hemos desarrollado otras prácticas con este mismo enfoque, por ejemplo, medir el campo magnético terrestre mediante la colocación de una brújula en medio de 2 bobinas con corriente (Peralta, s.f.); medir la salinidad relativa de diferentes tipos de agua de calidad potable mediante la constante de tiempo en la descarga de un condensador (Ibíd), calcular el número de partículas de un gas mediante la corriente en un experimento de electrolisis de agua con sal, medir la constante de permeabilidad de un determinado metal mediante la constante de tiempo en un circuito LC (Ídem), sin embargo con los experimentos que hemos descrito creemos que se puede visualizar que se pueden elaborar propuestas para las clases de laboratorio que además de permitir a los alumnos una participación más activa en el diseño y la realización de los experimentos, desarrollando su creatividad, sean al mismo tiempo interesantes, porque sus temas se centran en materias de interés, ya sea porque se enfocan en temas de la vida cotidiana, o en temas de la tecnología o la naturaleza.

Referencias

- 1a. J. A. Peralta y P. Reyes López, “Efecto del cambio estructural sobre las frecuencias de resonancia”, Reunión Nacional Académica de Física y Matemáticas 2011.
- 1b. J. A. Peralta y P. Reyes López, “Estudio estadístico de tiempos de reacción entre estímulo y respuesta”, Reunión Nacional Académica de Física y Matemáticas 2011.
2. J. A. Peralta, práctica que uno de los autores ha efectuado en el laboratorio de Física II.
3. J. A. Peralta y Santiago Macías Navarro, “La presión y la temperatura de ebullición del agua, Reunión Nacional Académica de Física y Matemáticas 2014.
4. J. A. Peralta, práctica que uno de los autores ha efectuado en el laboratorio de Física II.

Investigación educativa

Los resultados obtenidos a partir de un proceso sistemático de toma de datos, seguido de una reflexión interpretativa, pueden enriquecer la docencia. Son una fuente rica que puede favorecer el desarrollo de ideas innovadoras fundamentadas.

Si los profesores nos damos a la tarea de formar grupos que indaguen problemas de interés común, y compartimos los resultados obtenidos, el avance puede ser significativo, como sucede en otras disciplinas científicas, como las ciencias experimentales.

Motivación y riesgo de deserción en los estudiantes de la licenciatura en física y matemáticas de la ESFM – IPN

Jonathan Sandoval Nando⁷²

Luz María Guadalupe González Álvarez⁷²

María Elizabeth de la Cruz Santiago⁷²

Jonsan_nandho@hotmail.com

Resumen

El objetivo de esta investigación es identificar los motivos que declaran tener los estudiantes en el momento de la elección de la Licenciatura en Física y Matemáticas, así como los factores de riesgo de deserción que perciben, para analizar, en una futura etapa de la misma, la posible relación de causalidad entre esas dos variables. Los datos se tomaron mediante un cuestionario cerrado-abierto, el cual se aplicó a una muestra de estudiantes que cursan el primer semestre de la licenciatura mencionada.

Palabras clave

Motivación, Deserción, Física, Matemáticas.

Introducción

Nuestra intención al elegir el tema a investigar es elaborar un plan para apoyar a la población estudiantil en la Licenciatura en Física y Matemáticas, que logre reducir el riesgo de fracaso escolar. La inquietud nace al observar que las cifras de deserción académica en la Licenciatura en Física y Matemáticas es elevada.

Para fundamentar nuestro trabajo se identificaron, a partir de la literatura especializada sobre riesgos de deserción y motivación, los factores de mayor impacto. En el caso de deserción se consideran: factores personales, sociales, económicos, familiares, académicos, institucionales, de orientación vocacional, y el rendimiento bajo. Para la motivación se consideraron; en el caso de la extrínseca, los factores: rendimiento, social, afiliativo, poder, y superación de problemas personales. En cuanto a la intrínseca; intereses de aprendizaje y logro humanístico. Además se tomó como fuente de motivación el interés por aportar a la sociedad lo que implican los bienes internos de la profesión correspondiente, para el ejercicio de la profesión.

⁷²Escuela Superior de Física y Matemáticas del Instituto Politécnico Nacional

Nuestro instrumento de investigación fue un cuestionario que constó de 47 Preguntas cerradas, las cuales se analizaron con estadística descriptiva; y una pregunta abierta, cuya respuesta se interpretó mediante redes sistémicas.

Los resultados mostraron los diversos motivos de los estudiantes en el momento de elegir la carrera a estudiar, y los riesgos de deserción. La investigación está aún en proceso.

Marco Teórico

La fundamentación de nuestro proyecto inicia con la presentación de las principales ideas acerca de las dos variables mencionadas, y continúa con los factores que, de acuerdo con las investigaciones, tienen un impacto mayor en la permanencia de los estudiantes en la carrera elegida, durante su primer año de licenciatura.

Motivación

Refiriéndonos a la definición más elemental de la motivación, *como la “cosa”* que ánima a una persona a actuar o realizar algo, particularizamos para la motivación académica en dos tipos de motivaciones presentes en el sector estudiantil.

Motivación extrínseca

Según Nicholls (1984, citado por González, Tourón y Gaviria, 1994), el interés fundamental del estudiante es la obtención de recompensas, que pueden ser: comentarios positivos, bienes materiales, buenas notas, reconocimiento o la aprobación de sus padres. Algunos profesores tienden a otorgarles recompensas externas (puntos extras, reconocimientos, etc.) a los estudiantes al realizar las actividades de aprendizaje que les corresponden, pensando que esto puede funcionar como estímulo, sin embargo, esto promueve que el estudiante centre su atención en las calificaciones, en el yo más que en el aprendizaje, y tome sus decisiones importantes, como la elección de una carrera, con la finalidad de poder obtener recompensas externas como: salario elevado, reconocimientos, prestigio, etc.

Para identificar las metas de los estudiantes, consideramos los cinco factores más importantes y resaltados en investigaciones sobre motivación extrínseca, los cuales, según Núñez (1994), son llamados metas de rendimiento: El primero es el “Rendimiento”, equivalente a las metas centradas en el yo, en el cual los estudiantes buscan evaluaciones positivas de su competencia y evitan los juicios negativos sobre su actuación. El segundo factor es el “Social” (integración en el grupo), el que consiste en la búsqueda de amigos, sensación de pertenencia, responsabilidad social, justicia, equidad, etc. El tercer factor es el “Afiliativo”, presente cuando el estudiante quiere ayudar a los demás, haciendo crecer su círculo social para crear vínculos emocionales, con la finalidad de que sus compañeros se sientan pertenecientes a ciertos grupos de su entorno escolar, siendo una persona solidaria, etc. El cuarto factor es el “Poder”, el estudiante desea tener influencia sobre las personas, acceder a una posición dominante, ser un líder, etc. El quinto factor es el de “Superación de problemas personales”, referido a la resiliencia de cada estudiante para poder arreglar y superar sus problemas.

Motivación intrínseca

De acuerdo con Dweck, Nicholls, y Ames (1996), El estudiante se motiva por: la curiosidad, el conocimiento o el reto de aprender, se resaltan los intereses, deseos y expectativas de los individuos en cuanto a su desarrollo personal. En este caso el estudiante elegiría una carrera por el interés de aprender nuevos conocimientos, en la cual se guiará por las recompensas internas de su carrera.

Los dos factores más resaltados en investigaciones sobre motivación intrínseca, según Ford (1992), son: El primero, el “Aprendizaje”, equivalente a las metas que se centran en las tareas o metas de dominio, es decir, las que se proponen los estudiantes cuando desean conocer un tema, dominar ciertas tareas, ser creativo, etc.

El segundo factor es el “Logro Humanístico”, en el cual el estudiante puede apreciar su esfuerzo en la carrera y el personal, emprender un camino y terminarlo, superar las adversidades, resaltar la autodeterminación, la autoeficacia, la confianza, la libertad, reflejando su propia capacidad, es decir, autoconocerse.

Deserción

Según Tinto (1975), la Deserción es “el abandono voluntario o forzoso prematuro de un programa de estudios antes de alcanzar el título o grado, por la influencia positiva o negativa de circunstancias externas o internas del estudiante y considera un tiempo suficientemente largo como para descartar la posibilidad de que el estudiante se reincorpore”.

Consideramos los ocho factores resaltados en investigaciones sobre deserción académica: El primer factor es el “Personal”, de carácter intrínseco; puede ser por: embarazo, adicciones, problemas psicológicos, de salud y una falta resiliencia.

El segundo factor es el “Social” (Tinto, 1975), relacionado con el entorno, con lo social que influye en la elección de carrera y durante su estancia en la escuela, en donde puede tener de referencia a otros profesionistas. Algunos estudiantes deciden ingresar a instituciones educativas en las cuales piensan que encontrarán estudiantes similares a ellos, ya en caso contrario se sentirían excluidos.

El tercer factor es el “Económico”, según Bank, Biddle y Slavings (1990) se refiere a la falta de apoyo financiero que obliga al estudiante a trabajar y en su caso, dedicarse en mayor tiempo a la obtención de ingresos, esto se basa en que la deserción es menos frecuente en jóvenes de familias acomodadas, que en los casos de estudiantes que provienen de estratos sociales menos pudientes.

El cuarto factor es el “Familiar”, según Bank, Biddle y Slavings (1990). Se refiere a la influencia de los padres, principalmente en lo relacionado con la ocupación, el nivel educacional de los padres, la valoración y expectativas. Si los pares y padres tienen

actitudes positivas hacia la educación, existen menos probabilidades de que los estudiantes desertan del sistema. Existen responsabilidades importantes en los estudiantes en situaciones monoparentales, en las cuales deben de ocupar un papel principal en la familia.

El quinto factor es el “Académico” (Himmel, Tinto, 2002, 1975), respecto a la calidad de la docencia, el número de estudiantes por profesor, la implementación de la clase en la cual los estudiantes se mantienen pasivos, sin interactuar de manera didáctica, y algunas actitudes de los profesores que fomentan la apatía.

El sexto factor es el “Institucional”, referente a la escasa adaptación de universidades ante las nuevas generaciones de estudiantes, así mismo, la falta de actividades complementarias como: sistemas sociales, deportivos, culturales, con más amplios valores y estructuras que trascienden en la vida académica; esto implica que no se sientan parte de la misma, puesto que los estudiantes no comparten los sistemas de creencias o valores de las instituciones, lo que puede generar un bajo rendimiento académico (a medida que los estudiantes son capaces de afirmar sus identidades culturales en las instituciones educativas, sus posibilidades de graduarse también aumentan). Los trámites burocráticos por la titulación, también pueden afectar.

El séptimo factor es de “Orientación vocacional”, según Reay, Davies y Ball (2001), los cuales hacen referencia a que la falta de claridad vocacional es la causa principal de la deserción, puesto que si los estudiantes no están bien informados respecto de su opción de nivel superior, una vez que han ingresado, pueden darse cuenta de que la carrera no cumple con sus expectativas. Hay personas que solo están de paso para experimentar y ver si es una carrera de su agrado, esto sucede comúnmente los primeros dos años de la educación superior.

El octavo factor es el de “Bajo rendimiento académico”, según Reed (1968), el cual se asocia a las bajas calificaciones, que pueden ocasionar una falta de motivación académica.

Bienes internos de la profesión

De acuerdo con lo estudiado por Navarro (2006), los bienes internos de la profesión son una sub-rama de la motivación, particularmente orientada a la motivación profesional propia de cada especialidad. Son aquellos sentidos, fines o metas tradicionales heredadas, específicas en el seno de cada profesión, que tienen al ejercer su labor de manera excelente, lo que legítimamente demanda la comunidad a los profesionales mediante el aporte de una reflexión filosófica.

Son diferentes a los bienes externos, los cuales son principalmente, el reconocimiento, el poder y el dinero. Los cuales se llaman externos por dos razones principales:

1. Porque se consiguen con la realización de cualquier tipo de actividad, es decir, no son específicos de una profesión.
2. Porque su logro no es el núcleo de la entraña de las profesiones, sino es un medio únicamente, siempre necesario en cierta medida, para así poder aportar a la sociedad, según los bienes internos respectivos de la respectiva profesión.

Los factores más importantes de los bienes internos de la profesión en Física y Matemáticas, obtenidas de la misión y la visión de la Escuela Superior de Física y Matemáticas del Instituto Politécnico Nacional, son:

El “Desarrollo Científico y Tecnológico”, referido a que el estudiante desea y quiere contribuir con los avances multidisciplinarios científicos y tecnológicos afines con la física y las matemáticas.

El segundo factor es la “Divulgación”, que consiste en comunicar contenidos de ciencia mediante exposiciones, congresos, publicaciones, programas de un modo didáctico, al alcance de la población que no domina el tema.

El tercer factor es el de “Investigación”. Se basa en el interés por coadyuvar en las investigaciones actuales y futuras en física y matemáticas, para ampliar el estado del conocimiento en el tema en el cual interesa especializarse.

Metodología

Nuestro instrumento para tomar datos incluyó, además de 47 preguntas cerradas, una abierta, la cual citamos a continuación: “Escribe otro factor que puede motivar o, al contrario, causar la deserción de los estudiantes”. De los 133 estudiantes informantes del primer semestre de la Licenciatura en Física y Matemáticas, 84 respondieron a dicha pregunta abierta, lo que significa que un 63.2% de nuestra población respondió y el 36.8% de nuestra población se abstuvo.

Para analizar las respuestas a la pregunta abierta, se usaron redes sistémicas (Bliss, Monk y Ogborn, 1983, citados por Sanmartí, 1993). Las respuestas se dividieron en fragmentos que contuvieran ideas completas, ya que en una misma se pueden observar diversos factores, tanto de motivación, como de deserción, de acuerdo con la teoría que orienta la construcción del cuestionario. Se agruparon y categorizaron. Se analizaron por separado los factores de cada variable: la motivación, y las posibles causas de la deserción en los estudiantes del primer semestre de la Licenciatura en Física y Matemáticas.

En seguida se lista en detalle la serie de acciones que se realizaron durante el análisis de las respuestas abiertas:

1. Mediante la partición de texto se obtuvieron las causas o factores se tenían por cada respuesta, tanto para la motivación, como para los riesgos de deserción.

2. Se examinó cada una de las causas o factores, mediante un análisis de su contexto lingüístico semántico, agrupándolas principalmente de manera general por motivación o deserción.
3. Para el caso una de las respuestas, se realizó una nueva lectura, para resaltar con negritas las palabras clave, que nos ayudaron a definir cada categoría y subcategoría subsiguientes.
4. Para las causas con el mismo contexto semántico, y así evitar repeticiones, colocamos una única causa que representaba a las demás causas con el mismo contexto, colocando a un costado las veces que se repetía la causa.
5. Se realizó el conteo de las respuestas por categoría y subcategoría y se estructuraron las redes sistémicas.

Resultados

A continuación se muestran las dos redes sistémicas obtenidas, la primera correspondiente a “Deserción”, y la segunda correspondiente a “Motivación”.

Deserción

Comenzamos analizando la red más amplia, la cual corresponde a la “Deserción”, que tiene un acumulado de 101 causas contabilizadas. Dado que la red resultante era muy extensa, se optó por mostrarla en secciones.

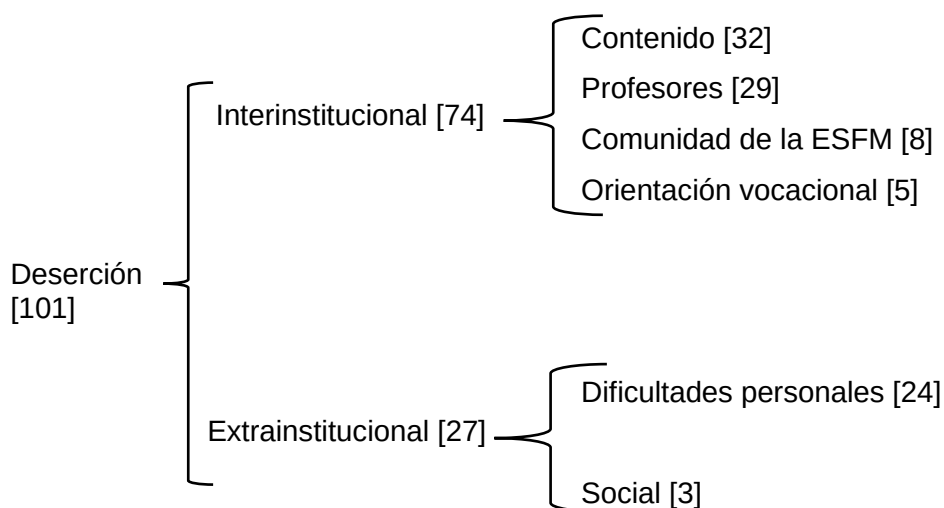


Figura 1: Red Sistémica General sobre Deserción.

Como se observa en la Red Sistémica de la figura 1, la cual muestra los aspectos que se obtuvieron en las respuestas, referidos al riesgo de deserción por parte de los estudiantes. Se usa el término “riesgo”, puesto que los estudiantes, al momento de ser encuestados, seguían asistiendo a clases, es decir, no habían desertado, pero al responder a lo que los desmotiva, enunciaron factores que pueden causar la deserción escolar.

Al primer aspecto lo llamamos “Interinstitucional”, porque se define por las posibles causas de deserción correspondientes a factores donde las autoridades y administrativos académicos del instituto educativo pueden intervenir, es decir, son aquellas

causas que dependen de las características internas de la institución educativa, las cuales influyen en el riesgo de deserción escolar. El conteo total para este aspecto fue de 74 motivos, y consta de 4 categorías: “Contenido”, “Profesores”, “Comunidad de la ESFM” y “Orientación Vocacional”, las cuales están ordenadas desde la que permite un mayor control por parte del instituto educativo, hasta la que resulta más alejada del mismo.

El segundo aspecto, llamado “Extrainstitucional”, se define como aquellas causas y factores externos a la institución educativa, por lo cual la institución educativa difícilmente puede intervenir con respecto a la de deserción estudiantil. Su conteo total fue de 27 motivos, y consta de 2 categorías: “Dificultades personales” y “Social”, las cuales están ordenadas desde factores de riesgos de deserción escolar más internos del estudiante (Personales) hasta los más externos (Sociales). A continuación se presentan las redes parciales para cada categoría de los dos aspectos mencionados.

Aspecto Interinstitucional de la deserción

La primera categoría de análisis de este aspecto, “Contenido”, se refiere a las características de la curricula de la licenciatura relacionadas con los planes y programas de estudio.

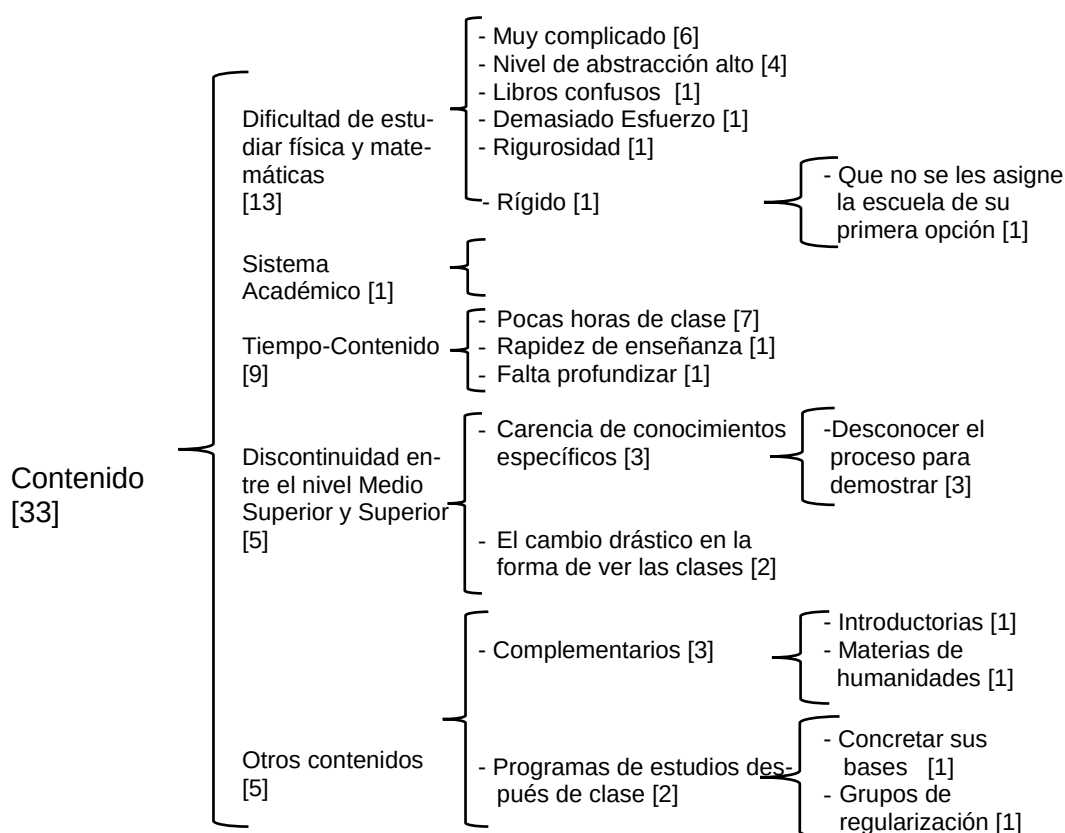


Figura 2: Red Sistémica – Deserción – Interinstitucional – Contenido.

En esta categoría, “Contenido”, hacemos referencia a las complicaciones en los contenidos escolares de Educación Superior en Física y Matemáticas referidas por los estudiantes. Tenemos 5 subcategorías:

La primera subcategoría, que denominamos “Dificultad de estudiar física y matemáticas”, que corresponde a que los estudiantes que el aprendizaje que perciben en una escuela de Física y Matemáticas a nivel superior es “Muy complicado”, la carencia de habilidades cognitivas, la cuales dificultan el aprendizaje de nuevos conocimientos, puesto que los estudiantes necesitan un “Nivel de abstracción alto”, por lo que les opinan que los “Libros confusos” son un obstáculo porque cuentan con un nivel de tecnicismos científicos bastante alto para su uso en el primer semestre, lo que dificulta su comprensión. Por ende, los estudiantes deben dedicar “Demasiado esfuerzo” para lograr con satisfacción la comprensión de los temas tratados con “Rigurosidad”.

En la segunda subcategoría, la cual denominamos “sistema académico”, corresponde al “rígido” sistema respecto aquellos estudiantes que fueron asignados a dicha escuela en el proceso de admisión superior, a pesar de que “no era su elección principal”.

En la tercera subcategoría, la cual denominamos “Tiempo – Contenido”, corresponde a las “Pocas horas de clase”, respecto a los amplios temarios que se tienen por expectativas cumplir, por ende, es demasiada la “Rapidez de enseñanza”, lo que ocasiona que a menudo “Falta profundizar” en los temas, y se presenten solo de manera superficial.

En la cuarta subcategoría, llamada “Discontinuidad entre el nivel Medio Superior y Superior”, corresponde a ciertas complicaciones de adaptación existentes para los estudiantes entre la transición de los contenidos de las asignaturas del nivel Medio Superior al nivel Superior en Física y Matemáticas, debido a ciertas “Carencias de conocimientos específicos”, en particular a que suelen “Desconocer el proceso para demostrar” la ruptura pedagógica, modelos educativos intensivos y los deficientes hábitos de estudio. Se complementa así lo mencionado por Tinto (1987), acerca del “Cambio drástico en la forma de ver las clases”, puesto que las matemáticas informales que se ven en la preparatoria complican la adaptación a los nuevos requerimientos intelectuales en la nueva forma de ver a las matemáticas en su representación más formal. Y se reitera lo reportado por Figuera et al (2003), acerca de la importancia de la transición, la cual es un proceso complejo de adaptación para el estudiante al ver un nuevo ambiente de organización regulada por normas que deben conocerse para funcionar adecuadamente. Se tiene evidencia empírica sobre la significativa influencia crítica del primer año en la educación superior para el éxito o deserción estudiantil (Upcraft et al, 2005), ya que es cuando ocurre la mayor incidencia de deserción o abandono escolar, que oscila entre 20 y 30 por ciento (Chaín y Ramírez, 1997; De Garay, 2001; De Garay y Serrano, 2007) y puede llegar hasta 60 por ciento (González, 2001).

En la quinta subcategoría, denominada “Otros contenidos”, corresponde a la falta de contenidos “Complementarios”, algunos “Introdutorios” sobre lógica matemática para el desarrollo del pensamiento abstracto y la carencia de “Materias de humanidades” relacionadas el desarrollo humano, social y profesional del estudiante; así como “Programas de estudios después de clase” de regularización extracurriculares para aquellos jóvenes que requieran “Concretar sus bases”, así como Grupos de regularización, para ayudarse a reforzar y a concretar sus conocimientos.

La segunda categoría de análisis de este aspecto, “Profesores”, se refiere a las características de la impartición de clase que se presenta con más frecuencia en la licenciatura.

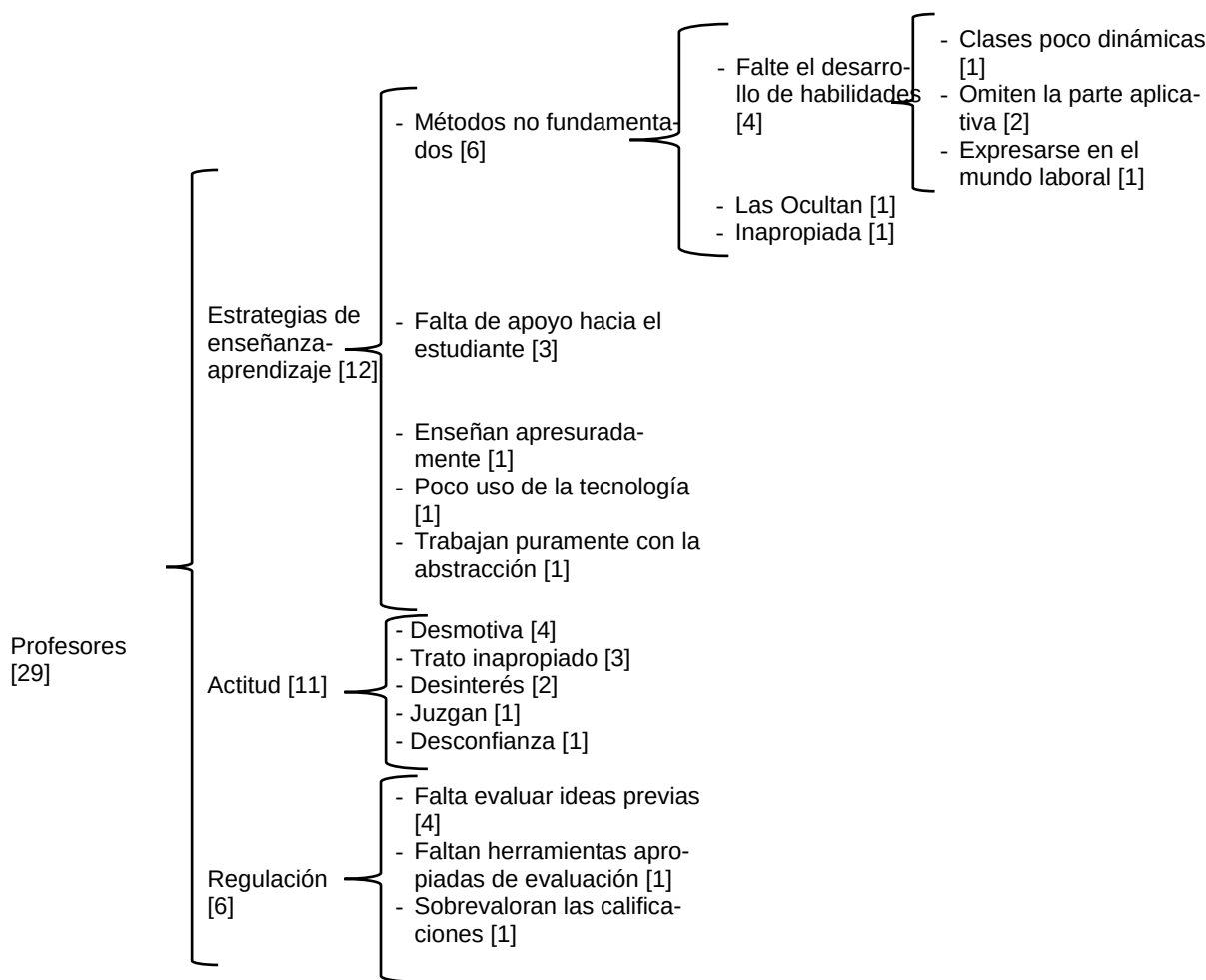


Figura 3: Red Sistémica – Deserción – Interinstitucional – Profesores

En esta categoría, “Profesores”, hacemos referencia a los factores en los cuales ellos pueden ser un elemento de suma importancia para el riesgo de deserción académica. Tenemos 3 subcategorías:

La primera subcategoría, que denominamos “Estrategias de enseñanza – aprendizaje”, corresponde a la carencia en el uso de “Métodos fundamentados” en la didáctica de las ciencias, debido a que si los docentes, bien pueden estar capacitados en esa disciplina, “Las ocultan” o las muestran de manera “Inapropiada”. Esto puede ser ocasión de que “Falte el desarrollo de habilidades” en los estudiantes, al utilizar “Clases poco dinámicas” ya que “Omiten la parte aplicativa”, sin que aprendan cómo “Expresarse en el mundo laboral”.

Otra percepción identificada, es la “Falta apoyo hacia el estudiante”, ya que el docente “Enseña apresuradamente”. En algunas ocasiones se hace “Poco uso de la tecnología” como herramienta de aprendizaje, y “Trabajan puramente con la abstracción”.

En la segunda subcategoría, la cual denominamos “Actitud”, corresponde a la forma de relacionarse del profesor, hacia los estudiantes, que en ocasiones llega a limitarlos para participar en clase o consultarle en su cubículo, lo que los “Desmotiva”, en ocasiones mediante “Trato inapropiado” y “Desinterés” por la materia. Suele ser motivo de conflicto el hecho de que los profesores “Juzgan” a los estudiantes, y generan un ambiente de “Desconfianza”.

En la tercera subcategoría, llamada “Regulación”, corresponde a la carencia de instrumentos apropiados para la evaluación y regulación del aprendizaje durante el curso, la cual es comúnmente omitida, por lo que “Falta evaluar las ideas previas” para conocer las concepciones alternativas de los estudiantes antes de los cursos. Es común que la evaluación se realice solamente por medio de exámenes, “Faltan herramientas apropiadas de evaluación”, implementar un plan para la regulación del aprendizaje que evite se “Sobrevaloran las calificaciones”, y aporta elementos de apoyo específico por parte del docente hacia el estudiante, dependiendo de sus conocimientos alcanzados hasta ese instante y sus necesidades cognitivas; también permite atender las necesidades formativas relacionadas con el desarrollo de habilidades y actitudes propias de la ciencia.

La tercera categoría de análisis de este aspecto, “Comunidad de las ESFM”, se refiere a la relación entre compañeros, dentro y fuera del aula.

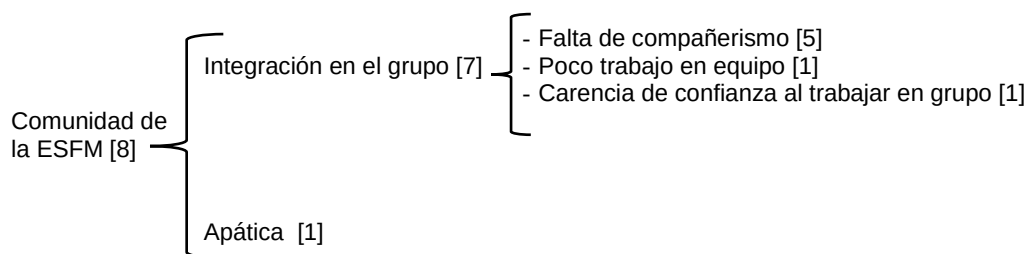


Figura 4: Red Sistémica – Deserción – Interinstitucional – Comunidad de ESFM

En esta categoría, “Comunidad de ESFM”, hacemos referencia a las complicaciones que tienen los estudiantes al sentirse excluidos por sus compañeros y profesores de la comunidad de la ESFM, lo que conlleva al individualismo. Tenemos 2 subcategorías:

La primera subcategoría, que denominamos “Integración en el grupo” corresponde a la carencia de sentido de pertenencia al grupo, por una “Falta de compañerismo”, tanto en clase, como en otros contextos, lo que ocasiona “Poco trabajo en equipo” y “Carencia de confianza al trabajar en grupo” con los compañeros, ante esto, lo que conlleva a la siguiente subcategoría.

La segunda subcategoría, que denominamos “Apática”, corresponde a que algunos estudiantes presenten una actitud para el estudio “Apática”.

La cuarta categoría de análisis de este aspecto, “Orientación vocacional”, se refiere a las complicaciones con las que se encuentra el alumno por los escasos de información respecto de su carrera.

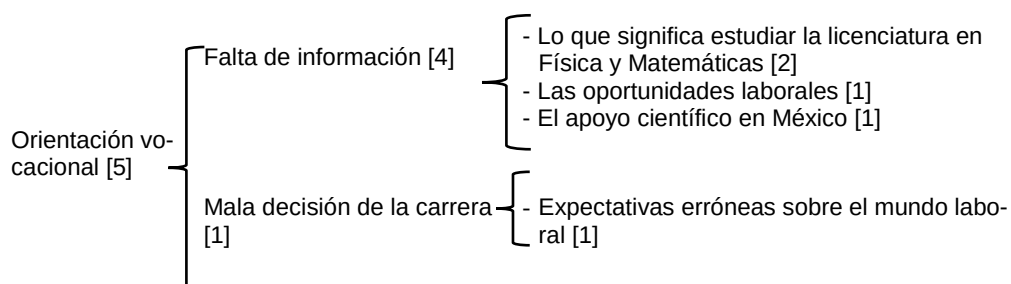


Figura 5: Red Sistémica – Deserción – Interinstitucional – Orientación vocacional

En esta categoría, “Orientación vocacional”, hacemos referencia a la “Falta de información” del estudiante antes y durante su estancia en el nivel superior, lo que conlleva a tener altas expectativas. Tenemos 2 subcategorías:

La primera subcategoría, que denominamos “Falta de información”, corresponde a las expectativas de los estudiantes al momento de ingresar a la carrera, e incluso durante los primeros semestre, ya que muestran desconocer “Lo que significa estudiar la Licenciatura en Física y Matemáticas”, así como “Las oportunidades laborales y “El apoyo científico en México” para la rama Físico Matemática.

La segunda subcategoría, “Mala decisión de la carrera”, corresponde a la falta de información también se tiene en relación con las fuentes de trabajo a las que pueden acceder, lo que ocasiona “Expectativas erróneas sobre el mundo laboral”, que los lleva a pensar que no hay posibilidades atractivas para los egresados.

Aspecto Extraintitucional de la deserción

La primera categoría de análisis de este aspecto, “Dificultades personales”, se refiere a los problemas mencionados por los estudiantes referentes hacia su persona que pueden causar la deserción. En ella hacemos referencia a las complicaciones en los contenidos escolares de Educación Superior en Física y Matemáticas. Tenemos 5 subcategorías:

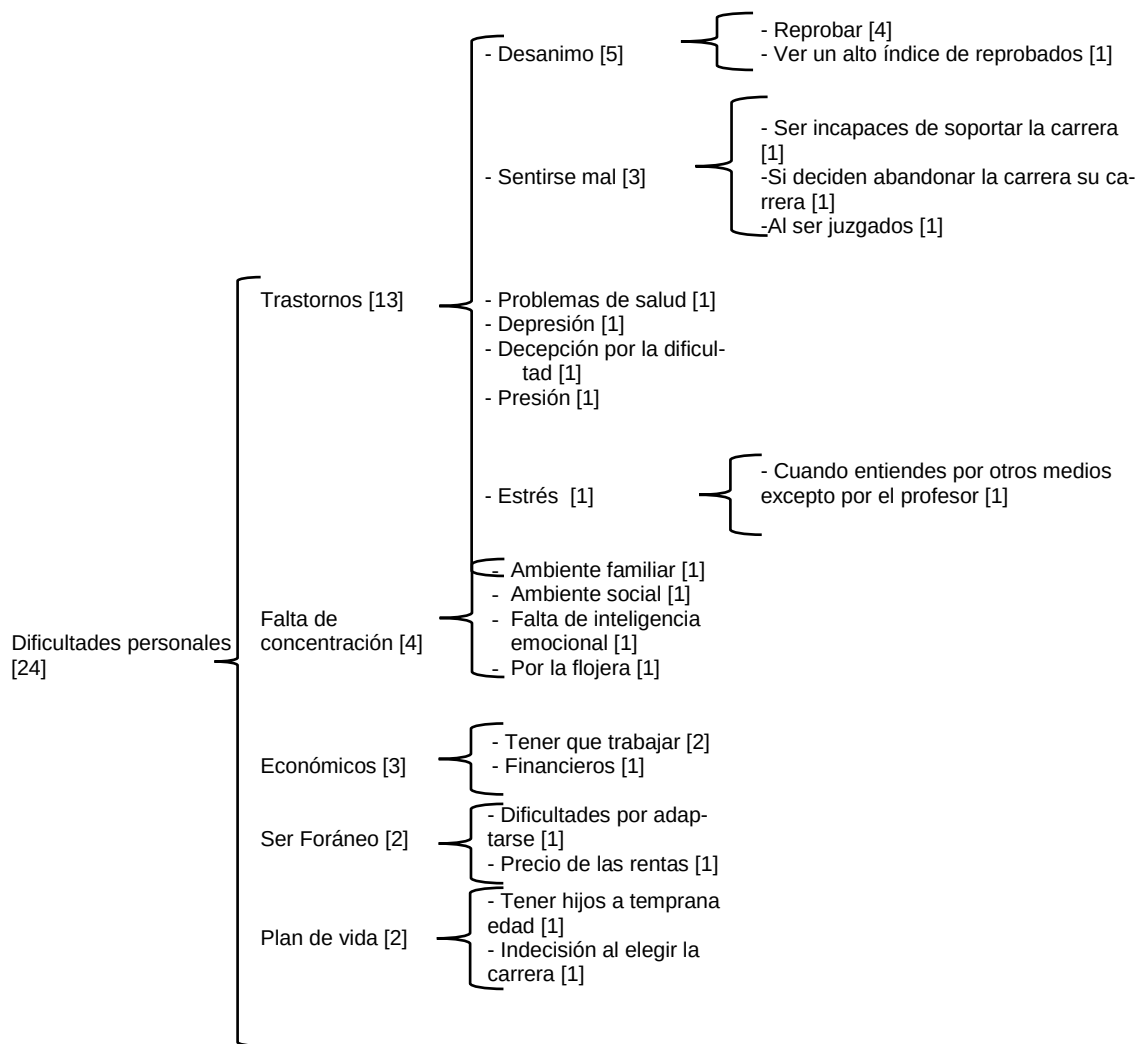


Figura 6: Red Sistémica – Deserción – Extraintitucional – Dificultades personales

La primera subcategoría, que denominamos “Trastornos”, refiriéndonos desde su definición elemental, “como la acción y efecto de trastornar (invertir el orden regular de algo o perturbar el sentido o la conducta de alguien)” correspondiente a los trastornos ocasionados en los estudiantes al estudiar una licenciatura en Física y Matemáticas, tales como: El “desánimo por reprobar”, y no solo por sí mismos, sino

también por “ver un alto índice de deserción”, el tener un bajo rendimiento académico, “sentirse incapaces por no poder soportar la complejidad de la carrera”, al “ser juzgados” por su desempeño escolar y “sentirse mal si deciden abandonar la carrera”, conllevándolos a la “Depresión” y “decepción por la dificultad” por la “presión” de la escuela y por el “estrés” ocasionado por la falta y problemas de comunicación del Profesor – Estudiante, al “entender por otros medios excepto por el profesor”, porque no se entiende lo que el profesor quiere transmitir.

La segunda subcategoría, que denominamos “Falta de concentración”, corresponde a los factores que ocasionan e implican la falta de concentración al estudiar, como: El inadecuado y poco idóneo “ambiente familiar”, el “ambiente social”, la “falta de inteligencia emocional” para controlar los sentimientos y las emociones para así poderlos manejar y gestionar, y “La flojera” como la debilidad en el ímpetu por estudiar, ocasionando en el estudiante el procrastinar.

En la tercera subcategoría, que denominamos “Económicos” que corresponde a las necesidades y problemas económicos del estudiante, como: El tener la “necesidad de trabajar”, debido a los problemas “financieros” y administrativos de su dinero.

En la cuarta subcategoría, que denominamos “Ser foráneo” que corresponde a los problemas con los que se han encontrado los estudiantes provenientes de otro estado de la república Mexicana, así como la “dificultad por adaptarse” a nueva ciudad, ambiente social, vivir solos y los “precios de las rentas”.

En la quinta subcategoría, que denominamos “Plan de vida” que corresponde a la falta de planeación de un proyecto de vida, lo que implica “tener hijos a temprana edad” y “la indecisión al elegir una carrera” por tener una proyección clara de su vida profesional.

La segunda categoría de análisis de este aspecto, “Social”, se refiere a los problemas familiares del estudiante que pueden ocasionar la deserción y como las críticas y opiniones de la sociedad afecta en el desempeño y mentalidad sobre lo que es la educación superior en física y matemáticas.

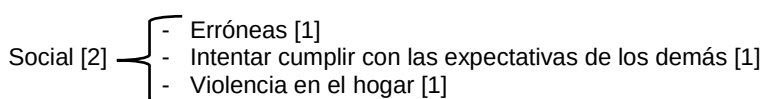


Figura 7: Red Sistémica – Deserción – Extrainstitucional – Opiniones

En esta categoría hacemos referencia a las opiniones “erróneas” que tienes la sociedad sobre lo que implica estudiar física y matemáticas, mencionando que es una rama para inteligentes, no es para cualquiera y complicada. Las opiniones de sus familiares y amigos hacen al estudiante “intentar cumplir con las expectativas de los demás”, dejando a un lado sus propios metas y objetivos. La “violencia en el hogar” complica el aprendizaje y no proporciona los estímulos necesarios para ello.

Motivación

Como se observa en la Figura 8, la cual corresponde a la Red Sistémica *Motivación*, se han establecido los factores que motivan al estudiante en su desempeño escolar, la cual se dividió en dos aspectos:

El primer aspecto, motivación “Intrínseca”, al estudiante lo motiva el conocimiento, el estudiar, la curiosidad, el descubrimiento, los retos por aprender, aportar nuevos conocimientos a la ciencia y sus logros humanísticos. En este caso el estudiante tiene mayor interés por aprender nuevos conocimientos, en la cual se guiará por las recompensas internas de su carrera, su conteo total para este aspecto fue de 14 motivos, y consta de 4 categorías: “Bienes internos”, “Logro humanístico”, “Aprendizaje” y “Personal”, las cuales están ordenadas desde las entrañas más internas de la profesión (la licenciatura en Física y matemáticas) hasta las partes internas personales.

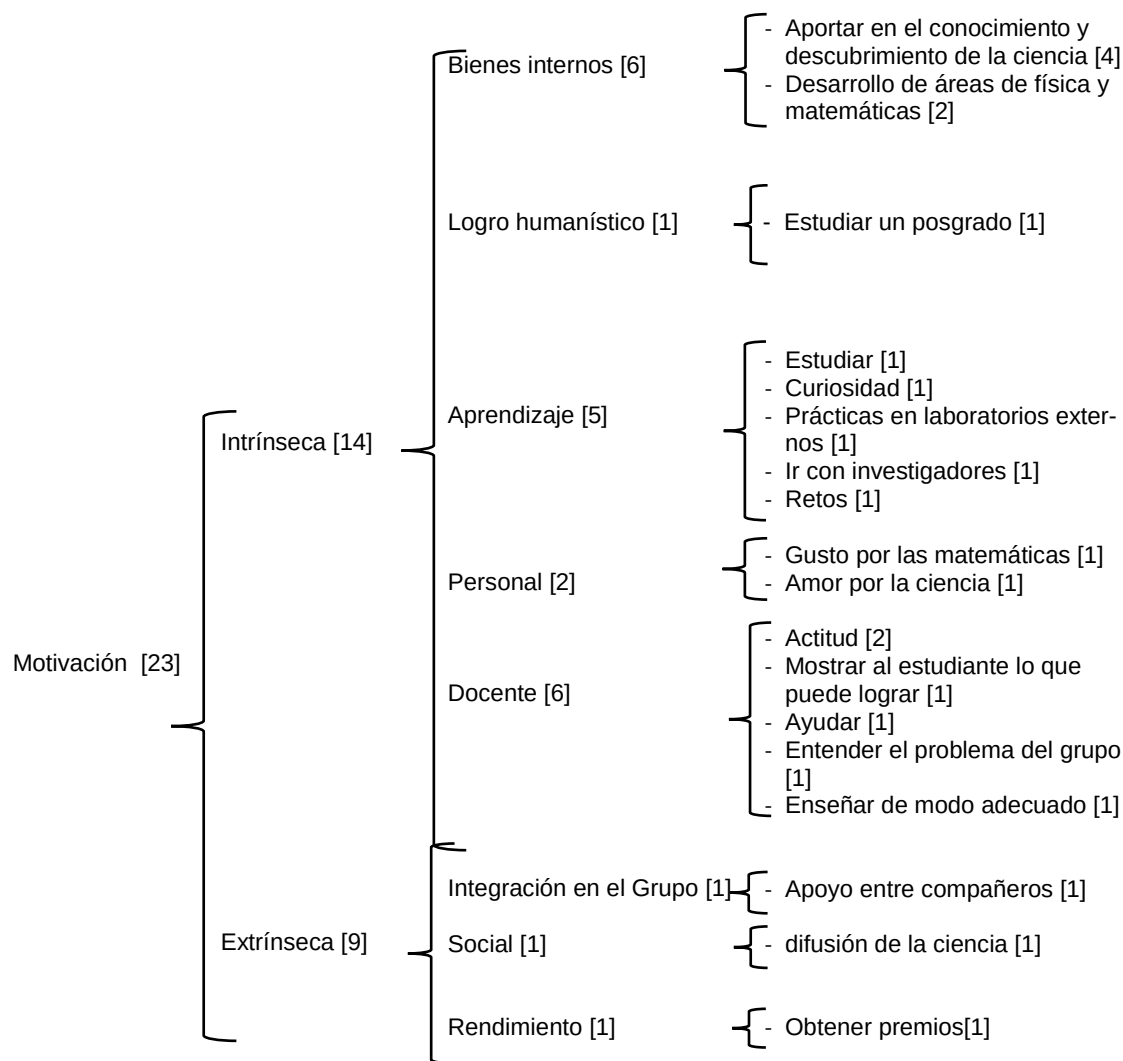


Figura 9: Red Sistémica - Motivación

El segundo aspecto “Extrínseca” se refiere a la motivación extrínseca, en la cual el interés fundamental del estudiante es la obtención de premios, el reconocimiento, motivándose externamente por el apoyo entre los compañeros y profesores, su conteo total para este aspecto fue de 9 motivos, y consta de 4 categorías: “Docente”, “Integración en el grupo”, “Social” y “Rendimiento”, las cuales están ordenadas desde motivaciones que adquieren adentro de la institución (motivación por parte de los profesores y sus compañeros) hasta motivaciones cada vez más externas a la institución, las cuales pueden ir adquiriendo en la casa y en la sociedad por programas de televisión y conferencias con fines de divulgación científica. Es importante mencionar que esta Red es mucho menos extensa, teniendo una única subcategoría en “Logro humanístico” por lo cual se enuncian solamente las categorías para esta red.

Aspecto Intrínseco de la motivación

La primera categoría de análisis de este aspecto, “Bienes internos”, se refiere a la motivación que el estudiante se ha apropiado de su propia profesión, es decir, coloca como motivación los fines y metas, que la sociedad espera y exige de un profesionista que cursó la licenciatura en física y matemáticas, las cuales le dan sentido y legitimidad a su profesión. En ella hacemos referencia a las fuentes de motivación relacionadas con el ejercicio como profesionistas en física y matemáticas, buscando “apoyar en el conocimiento y descubrimiento de la ciencia” para la sociedad y futuras generaciones, aportando nuevas herramientas para el “desarrollo de áreas de física y matemáticas”.

La segunda categoría de análisis de este aspecto, “Logro humanístico”, se refiere a las metas relacionadas poder emprender un camino en la vida y llegar hasta el final, motivándose por los retos y su autodeterminación, así como “estudiar un posgrado”.

La tercera categoría de análisis de este aspecto, “Aprendizaje”, se refiere a la motivación por conocer un tema, dominar ciertas tareas. En ella se hacemos referencia a lo que “mueve” al estudiante, como la “curiosidad” por conocer, o saber más sobre un tema en específico, y así “estudiar” hasta lograrlo, ver como un “reto” dominar temas complicados y sentirse satisfecho por ello, poder inspirarse al “ir con investigadores” tanto como “Prácticas en los laboratorios externos” o como visita escolar.

La cuarta categoría de análisis de este aspecto, “Personal”, se refiere a factores personales que motivan al estudiante que han nacido de sí mismo por diferentes medios. En ella hacemos referencia al “gusto por las matemáticas” que lo inspiró a elegir la carrera por el “amor a la ciencia”.

Aspecto Extrínseco de la motivación

La primera categoría de análisis de este aspecto, “Docente”, se refiere a como el personal docente puede ayudar a motivar a los estudiantes, mediante nuevas fuentes de motivación o fortaleciendo las ya existentes. En ella hacemos referencia a la

“actitud” del docente que inspira a estudiar y convertirse en un profesionalista, ya que “mostrar al estudiante lo que puede lograr” con sus conocimientos adquiridos y por adquirir, le ayuda a darse cuenta de sus cualidades y fortalezas; lográndolo “entendiendo el problema del grupo” y así preparar su clase para que se pueda “enseñar de modo adecuado”.

La categoría de análisis de este aspecto, “Integración en el grupo”, se refiere a como el alumno se siente inspirado por los lazos sociales que llega a realizar en la institución educativa. En ella hacemos referencia al “apoyo entre compañeros” para sentir más amena su estancia estudiantil, motivándolos asistir a clases, dándole un sentido de pertenencia a un grupo social estudiantil.

La categoría de análisis de este aspecto, “Social”, se refiere a como mediante la información verídica que le puede proporcionar su entorno social al estudiante lo ayuda a motivar a elegir su carrera y continuar en ella. En ella hacemos referencia a como el entorno social del estudiante lo inspira e inspira a estudiar física y matemáticas, como “la difusión de la ciencia” por diferentes medios.

La categoría de análisis de este aspecto, “Rendimiento”, se refiere a la motivación y sentido que le da el estudiante al obtener recompensas por obtener una excelente calificación, aprobar una materia, ganar reconocimiento, y otorgarle un bien material o inmaterial por estudiar. En ella hacemos referencia a como el alumno le interesa más “obtener premios” en lugar del conocimiento o ayudar en el desarrollo e investigación científica en física y matemáticas.

Conclusiones

Las causas más mencionadas por los estudiantes, son los factores de deserción, es decir, consideran que hay más razones relacionadas con el riesgo por desertar, que motivación por continuar la carrera. El factor al que le atribuyen mayor peso los estudiantes, en el caso de deserción, es respecto a los temarios, a sus amplios, abstractos y difíciles contenidos para el primer semestre; es necesario revisar todos los temarios del primer año de la Licenciatura en Física y Matemáticas, y hacer un análisis sobre los conocimientos promedios con los que egresan del nivel vocacional en la actualidad, para realizar un proceso transición de nivel medio superior a superior más factible. Otro factor significativo es la necesidad de formar al personal académico con herramientas didácticas y métodos de evaluación apropiados. La atención de los factores relacionados con el desempeño de los profesores es fundamental, puesto que la motivación externa más mencionada por los estudiantes, es la que proviene por parte del docente, inspirándolos y ayudándolos a salir adelante, es importante difundir información sobre las actividades extraacadémicas existentes, que ayudan al estudiante a sentirse parte de la institución, tanto social, como académicamente, lo anterior mencionado ayudaría a incrementar la retención académica en la Licenciatura en Física y Matemáticas.

Referencias

- Akmajian, A., Richard, D. Ann, F. y Harnish, R. (1985). *Linguistics: an introduction to language and communication*. Cambridge: MIT Press.
- Canales, A. y de los Ríos, D. (2007). *Factores explicativos de la deserción universitaria*. Chile: Calidad en la educación.
- Cano, M. (1995). *Motivación y Elección de Carrera* San Luis Potosí, México: REMO.
- Cassiano, A., Cipagauta, P. y Reyes, N. (2009). *Identidad Profesional como factor explicativo de la permanencia estudiantil*. Colombia: Ministerio de educación nacional.
- Gámez, E. y Marrero, H. (2003). *Metas y motivos en la elección de la carrera universitaria: Un estudio comparativo entre psicología, derecho y biología*. Murcia, España: Universidad de Murcia.
- Gil, J. (2001). *Introducción a las Teorías Lingüísticas del Siglo XX*. Editorial Melusina y Ril editores. UNLP Facultad de psicología. Lingüística general.
- González, M.C., Tourón, J. y Gaviria, J.L. (1994). *La orientación motivacional intrínseco-extrínseca en el aula: Validación de un instrumento*. Bordón, 46, 35-51.
- Martínez, E. (2006). *Ética de la profesión: proyecto persona y compromiso de ciudadanía*. Murcia, España: Universidad de Murcia.
- Nuño, T. y Rupérez, T. *Análisis de las concepciones del profesorado sobre la ciencia desde una perspectiva de género*, 1996. Departamento de didáctica de la matemática y de las ciencias experimentales.
- Polo, A. (2003). *Ética profesional*. Lima: Revista de investigación de la Facultad de Ciencias Administrativas, UNMSM.
- Sanmartí, N. (1993). *Las redes sistémicas: construcción y aplicaciones*. Universidad Autónoma de Barcelona, 14 pp.
- Silva, M. (2011). *El primer año universitario. Un tramo crítico para el éxito académico*. México: Revista del Centro de Investigación de la Universidad La Salle.
- Velaz, C. (1997). *Imagen de la ciencia, prácticas y hábitos científicos de los investigadores en ciencias de la educación*. Revista de educación educativa número 312.

Una metodología para la utilización de la evaluación en la dirección del proceso de aprendizaje de los estudiantes

Ramón Sebastián Salat Figols⁷³
rsalat.rs@gmail.com

Resumen

Para mejorar el proceso enseñanza-aprendizaje no es suficiente mejorar los métodos empleados; es necesario considerar los resultados de la evaluación para dirigir y reorientar el proceso. En este artículo se propone una metodología para utilizar la evaluación en la reorientación del proceso enseñanza-aprendizaje. Para ello, se empleará una clasificación de las habilidades cognitivas y la técnica estadística de “clustering”, a través de un ejemplo ilustrativo.

Palabras clave

Evaluación, taxonomía de actividades matemáticas, agrupamiento.

Introducción

La evaluación es uno de los factores claves en la reorientación del proceso enseñanza-aprendizaje. La utilización de una clasificación jerárquica de las actividades cognitivas es fundamental para garantizar una suficiente amplitud en el repertorio de actividades que promueve el proceso enseñanza-aprendizaje.

El uso de una taxonomía de las actividades cognitivas debe validarse, es decir, debe haber una correspondencia entre la clasificación de las actividades de un examen y las respuestas obtenidas por los estudiantes al realizar dicho examen. Para verificar ésta correspondencia se requiere del uso de una técnica estadística, que permita clasificar a los reactivos del examen de acuerdo a las respuestas dadas por los estudiantes; ésta técnica será la de “clustering” (Gordon, 1981). En este trabajo, se presenta una metodología para realizar la evaluación en congruencia con las ideas expuestas.

Primero, se clasificarán a los reactivos de un examen de acuerdo a la taxonomía de clasificación jerárquica de tareas matemáticas. Después, se utilizará la técnica de “clustering” para clasificar a los reactivos de acuerdo a los resultados obtenidos por los estudiantes durante la aplicación del examen. Posteriormente, se reinterpretarán los resultados obtenidos por los estudiantes, considerando la clasificación de los reactivos. Finalmente, se aprovechan los resultados obtenidos para proponer una reorientación del proceso enseñanza-aprendizaje.

⁷³ Escuela Superior de Física y Matemáticas del Instituto Politécnico Nacional

El objetivo de este trabajo es el de mostrar que la metodología empleada puede ser útil como parte de un proceso de evaluación consistente.

Marco Teórico

Tanto en el diseño de programas como en el de exámenes, es de gran importancia la utilización de una taxonomía de las habilidades cognitivas. Esto es para garantizar una formación en los estudiantes que incluya un repertorio de habilidades suficientemente amplio. Una de las taxonomías más ampliamente utilizadas se debe a Bloom, Engelhart, Hill and Krathwohl (1956).

Sin embargo, con respecto al conocimiento matemático, ésta taxonomía presenta algunas dificultades en su aplicación: Es difícil ubicar algunos reactivos de matemáticas en alguna de las categorías y también es difícil descubrir las habilidades y procesos de pensamiento involucrados en cada reactivo (Darlington, 2013). Por estas razones es conveniente recurrir a la taxonomía de clasificación jerárquica de tareas matemáticas (Smith y Wood, 2000):

Grupo A:

Procedimientos rutinarios.

A1 Conocimiento de hechos.

A2 Comprensión.

A3 Uso de procedimientos rutinarios.

Grupo B:

Utilización de conocimiento matemático en nuevas formas.

B1 Transferencia de información.

B2 Aplicación a situaciones nuevas.

Grupo C:

Aplicación de conocimiento conceptual para construir argumentos.

C1 Justificación e interpretación.

C2 Implicaciones, conjeturas y comparaciones.

C3 Evaluación.

Un aspecto importante del uso de la taxonomía es su validación (Kadijević, 2002). Una forma de realizarla es en términos de las puntuaciones que obtienen los estudiantes al responder los reactivos. Específicamente, ¿La clasificación de los reactivos de acuerdo a los resultados obtenidos por los estudiantes usando métodos estadísticos, tiene una correspondencia razonable con la clasificación obtenida por la taxonomía?

Para definir la clasificación de los reactivos de acuerdo a los resultados obtenidos por los estudiantes, se utilizará la técnica estadística de “clustering”, que permite clasificar a los reactivos en clases disjuntas de acuerdo a la similitud de las respuestas dadas por los estudiantes.

Metodología

La metodología se desarrollará sobre los datos obtenidos por la aplicación de un examen de la materia de Simulación I a un grupo de estudiantes de la Licenciatura en Ingeniería Matemática de la Escuela Superior de Física y Matemáticas del Instituto Politécnico Nacional. En resumen, dicha metodología es la siguiente:

1. Diseño del examen considerando la taxonomía de clasificación jerárquica de tareas matemáticas.
2. Aplicar el examen y recolectar los datos en una matriz en la que la entrada ij es 1 o 0, según el estudiante i haya respondido o no correctamente al reactivo j .
3. Aplicar la técnica de “clustering” a la matriz obtenida en 2, para clasificar los reactivos.
4. Comparar la clasificación obtenida en 3 con la clasificación dada por la taxonomía.
5. Clasificar a los estudiantes de acuerdo a las puntuaciones obtenidas por ellos en los reactivos clasificados. Interpretar los resultados.

A continuación se hacen algunas consideraciones acerca de la técnica de “clustering”.

Si $X = (x_{ij})$ es la matriz de calificaciones, en la que la entrada ij es 1 o 0, según el estudiante i haya respondido correctamente o no el reactivo j , respectivamente. El vector $X_i = (x_{i1}, x_{i2}, x_{i3}, \dots, x_{im})$ representa las puntuaciones obtenidas por el estudiante i , mientras que el vector $Y_j = (x_{1j}, x_{2j}, x_{3j}, \dots, x_{nj})$ representa a las puntuaciones obtenidas por los estudiantes en el reactivo j . La distancia entre X_i y X_j se define por:

$$d(X_i, X_j) = \sqrt{\sum_{k=1}^m (x_{ik} - x_{jk})^2}$$

Como la matriz de calificaciones es binaria, ésta distancia simplemente cuenta el número de problemas en los que los estudiantes i y j , tienen una respuesta diferente. Análogamente, se define la distancia entre el reactivo i y el reactivo j . Entenderemos por grupo de reactivos a un subconjunto no vacío de los mismos. Y la distancia entre dos grupos de reactivos disjuntos será el mínimo de las distancias entre los elementos del primer grupo y los elementos del segundo grupo. Análogamente, para los grupos de alumnos.

Para realizar el “clustering” se ejecuta el siguiente algoritmo:

Se inicia con m grupos de reactivos, conteniendo cada uno de ellos a un solo reactivo. En forma sucesiva se van agregando los dos grupos con menor distancia, hasta obtener un solo grupo que contiene a todos los reactivos.

1. Se lanzan dardos al cuadrado unitario $[0, 1] \times [0, 1]$ y se observa la proporción de los que caen dentro del círculo de radio uno con centro en el origen.
 - a) Simule el lanzamiento de los dardos y aproxime el valor de π .
 - b) Calcule el número de dardos que hay que lanzar para que la probabilidad de cometer un error mayor o igual que 0.05 en la estimación de π , sea menor que 0.01.
 - c) ¿Es posible que si se lanzan mas de 1000000000 de dardos, el error pueda ser mayor que 0.05?.
2. Aproxime el valor de la integral:

$$\int_1^2 \sqrt{1+x^5} dx$$

por simulación.

3. Considere una caminata aleatoria en la que $p = 0.7$; $S_n = X_1 + X_2 + \dots + X_n$, $P(X_i = 1) = p$, $P(X_i = -1) = 1 - p$ y las X_i son independientes. Estime el valor esperado de $\frac{S_{10}}{100 + S_{20}}$.

Resultados

Los problemas 1a y 2 pertenecen a la categoría A3, uso de procedimientos rutinarios, ya que en clase se habían resuelto problemas muy similares, de tal modo que los estudiantes, simplemente tenían que aplicar los mismos procedimientos. El problema 1b es del mismo tipo, pero es ligeramente más difícil porque implica resolver una desigualdad. Estos tres problemas se pueden ubicar en A3

Los problemas 1c y 3, implican la aplicación de conocimientos de aspectos conceptuales a situaciones nuevas, específicas. El 1c implica el uso del concepto de que la convergencia de los resultados en simulación, es una convergencia en probabilidad. El problema 3, requiere la aplicación de la definición de caminata aleatoria, darse cuenta de que S_{10} y S_{20} no pueden generarse de manera independiente, porque no son variables aleatorias independientes. Por lo tanto 1c y 3 se pueden ubicar en C1, justificación e interpretación.

La matriz de calificaciones se muestra en la Tabla I.

Tabla I. Traspuesta de la matriz de puntuaciones.

	Alumnos																																											
Reactivo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42		
1a	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
1b	1	1	0	1	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	0	0	1	1	0	1	1
1c	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	
2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
3	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	

La clasificación de los reactivos utilizando la técnica de “clustering” se muestra en el diagrama de la Figura 1.

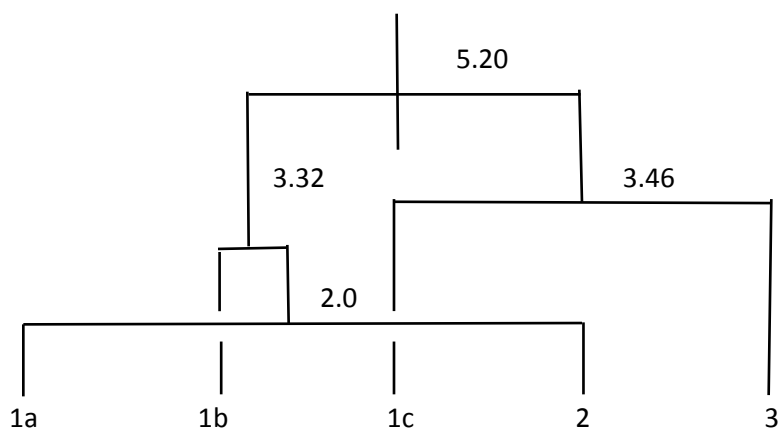


Figura 1. Diagrama correspondiente a la clasificación de los reactivos.

El primer grupo de reactivos es {1a, 2}, a un nivel de distancia de 2.0. El siguiente grupo que se forma es {1a, 2, 1b}, a una distancia de 3.32. El siguiente es el grupo {1c, 3}, a una distancia 3.46. Finalmente, el siguiente grupo es el conjunto de todos los reactivos, a una distancia de 5.20.

Se observa que hay una congruencia entre la clasificación realizada por medio de a taxonomía de clasificación jerárquica de tareas matemáticas realizada previamente a la realización del examen y la clasificación obtenida por la técnica de “clustering” a partir de los resultados obtenidos por la aplicación del examen. Se considerará que {1a, 2, 1b} es un primer grupo de reactivos y {1c, 3} es un segundo grupo.

Ahora se reinterpretan los resultados considerando los grupos de problemas dado por el “clustering”. A cada alumno se le asignan dos números, el primero es el número de reactivos de la categoría A1 que resuelve correctamente y el segundo número es el número de reactivos de la categoría C1 que resuelve correctamente. Los resultados se muestran en la Tabla II.

Tabla II. Respuestas en términos de la taxonomía.

Alumno	Res- puesta	Alumno	Res- puesta	Alumno	Res- puesta	Alumno	Res- puesta
1	[3, 0]	12	[3, 0]	23	[2, 1]	34	[2, 1]
2	[3, 0]	13	[3, 0]	24	[3, 0]	35	[3, 1]
3	[2, 0]	14	[3, 1]	25	[3, 0]	36	[2, 1]
4	[3, 1]	15	[2, 1]	26	[0, 0]	37	[2, 2]
5	[2, 0]	16	[3, 0]	27	[3, 0]	38	[3, 0]
6	[2, 0]	17	[1, 0]	28	[3, 0]	39	[3, 0]
7	[3, 0]	18	[2, 1]	29	[3, 1]	40	[2, 0]
8	[3, 0]	19	[3, 0]	30	[3, 0]	41	[3, 1]
9	[2, 2]	20	[3, 0]	31	[3, 0]	42	[3, 0]
10	[3, 1]	21	[3, 0]	32	[3, 0]		
11	[3, 0]	22	[2, 0]	33	[2, 1]		

Muchos estudiantes resolvieron los reactivos del primer grupo: 27 de los 42 alumnos, resolvieron los tres problemas del primer grupo, 13 resolvieron 2, 1 resolvió solamente 1 y 1 no resolvió ninguno.

Con respecto al segundo grupo, 28 alumnos no resolvieron ningún problema, 12 lograron resolver 1 y 2 alumnos resolvieron 2.

Si ahora realizamos un “clustering” sobre los estudiantes usando los datos de la Tabla II, se obtienen los siguientes grupos:

Grupo 1: {26}, que corresponde al único estudiante que no pudo resolver ningún problema.

Grupo 2: {17}, que corresponde a un estudiante que solamente pudo resolver un problema del primer grupo.

Grupo 3: {9, 37}, que corresponde al grupo de estudiantes que lograron resolver dos problemas del primer grupo y dos problemas del segundo grupo.

Grupo 4: {15, 18, 23, 33, 34, 36}, que corresponde al grupo de estudiantes que resolvieron dos reactivos del primer grupo y uno del segundo.

Grupo 5: {1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 13, 14, 16, 19, 20, 21, 22, 24, 25, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 35, 38, 39, 40, 41, 42}.

Los estudiantes 26 y 17 requieren realizar tareas adicionales para mejorar su rendimiento y procurar conocer más acerca de sus conocimientos, habilidades y actitudes, con la intención de recuperarlos.

Los estudiantes del grupo 4, seguramente pueden mejorar su rendimiento, ya que lograron resolver un problema del segundo grupo.

Los estudiantes del grupo 3, el 9 y el 37, lograron resolver los dos ejercicios del segundo grupo, pero fallaron en un reactivo del primer grupo.

Examinando la tabla II, se puede observar que los estudiantes del grupo 5 muestran una tendencia a resolver más problemas del primer grupo que del segundo; los tipos de respuesta de los estudiantes de este grupo son (2,0), (3,0) y (3,1). Y éste es el grupo más grande. Esta reflexión y los resultados señalados anteriormente conducen a pensar en la necesidad de reforzar en los estudiantes la realización de actividades encaminadas a los reactivos de la categoría C, ya que en general, sus resultados fueron pobres en ésta categoría.

Conclusiones

A través de un ejemplo, se mostró como la metodología propuesta puede ser útil para interpretar los resultados de una evaluación, con fines de reorientar el proceso de enseñanza-aprendizaje. El uso de una taxonomía en el diseño de las actividades de aprendizaje y la evaluación es importante para garantizar una formación amplia en el estudiante. El uso de la técnica de “clustering” permite validar el uso de la taxonomía y contribuye a obtener interpretaciones de los resultados acordes a la misma.

Seguramente, si se emplean más niveles taxonómicos, la metodología producirá resultados más interesantes.

En el ejemplo estudiado en este artículo es posible obtener una representación gráfica de los alumnos, considerando los datos de la Tabla II; pero cuando hay más niveles taxonómicos implicados, las representaciones gráficas pueden resultar artificiales.

Referencias

- Smith G. and Wood L. (2000). Assesment of learning in university mathematics. *Int. J. Math. Educ. Sci. Technol.*, 31, 125-132.
- Bloom, B., Engelhart, E. Furst, Hill, W. and Krathwohl, D. (1956). *Taxonomy of educational objectives: the classification of educational goals, Handbook I: Cognitive domain*. New York: David McKay.
- Darlington, E. (2013). The use of Bloom's taxonomy in advanced mathematics questions. *Proceedings of the British Society for Research into Learning Mathematics*, 33(1), 7-12.
- Kadijević, D. (2002). TIMSS 2003 mathematics cognitive domains: examination, operationalization and implications. *Zbornik Instituta za Pedagoška Instrazivanje* 34 (2), 96-102.
- Gordon, A.D. (1981). *Classification*. New York: Chapman and Hall.

Finalidad del Laboratorio de Física I (ESFM-IPN) en la perspectiva de los alumnos

Rubén Chávez Martínez⁷⁴
Gabriela L. Rueda Morales⁷⁴
neburesfm@gmail.com

Resumen

En el presente trabajo se expone la perspectiva que tienen los estudiantes sobre cuál es la finalidad del curso de Laboratorio de Física I en la Escuela de Física y Matemáticas del Instituto Politécnico Nacional (ESFM-IPN). Se llevó a cabo por medio de un cuestionario en el que se evalúan y priorizan criterios categorizados en: complementar experimentalmente los conceptos teóricos, consolidar aprendizajes de procedimientos científicos y promover actitudes científicas. Encontrando una discrepancia en la finalidad percibida en su curso de laboratorio y la finalidad esperada.

Palabras clave

Finalidades de laboratorio, percepción, expectativa.

Introducción

En el entorno de la didáctica de las ciencias experimentales surgen de manera habitual investigaciones dirigidas para la reforma de los laboratorios. De manera particular, dentro del área de Ingeniería y Ciencias Físico Matemáticas se ha considerado al laboratorio de física como un distintivo importante en el proceso de formación de los estudiantes universitarios en dicha área.

La gestión de renovar los laboratorios recae, por lo general, en dos tareas:

- Mejorar las prácticas o experiencias mediante propuestas didácticas.
- Delimitar las funciones adecuadas del laboratorio.

Abordando la primera tarea, durante un trabajo de investigación-acción en la que se propone *implementar el enfoque constructivista en el curso de laboratorio de física I* (Chávez Martínez, 2019) en la ESFM-IPN se observó la necesidad de realizar la segunda tarea. En una primera instancia, para una posible delimitación de las funciones de laboratorio de Física I en la ESFM-IPN, se analizó la perspectiva de los estudiantes en dos aspectos: el primero respecto a su percepción en la finalidad del

⁷⁴Escuela Superior de Física y Matemáticas, Instituto Politécnico Nacional.

laboratorio relacionado con su experiencia adquirida en su curso de la ESFM y la segunda respecto a su expectativa.

Las finalidades descritas en este trabajo fueron obtenidas de una adaptación del trabajo de Sebsatiá (1985), en donde describió una agrupación de las metas del laboratorio de física.

Es evidente la certeza que tienen, algunos, profesores de los laboratorios de física de nivel superior respecto a una perspectiva inadecuada de los estudiantes ante la finalidad de la asignatura del laboratorio.

Moreira (1980) afirma que:

...muchos estudiantes realizan un experimento sin tener una idea clara de los que están haciendo; ellos no son capaces de identificar las cuestiones básicas, los conceptos y los fenómenos involucrados en el experimento, y, además, no ven la experimentación como un proceso de construcción del conocimiento.

Además, Sebsatiá y Moncada (2000; citando a Gardner, 1975; Kuhn, 1979; Shrigley, 1983; Escudero y Lacasta, 1984; Solomon, 1987), mencionan que, bajo ciertos factores, los estudiantes modifican sus opiniones, así como sus actitudes hacia la ciencia y hacia algunas asignaturas, como la del laboratorio de física.

En cuestión, este trabajo parte de la motivación de delimitar las funciones adecuadas del laboratorio y del aspecto relacionado con hacer partícipe al estudiante en el proceso de enseñanza-aprendizaje frente su experiencia con las finalidades del laboratorio.

Marco Teórico

Teniendo como preámbulo que gran parte de la participación de los estudiantes en el proceso de enseñanza-aprendizaje durante su vida académica, se ha centrado fuertemente en el docente, es decir la pedagogía se basa fundamentalmente en la enseñanza. Esto ha producido ciertas posturas del papel del estudiante al proceso, en particular ha afectado tanto su percepción como su expectativa de la finalidad del laboratorio de física, produciendo una idea en donde consideran que dicha asignatura tendrá las mismas finalidades durante todas las etapas académicas involucradas.

Zylbersztajn y Gilbert (1981) encontraron que en la práctica se generaba una interpretación confusa de la esencia por el cual fueron planteados los laboratorios, esta conclusión la obtuvieron mediante el análisis de las interpretaciones que hacían los estudiantes con respecto a las experiencias adquiridas en el laboratorio (Citado en Sebsatiá J. M., 1987).

Tamir y Lunetta (1981) describen que a pesar de que algunos docentes se declaren adeptos a las experiencias significativas, en las sesiones optan en que los estudiantes realicen lo indicado en un manual, esto genera que exista una contradicción

entre el escenario planeado y el real de las sesiones del laboratorio (Citado en Sebastiá J. M., 1987).

Es necesario aclarar el sentido que se le da en este trabajo a perspectiva, percepción y expectativa.

Perspectiva de la finalidad del laboratorio de física: Interpretación, punto de vista o visión en donde se considera o se analiza las finalidades del laboratorio de física.

Percepción: Interpretación de información proveniente de estímulos, pensamientos y sentimientos, a partir experiencia previa.

Expectativa: Visión de realizar o cumplir un determinado propósito permitiendo que un acontecimiento se dé basado en la experiencia previa.

REFERENCIA

Ahora toca el turno de delimitar las finalidades consideradas en este trabajo.

Sebastiá (1985) en su artículo “Las clases de laboratorio de física: una propuesta para su mejora” menciona que la mayoría de las propuestas de las sesiones del laboratorio de física pretenden alcanzar en mayor grado metas y las clasifica en tres categorías: a) Ilustrar el contenido de las clases teóricas, b) Enseñar técnicas experimentales y c) Promover actitudes científicas. Además, menciona que, a pesar del intento por lograr, en su totalidad, la metas, si no se expone y jerarquiza su importancia, conllevará a una labor complicada en la retroalimentar de resultados.

Considerando dicha clasificación de metas, para este trabajo se adecuaron y se categorizaron las finalidades de la siguiente manera:

- Complementar experimentalmente los conceptos teóricos.
- Consolidar aprendizajes de procedimientos científicos.
- Promover actitudes científicas.

Complementar experimentalmente los conceptos teóricos.

En esta categoría se desea, en lo general, que mediante la experimentación los estudiantes tengan la oportunidad de desarrollar y verificar conceptos físicos.

En la situación en la que las sesiones del laboratorio tengan esta categoría como única función, es posible que se genere en los estudiantes una perspectiva del laboratorio como un simple ilustrador de la teoría.

Bajo esta situación Salinas de Sandoval y Colombo de Cudmani (1992) mencionan que:

El modelo de aprendizaje subyacente a esta orientación parece responder a un esquema donde el estudiante se reduce a un sujeto pasivo, receptor del

conocimiento que emana del profesor. Del estudiante se espera que memorice y sepa aplicar la forma de un saber que se le presenta acabado, axiomatizado, y estructurado lógicamente en secuencias que muy raramente hacen mención de la génesis histórica, problematizada y comprometida de ese saber. Los problemas de lápiz y papel se transforman en variaciones, más o menos complicadas matemáticamente, de situaciones "tipo" que se desarrollan y se explican como algo conocido que debe reconocerse. Las prácticas de laboratorio, coherentemente, se emplean para ilustrar el cumplimiento de leyes y teorías que jamás se cuestionan. (p. 11)

Consolidar aprendizajes de procedimientos científicos.

En esta categoría se desea, en lo general, que mediante la experimentación los estudiantes se involucren con la metodología científica.

En la situación en la que las sesiones del laboratorio tengan esta categoría como única función, es posible que se genere en los estudiantes una perspectiva del laboratorio como un entrenamiento en los "procesos de la ciencia".

Bajo esta situación Salinas de Sandoval y Colombo de Cudmani (1992) mencionan que:

El modelo de aprendizaje subyacente supone que los "procesos de la ciencia" son generalizables a través de diferentes dominios de conocimiento y experiencia. No tiene en cuenta que "el aprendizaje depende tanto de las representaciones que el aprendiz trae a una situación, como de las características de la misma situación de aprendizaje" (Millar y Driver 1987); es decir, que no cabría esperar que un proceso sea transferido significativamente a otros contextos en forma espontánea ni automática, ya que las estrategias derivan de la representación mental que el sujeto elabora sobre una dada situación. (p.12)

Promover actitudes científicas.

En esta categoría se desea, en lo general, que mediante la experimentación los estudiantes procesen y valoren información a partir de métodos cognitivos.

En la situación en la que las sesiones del laboratorio tengan esta categoría como única función, es posible que se genere en los estudiantes una perspectiva del laboratorio como escenarios excluyentes de cuestionamiento de paradigmas.

Bajo esta situación Salinas de Sandoval y Colombo de Cudmani (1992) mencionan que:

El modelo de aprendizaje subyacente atribuye gran importancia al conflicto cognitivo planteado por los contraejemplos; el surgimiento de dicho conflicto aparece en estas propuestas como la estrategia capaz de conducir al cuestionamiento de las ideas propias, al reconocimiento de la superioridad del paradigma científico, y a la consiguiente adopción de este último. (p.12-13)

Metodología

El propósito de este estudio de investigación cualitativa, específicamente del tipo fenomenológico, es analizar la perspectiva que tienen los estudiantes de la finalidad del la asignatura del laboratorio de física I de la licenciatura en física y matemáticas de la ESFM-IPN (México), delimitado bajo el sentido de Sebastía (1987).

Marco de la implementación.

La muestra estuvo conformada por 76 estudiantes de primer semestre que cursaban el ciclo escolar 2018-2019 (Agosto – diciembre 2018) en la licenciatura en física y matemáticas de la Escuela Superior de Física y Matemáticas del IPN.

El instrumento para la toma de datos fue una encuesta aplicada a la muestra durante el último parcial del semestre.

Se consideraron 16 finalidades posibles del laboratorio de física 1, clasificadas en las tres categorías antes mencionadas. Las finalidades elegidas se obtuvieron de una adaptación de los utilizados por Sebastía (1987) e su artículo “¿Qué se pretende en los laboratorios de física universitaria?”.

Las finalidades que se usaron en la encuesta fueron evaluadas en relacion a la percepcion y a la expectativa de los estudiantes hacia las finalidades del laboratorio.

El instrumento consistio en dos apartados:

1. En el primero se les solicito a los estudiantes que evaluaran según su percepción el cumplimiento de cada criterio como finalidad del laboratorio. Se consideró la siguiente escala valorativa:

Tabla 1. Escala valorativa para el primer apartado de la encuesta.

Valor	Tipo de cumplimiento
0	Nulo
1	Mínimo
2	Parcial
3	Significativo
4	Total

2. En el segundo se solicitó a los estudiantes que ordenaran los criterios, considerando que a la finalidad principal se le debería asignar el valor 1 y así sucesivamente.

En la siguiente hoja se muestra el instrumento utilizado.

Grupo y sección de laboratorio _____

Según tu perspectiva del curso de Laboratorio de Física I, ¿Cuál es su finalidad?

Para contestar esta pregunta, te pedimos llenar la siguiente tabla.

En la primera columna evalúa según tu percepción el cumplimiento de cada criterio. Considera la siguiente escala valorativa:

0: cumplimiento nulo

1: cumplimiento mínimo

2: cumplimiento parcial

3: cumplimiento significativo

4: cumplimiento total

En la columna indicada como *Finalidad* ordena todos los criterios, da el valor de 1 al que consideras como principal finalidad del laboratorio, el 2 como segunda y así sucesivamente hasta asignarles un orden a todos los criterios. Hay dos columnas, puedes usar una de ellas como borrador. Gracias

Categoría principal	Criterios	Valor (0-4)	Finalidad	Borrador
Complementar experimentalmente los conceptos teóricos	Ejemplificar el contenido de las clases teóricas			
	Reforzar el aprendizaje de conceptos físicos			
	Aprender contenidos de física a través de experimentos			
	Brindar una formación experimental sobre conceptos fundamentales de la física.			
	Hacer de la física una materia más concreta y fácil			
	Desarrollar una comprensión básica de los principios físicos			
Consolidar aprendizajes de procedimientos científicos	Aprender a recolectar y analizar datos experimentales			
	Aprender a redactar un informe de forma científica			
	Aprender a usar instrumentos de medición			
	Aprender a planear experimentos			
	Aprender a realizar observaciones y conclusiones			
Promover actitudes científicas	Generar flexibilidad en el pensamiento			
	Permitir mayor interacción con los compañeros y aprender a trabajar en equipo.			
	Obtener o aumentar la curiosidad científica,			
	Generar un pensamiento crítico			
	Generar capacidades para construir y comprender argumentos.			

Resultados

Respecto al primer apartado del instrumento.

Mediante la realización de un promedio de los valores asignados por finalidad se obtuvo el siguiente orden:

Tabla 2. Orden de las finalidades a partir de promediar los valores asignados.

Criterio	$\bar{X}$
Aprender a usar instrumentos de medición	3.347
Aprender a recolectar y analizar datos experimentales	3.306
Aprender contenidos de física a través de experimentos	3.236
Brindar una formación experimental sobre conceptos fundamentales de la física.	3.153
Obtener o aumentar la curiosidad científica,	3.111
Desarrollar una comprensión básica de los principios físicos	3.069
Generar un pensamiento crítico	3.069
Aprender a redactar un informe de forma científica	3.056
Aprender a realizar observaciones y conclusiones	3.014
Permitir mayor interacción con los compañeros y aprender a trabajar en equipo.	3.000
Reforzar el aprendizaje de conceptos físicos	2.986
Ejemplificar el contenido de las clases teóricas	2.958
Generar flexibilidad en el pensamiento	2.847
Generar capacidades para construir y comprender argumentos.	2.847
Aprender a planear experimentos	2.611
Hacer de la física una materia más concreta y fácil	2.569

Donde X representa el valor asignado por los estudiantes y toma valores discretos entre el 0 y el 4, mientras $\bar{X}$ representa el promedio de dichos valores.

En el orden que se obtuvo se observó que las categorías aparecen ordenadas en importancia de percepción de la siguiente manera:

1. Consolidar aprendizajes de procedimientos científicos
2. Complementar experimentalmente los conceptos teóricos
3. Promover actitudes científicas

La categoría de *Consolidar aprendizajes de procedimientos científicos* sustenta los primeros dos lugares de finalidad, la categoría de *Complementar experimentalmente los conceptos teóricos* aparece en el tercer y cuarto lugar, y la categoría de *Promover actitudes científicas* se muestra hasta el quinto lugar.

Respecto al segundo apartado del instrumento.

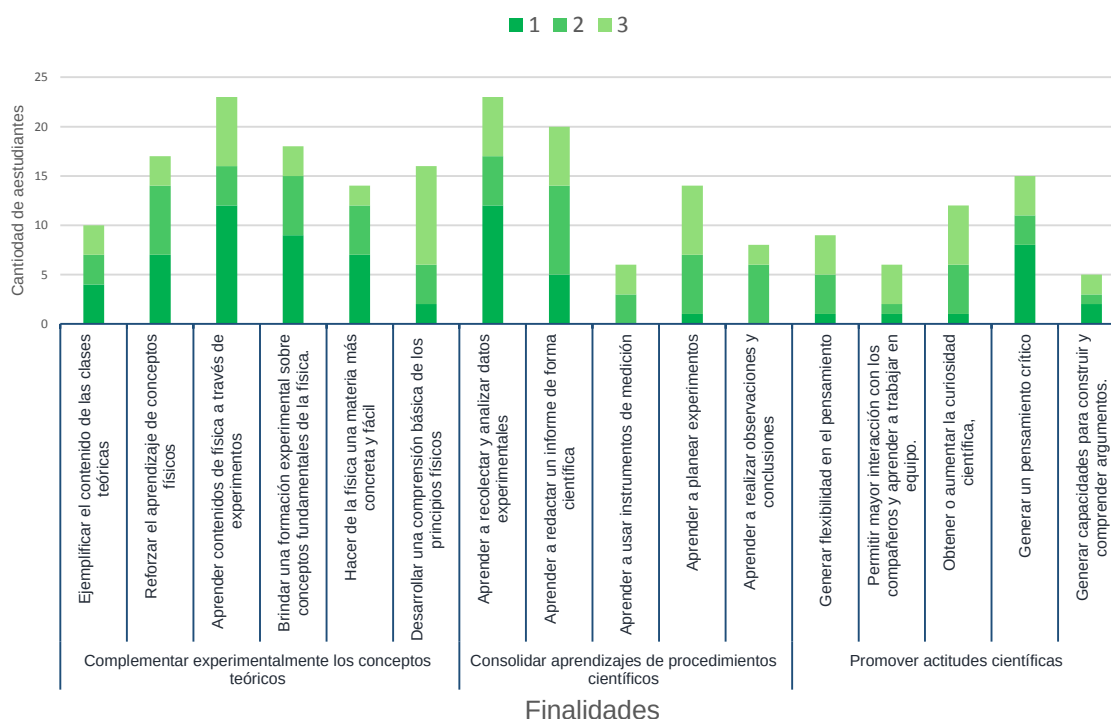
A partir de contabilizar el número de estudiantes que eligieron un ordinal a cada finalidad, se seleccionaron las finalidades con mayor cantidad de estudiantes con ese ordinal y se generó la siguiente tabla:

Tabla 3. Orden de las primeras y de la última finalidad asignada.

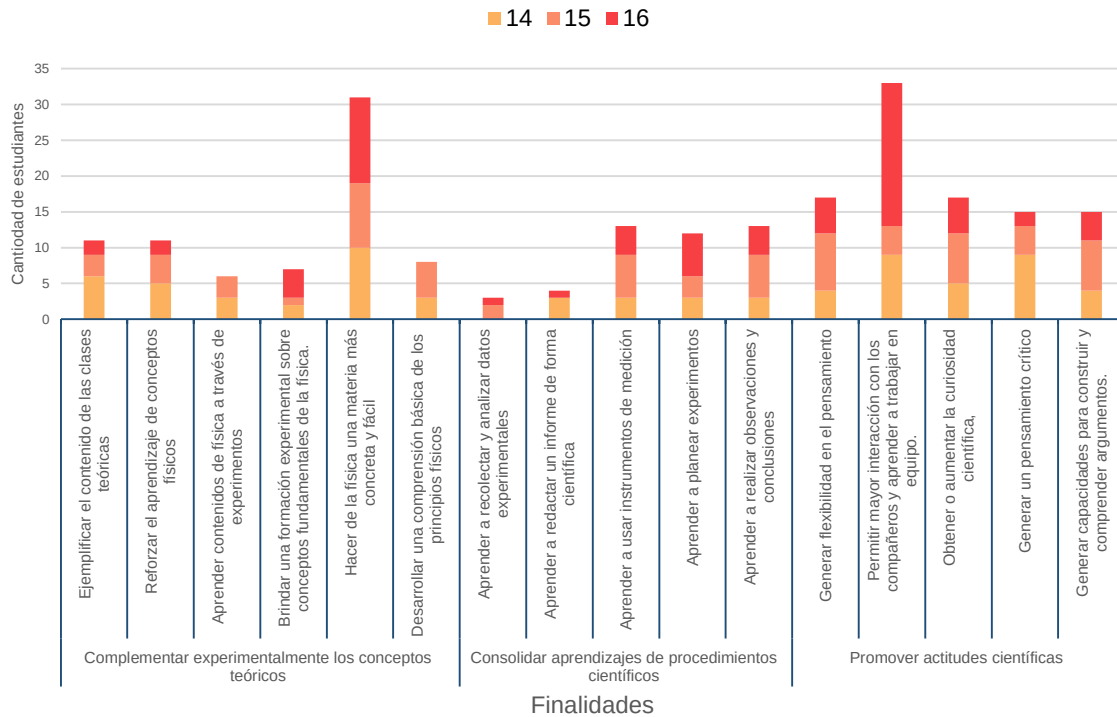
Categoría	Finalidad	Orden asignado
Complementar experimentalmente los conceptos teóricos	Aprender contenidos de física a través de experimentos	1
Consolidar aprendizajes de procedimientos científicos	Aprender a recolectar y analizar datos experimentales	
Consolidar aprendizajes de procedimientos científicos	Aprender a redactar un informe de forma científica	2
Complementar experimentalmente los conceptos teóricos	Desarrollar una comprensión básica de los principios físicos	3
Promover actitudes científicas	Permitir mayor interacción con los compañeros y aprender a trabajar en equipo.	16

Además, se obtuvieron las siguientes gráficas.

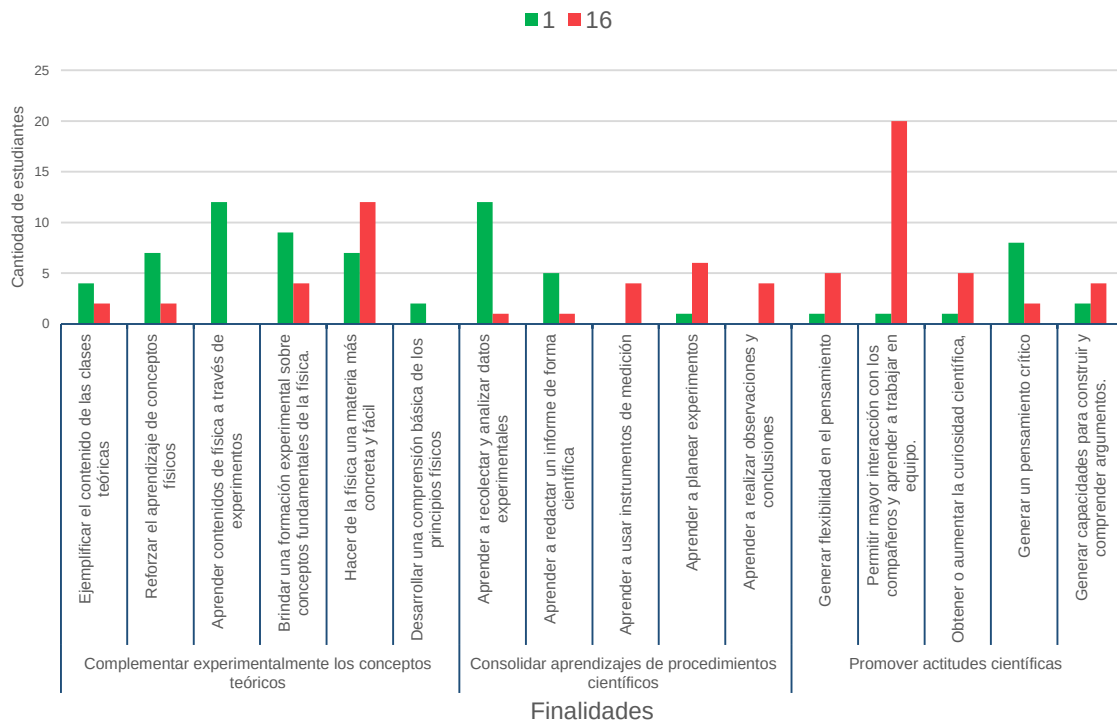
Gráfica I. Finalidades asignadas en los tres primeros lugares.



Gráfica II. Finalidades asignadas en los tres ultimos lugares



Gráfica III. Contraste de la finalidad asignada como primera y como ultima



A partir de la gráfica I se observa que las tres finalidades principales (1,2,3) que consideran los estudiantes se concentran en la categoría de *Complementar experimentalmente los conceptos teóricos*.

A partir de la gráfica II se observa que las tres últimas finalidades (14,15,16) que consideran los estudiantes se concentran en la categoría de *Promover actitudes científicas*.

A partir de la gráfica III se observa el contraste entre la principal y la última finalidad, es evidente que existe una concordancia de asignación del orden, pues al hacer un análisis general se ve que la mayoría de los estudiantes concuerdan al considerar una finalidad ya sea como la principal o como la última. En particular se ve que la mayoría de los estudiantes consideran el *Aprender contenidos de física a través de experimentos* como principal finalidad y ningún estudiante la considera como la última. De manera similar se puede ver que la mayoría de los estudiantes consideran el *Permitir mayor interacción con los compañeros y aprender a trabajar en equipo* como la última finalidad y solo uno la considera como la principal.

En el intento de realizar un orden general a las finalidades se obtuvo una matriz, cada entrada de la matriz $(a_{i,j})$ correspondía a la cantidad de estudiantes que a una finalidad (i) le asignaron un valor de importancia (j).

Tabla 4. Matriz de cantidad de estudiantes que a una finalidad le asignaron un valor de importancia.

Finalidad	Valor de importancia															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Ejemplificar el contenido de las clases teóricas	4	3	3	6	10	3	5	4	3	7	5	0	8	6	3	2
Reforzar el aprendizaje de conceptos físicos	7	7	3	4	8	3	2	0	6	4	6	7	4	5	4	2
Aprender contenidos de física a través de experimentos	12	4	7	5	2	10	1	4	3	3	9	4	2	3	3	0
Brindar una formación experimental sobre conceptos fundamentales de la física.	9	6	3	6	3	3	6	4	4	9	4	6	2	2	1	4
Hacer de la física una materia más concreta y fácil	7	5	2	2	0	1	3	3	1	4	3	5	5	10	9	12
Desarrollar una comprensión básica de los principios físicos	2	4	10	7	4	3	3	3	10	4	5	7	2	3	5	0
Aprender a recolectar y analizar datos experimentales	12	5	6	6	6	8	6	4	5	4	2	2	3	0	2	1
Aprender a redactar un informe de forma científica	5	9	6	5	4	8	5	10	3	4	6	1	2	3	0	1
Aprender a usar instrumentos de medición	0	3	3	6	7	6	14	3	3	2	2	4	6	3	6	4
Aprender a planear experimentos	1	6	7	4	3	5	4	8	5	4	5	5	3	3	3	6
Aprender a realizar observaciones y conclusiones	0	6	2	5	6	5	3	7	6	7	4	4	4	3	6	4
Generar flexibilidad en el pensamiento	1	4	4	1	5	2	2	5	4	3	6	7	11	4	8	5
Permitir mayor interacción con los compañeros y aprender a trabajar en equipo.	1	1	4	2	1	6	5	1	5	3	4	1	5	9	4	20
Obtener o aumentar la curiosidad científica	1	5	6	6	3	3	5	5	6	4	2	4	5	5	7	5
Generar un pensamiento crítico	8	3	4	4	3	4	2	7	4	3	5	5	5	9	4	2
Ejemplificar el contenido de las clases teóricas	4	3	3	6	10	3	5	4	3	7	5	0	8	6	3	2

A la matriz anterior se le efectuaron intercambios de filas, en base a lo siguiente:

- Se ordenaron las filas considerando el orden de la columna 1 y se dejó fija la fila 1
- A partir de la segunda fila se ordenaron las filas considerando el orden de la columna 2 y se fijó la fila 2
- Se realizó ese proceso, fijando de manera secuencial las filas, hasta llegar a la última fila.

De esta manera se obtuvo una matriz equivalente.

Tabla 5. Matriz equivalente (“ordenada”) a la matriz de la tabla IV.

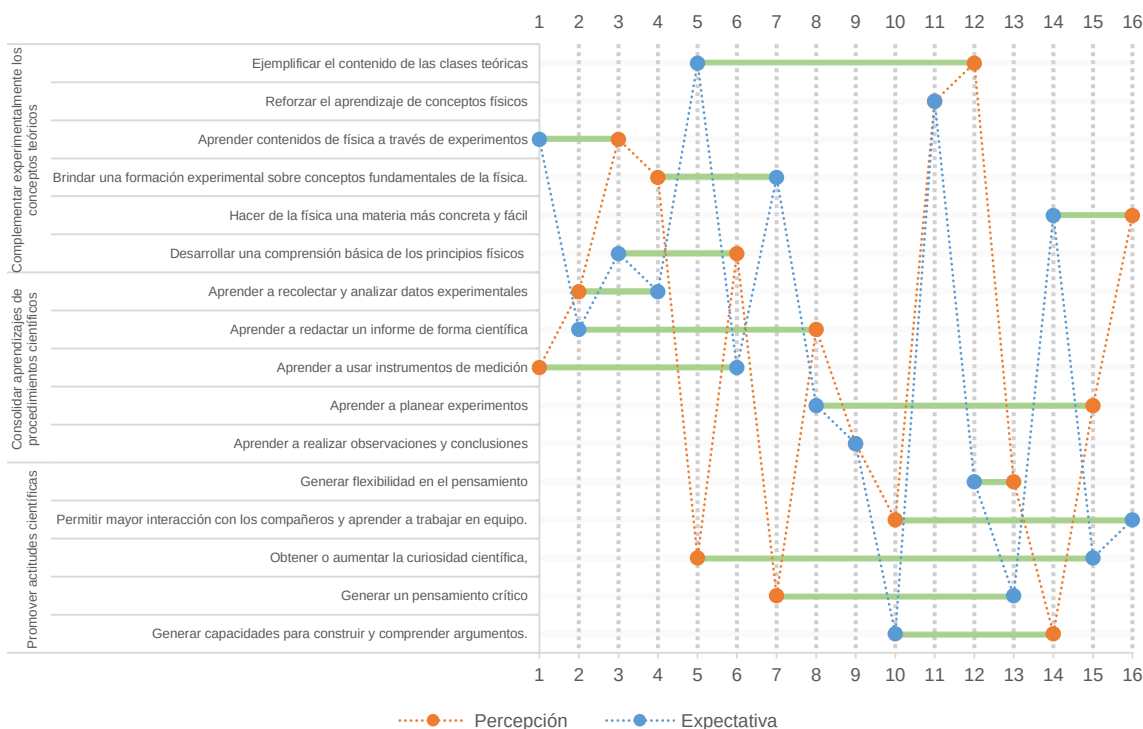
Finalidad	Valor de importancia	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Aprender contenidos de física a través de experimentos		12	4	7	5	2	10	1	4	3	3	9	4	2	3	3	0
Aprender a redactar un informe de forma científica		5	9	6	5	4	8	5	10	3	4	6	1	2	3	0	1
Desarrollar una comprensión básica de los principios físicos		2	4	10	7	4	3	3	10	4	5	7	2	3	5	0	
Aprender a recolectar y analizar datos experimentales		12	5	6	6	6	8	6	4	5	4	2	2	3	0	2	1
Ejemplificar el contenido de las clases teóricas		4	3	3	6	10	3	5	4	3	7	5	0	8	6	3	2
Aprender a usar instrumentos de medición		0	3	3	6	7	6	14	3	3	2	2	4	6	3	6	4
Brindar una formación experimental sobre conceptos fundamentales de la física.		9	6	3	6	3	3	6	4	4	9	4	6	2	2	1	4
Aprender a planear experimentos		1	6	7	4	3	5	4	8	5	4	5	5	3	3	3	6
Aprender a realizar observaciones y conclusiones		0	6	2	5	6	5	3	7	6	7	4	4	4	3	6	4
Generar capacidades para construir y comprender argumentos.		2	1	2	3	7	2	6	4	4	7	4	10	5	4	7	4
Reforzar el aprendizaje de conceptos físicos		7	7	3	4	8	3	2	0	6	4	6	7	4	5	4	2
Generar flexibilidad en el pensamiento		1	4	4	1	5	2	2	5	4	3	6	7	11	4	8	5
Generar un pensamiento crítico		8	3	4	4	3	4	2	7	4	3	5	5	5	9	4	2
Hacer de la física una materia más concreta y fácil		7	5	2	2	0	1	3	3	1	4	3	5	5	10	9	12
Obtener o aumentar la curiosidad científica,		1	5	6	6	3	3	5	5	6	4	2	4	5	5	7	5
Permitir mayor interacción con los compañeros y aprender a trabajar en equipo.		1	1	4	2	1	6	5	1	5	3	4	1	5	9	4	20

A la matriz anterior se le asignó un formato de color gradual, en donde las entradas con mayor número tienen un color azul fuerte, cabe destacar que las entradas cercanas a la diagonal tienen los colores más fuertes.

Bajo este orden obtenido se observa que la categoría *Promover actitudes científicas* aparece hasta el lugar 10.

A partir de las tablas 2 y 5 se generó la siguiente gráfica, en la cual es posible comparar el orden de la percepción con el orden de la expectativa de los estudiantes.

Gráfica IV. Comparación de la percepción con la expectativa



En específico, para cada finalidad se observa en verde la distancia entre el valor de importancia de percepción y de expectativa asignado por los estudiantes. Además, los puntos de cada serie (percepción, expectativa) están conectados de manera ordenada por líneas punteadas.

Conclusiones

Los resultados de comparación relacionados a la perspectiva sobre las finalidades del laboratorio de física I muestran un distanciamiento en la percepción y la expectativa de los estudiantes. Se observa claramente que, respecto a las categorías, tanto en percepción como en expectativa los estudiantes dieron mayor prioridad a las finalidades agrupadas en las categorías de *Complementar experimentalmente los conceptos teóricos* y *Consolidar aprendizajes de procedimientos científicos*.

El hecho de que exista un evidente distanciamiento entre la percepción y la expectativa de los estudiantes podría mostrar que han adquirido una interpretación de las finalidades de los laboratorios distinta a la que vivieron en la ESFM. En particular se observa que los estudiantes siguen pensando que una de las principales finalidades de laboratorio está relacionada con respaldar la teoría de física.

Se considera importante y necesario delimitar las finalidades al iniciar un curso de laboratorio, esto con el fin de hacer responsable y partícipe al estudiante en el proceso de enseñanza-aprendizaje, redirigiendo su comportamiento de querer seguir un manual para verificar la teoría.

Referencias

Chávez Martínez, R. (2019 (Tesis en proceso)). *Implementación de enfoque constructivista en el curso de laboratorio de física i*. México.

Instituto Politécnico Nacional. (2004). *Materiales para la reforma Libro 1: Un Nuevo modelo educativo para el IPN*. Distrito Federal: Instituto Politécnico Nacional.

Moreira, M. A. (1980). A non-traditional approach to the evaluation of laboratory instruction in general physics. *European Journal in Science Education*, 441-448. Recuperado el 2019, de <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/0140528800020410>

Salinas de Sandoval, J., & Colombo de Cudmani, L. (1992). Los laboratorios de física de ciclos básicos universitarios instrumentados como procesos colectivos de investigación dirigida. *Revista de enseñanza de la física*, 10-17. Recuperado el 2019, de <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/revistaef/article/view/16105>

Sebastiá, J. M. (1985). Las clases de laboratorio de física: una propuesta para su mejora. *Enseñanza de las ciencias*, 42-45.

Sebastiá, J. M. (1987). ¿Que se pretende en los laboratorios de física universitaria? *Enseñanza de las ciencias*, 196-204.

Sebastiá, J. M., & Moncada, P. (2000). Evolución del perfil. *Enseñanza de las ciencias*, 87-94.

La descripción como herramienta para evaluar el desarrollo de la percepción

Berenice N. Castañeda Avila⁷⁵

Luz M. G. Gonzalez A.⁷⁵

Miguel Neri R.⁷⁵

Email: bere.castaeda32@gmail.com

Resumen

El desarrollo de la Percepción en estudiantes de Licenciatura es importante, en el campo de las ciencias experimentales, siendo que es fundamental para el desarrollo del pensamiento creativo en la formación científica. Ante ello, se intervino, con la intención de favorecer el desarrollo de la percepción, en un grupo de Laboratorio Básico de Física I (Mecánica), mediante la implementación de diversas actividades experimentales, así como de lápiz y papel; vinculadas con el curso de Laboratorio, para optimizar el desarrollo de la percepción. Los resultados muestran que se redujeron algunos obstáculos para dicho desarrollo.

Palabras clave

Percepción, Licenciatura, Ciencias experimentales, Formación científica, Actividades experimentales.

Introducción

El desarrollo del pensamiento creativo es un elemento importante a considerar en el campo de las ciencias experimentales, el cual comúnmente está ausente en la formación de los estudiantes, tanto en la educación básica como en la superior.

Ante este problema, en la Escuela Superior de Física y Matemáticas del Instituto Politécnico Nacional, se está realizando una investigación para evaluar las necesidades formativas de los estudiantes en relación con la formación del pensamiento creativo, y a partir de ellas diseñar y poner a prueba estrategias para desarrollar aspectos del mismo.

El desarrollo del pensamiento creativo requiere, como factor indispensable, la formación de la percepción, por lo que este trabajo tiene por objetivo diagnosticar y realizar una evaluación continua de un proceso para favorecer el desarrollo de la percepción que muestran los estudiantes que ingresan a una licenciatura en Física y Matemáticas, mediante la implementación de diversas actividades experimentales y escritas, vinculadas con los temas del curso de Laboratorio de Física I (Mecánica); por lo que en este trabajo nos enfocaremos en la presentación de la percepción de

⁷⁵ Escuela Superior de Física y Matemáticas del Instituto Politécnico Nacional

los alumnos, en relación con conceptos de mecánica clásica, mediante la evaluación de las descripciones de algunos experimentos realizados en el laboratorio, que permiten visualizar de mejor manera los fenómenos relacionados con dichos conceptos.

La metodología a utilizar en la investigación es cualitativa, para analizar a profundidad los posibles cambios en la percepción de los estudiantes, ante los fenómenos que se trabajan en el Laboratorio de Mecánica, conforme se va avanzando en las actividades utilizadas con un grupo de 10 estudiantes de primer semestre de la licenciatura en Física y Matemáticas.

Las teorías que fundamentan la intervención didáctica son, principalmente: teorías de percepción, en particular, las leyes de la Gestalt; la propuesta heurística de Polya; y para complementar, algunas habilidades cognitivo-lingüísticas, que permiten expresar lo que perciben en el lenguaje especializado, para realizar la evaluación; en particular, la descripción.

Marco Teórico

De acuerdo con la definición de la Real Academia Española (2018) sabemos que la percepción está definida como: 1) Acción y efecto de percibir, 2) Sensación interior que resulta de una impresión material hecha en nuestros sentidos y 3) Conocimiento, idea.

Mientras que la definición de percepción interpretada para el diseño gráfico nos dice que “la percepción puede entenderse como procesamiento de información: una serie de operaciones que transforman un elemento de entrada (input) - la luz- en otro de “salida” (output) diferente - información sobre el entorno. (García V., 2017, pp.4)”. El cual se refiere de esa manera debido a la cantidad de información a la que tiene acceso nuestro cerebro dependiendo de la disposición óptica del observador (Figura 1).

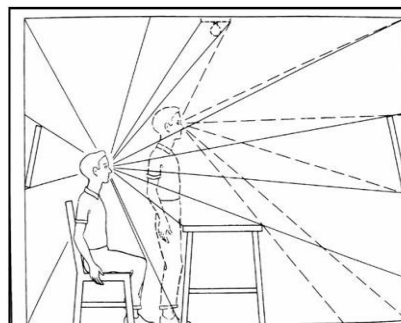


Figura 1. Percepción visual

Debido a que la percepción está directamente conectada con los sentidos es el primer proceso cognoscitivo donde se capta información del entorno, además existen diferentes tipos de percepción, como en este caso, la visual; espacial; olfativa; auditiva; táctil; térmica; del dolor; gustativa; del equilibrio; del tiempo; y de la forma. En este caso todo se replanteará conforme con los temas de laboratorio de Física Mecánica, en el que se pueden diferenciar las siguientes fases de percepción:

- a) *Visión temprana*
- b) *Organización perceptiva*
- c) *Reconocimiento*

Las cuales son una serie de etapas que van desde una visualización rápida, una identificación de la forma en que se organizan los eventos del sistema (o suceso), y finalmente encontrar una correspondencia entre la información obtenida y la que ya se tiene almacenada; con el fin de que se vuelvan conscientes de las distintas características y aspectos de los diversos objetos visualizados. Adoptamos éstas fases para el laboratorio de Física Mecánica, mediante la observación del experimento, seguido de una descripción del mismo, para así pasar a una explicación más técnica y finalizar con un reconocimiento, a través de una explicación más contundente.

Se utilizaron diferentes enfoques teóricos para estudiar los elementos de la percepción relacionados con el curso, entre ellos se encuentran la *Teoría de la Gestalt* con sus leyes (Guillermo Leone, 2011), el pensamiento productivo (Pozo, 1997), el marco explicativo o metodología del “constructivismo” (C. Coll, et.al., 2007) en un ambiente social y de interacción provoca un cambio en la concepción de los procesos de enseñanza y aprendizaje, con lo que este modelo busca lograr el llamado “Aprendizaje Significativo” (Ausubel, Novak, etc.). Con lo cual denota principalmente, la necesidad de partir del nivel del alumnado, considerando tanto sus conocimientos previos, como la evolución de su propio desarrollo, y de dar una lógica al contenido para que facilite la adquisición del conocimiento.

Como parte de los requisitos para el aprendizaje significativo, están la significatividad psicológica, la significatividad lógica, y la motivación. Por lo tanto, estamos promoviendo el aprendizaje desde la situación real del alumno, siendo una educación adaptada a sus características, en definitiva, una educación personalizada. Además, debemos preparar al alumnado para que logre este aprendizaje significativo cada vez de forma más autónoma, por lo que un principio fundamental sería el “aprender a aprender”. (Joseph D. Novak y D. Bob Gowin. 2002)

Metodología

La investigación es de carácter cualitativo, basado en las metodologías constructivista y sociocrítica. La metodología constructivista se utilizó debido a que se plantea la percepción debida a los significados de fenómenos, vivencias, etc.; mientras que la metodología sociocrítica plantea el transformar la realidad, las estructuras, creencias y la praxis educativa, cambios, etc. Cada una de estas metodologías plantea diversas cuestiones con su propio objetivo, el tipo de investigación en que se usa y la forma en que se puede obtener la información; esto puede verse en la tabla siguiente (Aja Fernandez, et.al., 1999):

Tabla 1. Metodología de la investigación en ciencias sociales (adaptado de Marshall y Rossman)

Metodologías	Cuestiones que se plantea	Objetivos	Tipo de investigación	Información
Constructivista	• Percepciones. • Vivencias. • Causas. • Significado del fenómeno para los implicados. • Qué ocurre en un programa social. • Eventos, conductas, creencias, actitudes, estructuras, procesos producidos durante el fenómeno. • Eventos, conductas, creencias y actitudes que modelan el fenómeno.	Descubrir/generar: - Comprender el fenómeno. - Identificar variables importantes para generar hipótesis a contrastar en nuevas investigaciones. - Explicar los elementos que causan el fenómeno, identificar las redes causales que lo modelan.	• Estudio de casos. • Etnografía. • Investigación fenomenológica.	• Observación participante. • Entrevista en profundidad. • Documentos oficiales y personales.
Sociocrítica	• Optimización. • Cambios a realizar. • Cómo transformar la realidad, las estructuras, las creencias y la praxis educativa.	Transformar, concienciar, emancipar, perfeccionar, optimizar, innovar.	• Investigación-acción. • Investigación cooperativa.	• Observación participante. • Entrevista en profundidad. • Documentos oficiales y personales.

Para la toma de evidencias de las actividades hicimos uso de la redacción de descripciones acerca de los materiales y los procesos de las prácticas; con la finalidad de evaluar la mejora de su capacidad de análisis recurrimos a la constante intervención durante el desarrollo de laboratorio, la mejora del ambiente de trabajo colaborativo durante el desarrollo de las prácticas y la evaluación constante de las descripciones con respecto a su percepción en los experimentos.

Mientras qué, para la discusión y comparación de los avances que pudieran haber tenido en el desarrollo de las actividades, usamos una tabla comparativa, de acuerdo a los cambios que mostraban durante el paso de las sesiones de laboratorio para las evaluaciones de las descripciones.

Resultados

Durante el desarrollo en el avance de las descripciones se hicieron en 5 etapas; la “*Etapa 1*” se realizó después de las primeras prácticas, con el ambiente entre los alumnos aún algo caótico y confuso, en los primeros días del curso de laboratorio, con el fin de conocer el nivel de percepción una vez conocida la forma de trabajo en el laboratorio con los estudiantes; la “*Etapa 2*” de evaluación se realizó en un ambiente de laboratorio con mayor confianza entre algunos alumnos, también se realizó un par de sesiones después, bajo la realización de un experimento diferente;

para la “*Etapa 3*”, el desarrollo en el ambiente grupal se encontraba armonioso en su mayoría, con un nuevo experimento y por primera vez solos, contando con un factor más, la existencia de la presión de la temporada de exámenes, por lo que unos cuantos alumnos descuidaron el laboratorio; durante la “*Etapa 4*” el ambiente entre los alumnos se vuelve de mayor compañerismo y confianza hacia el profesor, comenzando a mostrar mayor curiosidad e iniciativa en la realización de los experimentos incluyendo la atención a sus dudas, comenzando a ser autocríticos con ellos mismos y en la realización de sus descripciones; finalmente en la “*Etapa 5*” en la penúltima sesión de laboratorio con un ambiente de compañerismo, y sensación de mutua responsabilidad como equipo, se les solicito una descripción de un experimento final que realizarían ellos mismos, desde el planteamiento, hasta los resultados que esperarían obtener al realizar el experimento. Con cada una de las etapas buscando mejorar a la anterior, pidiendo no solo una descripción escrita si no también con dibujos, tal que:

Para la ETAPA 1 les pedimos por primera vez escribir una descripción de un experimento que harían con materiales comunes del hogar, obteniendo descripciones como las siguientes:

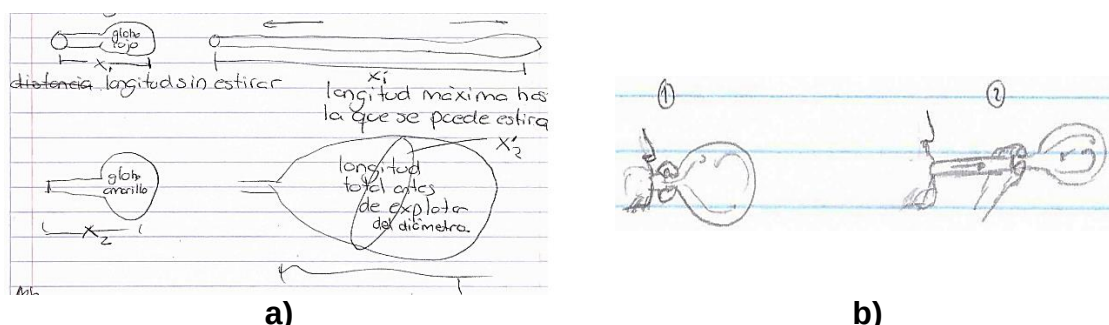


Figura 2. Descripción en la etapa 1 hecha por un alumno a) y otro alumno b).

En las imágenes podemos notar que a pesar de ser alumnos diferentes toman ideas similares para realizar un experimento de mediciones directas y también como es que perciben lo que tienen que hacer (el qué), dejando de lado el cómo, con qué ó donde medirían, tomando solo en cuenta el que medirán los globos en dos casos diferentes.

Para la ETAPA 2 les pedimos por segunda vez escribir una descripción, pero esta vez explicándoles la diferencia entre lo que era una descripción y una explicación, aun guiados para que se hicieran las preguntas que tenían que responderse en su descripción, donde debían incluir equipo, materiales, armados y movimiento del experimento mostrado, obteniendo descripciones como las siguientes:

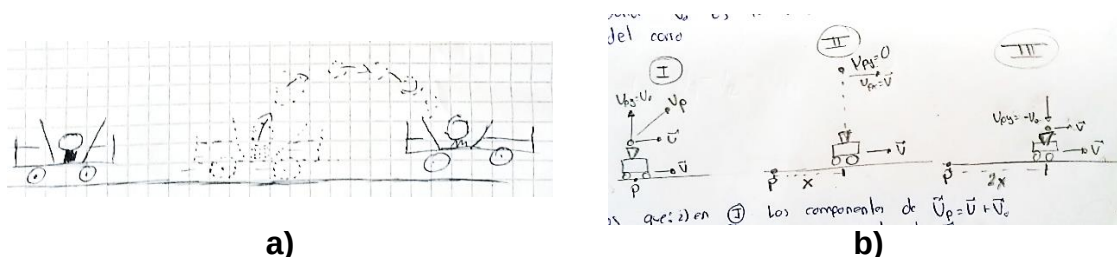


Figura 3. Descripción de la segunda etapa, tomando como ejemplo nuevamente dos alumnos distintos(a y b)

Ahora podemos ver que en el caso del alumno (a) agrega a sus dibujos dirección de movimiento, mientras que el alumno (b) no solo mejora su descripción escrita, sino que también se refleja en sus dibujos la mejora en la percepción ya que no solo agrega los objetos, también agrega en su dibujo direcciones, simbología de conceptos y en el caso particular de esta etapa y del experimento agrega también las diferentes contribuciones de velocidades y aceleraciones para generar el movimiento.

En la ETAPA 3 les pedimos la descripción de un experimento, pero en esta ocasión lo harían completamente solos, tomando en cuenta las experiencias pasadas con respecto de las descripciones anteriores teniendo como resultado lo siguiente:

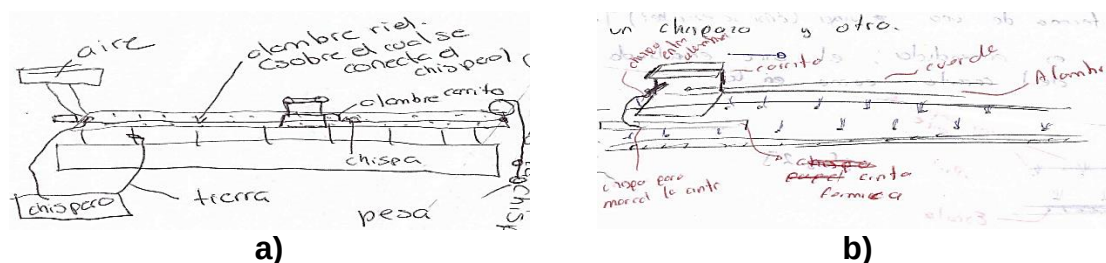


Figura 4. Descripción de la etapa 3, ejemplos de dos alumnos distintos (a y b)

Nos encontramos con las imágenes representativas de la etapa 3 donde los dejamos “solos” completar su descripción, notando que en ambos casos hay una cantidad similar de detalles entre los cuales se encuentran el nombre de los objetos (nuevo) y dibujo con perspectiva; donde el alumno a) coloca los nombres de muchos objetos sin mayor detalle en su funcionamiento, mientras que el alumno b) agrega detalles al dibujo y una dirección de movimiento aun que le falten uno ó dos objetos.

Para la ETAPA 4 les pedimos una descripción que no contuviera ninguna palabra y con esto les pusieran mayor detalle a sus dibujos y al experimento en general obteniendo:

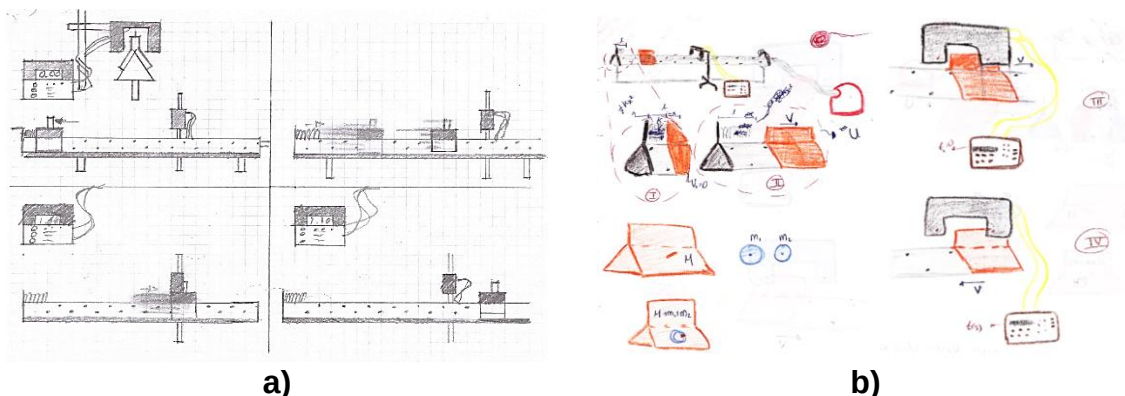


Figura 5. Descripción de la etapa 4, primera descripción totalmente de dibujos de distintos alumnos (a y b)

De las imágenes de la etapa 4 podemos notar que al ser de las últimas sesiones de laboratorio y solo pidiendo dibujos sin ninguna palabra, el detalle en sus dibujos es mayor al tratar de describir el movimiento como lo perciben desde su punto de vista contando los objetos que lo generan o lo afectan, y como lo miden incluyendo el equipo de medición.

Para la ETAPA 5 les pedimos una descripción de un experimento generado por ellos mismos a partir de los temas vistos en laboratorio, para el cual, únicamente uno de los alumnos entregó una descripción completamente de dibujos, obteniendo lo siguiente:

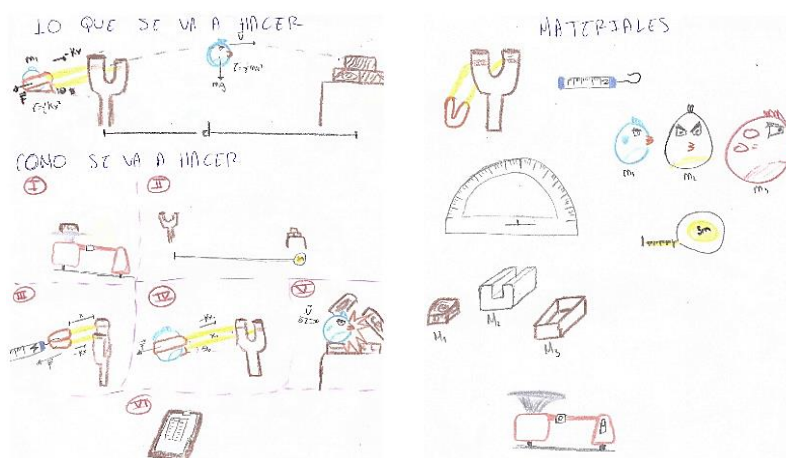
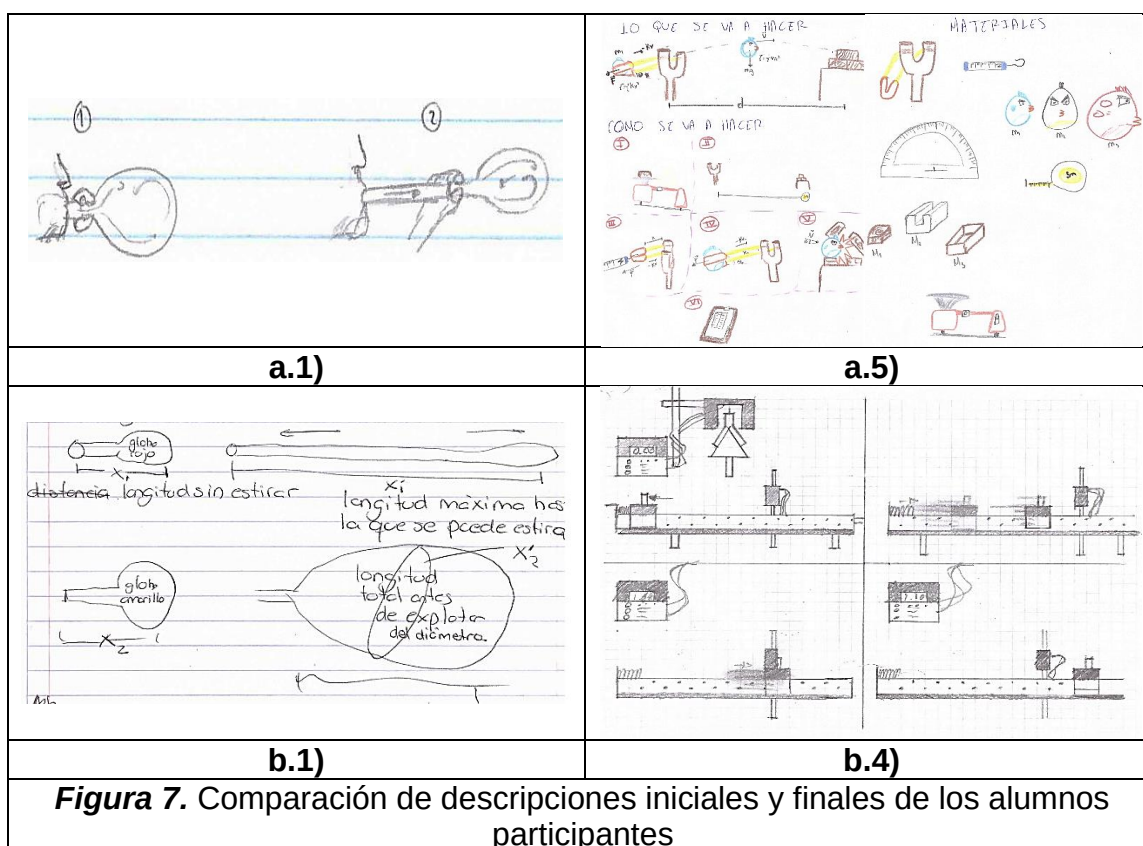


Figura 6. Descripción de la etapa 5 y final, la cual solo fue entregada por un alumno en dos partes

En la etapa número 5, podemos notar en el único alumno que entregó esta última descripción como por medio de dibujos ya trata de contestar las preguntas básicas en las ciencias ¿Qué?, ¿Cómo?, ¿Con qué?, ¿Por qué?; por medio de sus dibujos en los que incluye simbología con significado, dirección, trayectoria y de lo que percibe que pasará.

Por lo cual tomando en cuenta la ETAPA 1 y la ETAPA 5 podemos notar un avance considerable no solo para uno de los alumnos sino para todos los que se empeñaron y realizaron todas las etapas en el desarrollo de las descripciones para mejorar en el desarrollo de las descripciones y los análisis de los fenómenos, obteniendo la comparación de las descripciones siguientes:



Gracias a las imágenes podemos notar el cambio en su percepción, donde pasaron de una percepción superficial a una que les permite visualizar una mayor cantidad de detalles; a pesar de que en el caso del alumno (a) estuvo presente en las 5 evaluaciones y el alumno que representan el caso (b) no estuvo en las 5 evaluaciones; podemos notar que en ambos casos tuvieron una mejora considerable en su percepción.

Por lo que conforme se fue avanzando en el uso de las descripciones, se puede ver que hay un crecimiento gradual, no solamente de uno de los alumnos sino de todo el grupo. Se encuentra basado en la mejora de la percepción que tienen de los fenómenos que observan; evitando así de mejor manera los distractores que si afectan en el desarrollo del fenómeno con el que se encuentran experimentando.

Conclusiones

- El desarrollo de la percepción se puede notar en la mejora de las descripciones.
- Las descripciones con dibujos denotan de mejor manera lo que entienden y como lo entienden. Estos permiten ver los detalles que perciben del fenómeno, tanto los distractores como los aciertos.

Referencias

Benejam Pilar, et. al. (2000). Hablar y Escribir para Aprender. Madrid, España. Síntesis.

C. Coll, E, Martín, et al. (2007). El constructivismo en el aula, 17a edición. Barcelona, España. Graó/Colofón

Caamaño Aurell. (1992). Los trabajos prácticos en ciencias experimentales. Aula de innovación educativa, Revista Aula de Innovación Educativa 9.

Fallas Vargas Fabrizio. (2008). Gestalt y aprendizaje, Vol. 8, Número 1. Revista Electrónica, Instituto de Investigación en Educación, Universidad de Costa Rica, Costa Rica. Pp. 1-12.

Felipe IV. (2018). Real Academia Española [Diccionario]. Recuperado de <http://www.rae.es>

García Viedma María Rosario. Teorías de percepción. Área de Psicología Básica de la Universidad de Jaén, España. Recuperado (2017) de <http://www4.ujaen.es/~mrgarcia/Tema1PAM.pdf>

Hugh D. Young, Roger A. Freedman and A. Lewis Ford. (2008), Sears and Zeman-sky's University Physics: with modern physics, 12th ed., San Francisco, United States of America. Pearson Education, Inc.

J.I. Pozo. (1997). Teorías cognitivas del aprendizaje, Novena edición. Madrid, España, Morata S.L. pp. 171.

[Jorba J., Gómez I. Prat A. \(2000\). Hablar y escribir para aprender \(desde todas las áreas\). Madrid, España. Editorial Síntesis. Recuperado de https://servicios.uns.edu.ar/institucion/files/132_AV_5_3.pdf](https://servicios.uns.edu.ar/institucion/files/132_AV_5_3.pdf)

[José A. Pérez, et al. \(2018\). Lenguaje científico. Wikilengua. Recuperado de http://www.wikilengua.org/index.php/Lenguaje_cient%C3%ADfico](http://www.wikilengua.org/index.php/Lenguaje_cient%C3%ADfico)

Joseph D. Novak y D. Bob Gowin. (2002). Aprendiendo a Aprender. Barcelona, España. mr. Ediciones Martínez Roca.

Leone Guillermo. (2011). Leyes de la Gestalt. Recuperado (2017, mayo #) de <http://www.gestalt-blog.blogspot.com>

Martínez V. Alfonso, Quejeiro F. Alfonso, Tirado G. Salvador, Zamorano U. Rafael, Granados G. Víctor y Chávez V. Francisco. (1983). Manual de Prácticas de Laboratorio de Física 1 (Mecánica). Escuela Superior de Física y Matemáticas – IPN. México, D.F.

Raymond A. Serway y John W. Jewett, Jr. (2004), Física para ciencias e ingenierías, 7ma edición, Vol. 1. Distrito Federal, México. Thomson Learning.

Robert E. Stake. (2007). Investigación con estudio de casos, 4ta edición. Madrid España. Morata.

Rodríguez Palmero María Luz. (2004). La teoría del aprendizaje significativo. Pamplona, España.

Sensibilidad científica en alumnos de electrónica funcional en la licenciatura

Rosa María Palma Díaz ⁷⁶
Luz Ma. de Gpe. González Álvarez⁷⁶
Alfredo Godínez Muñoz⁷⁶
romaryastkn@gmail.com

Resumen

El pensamiento científico es una combinación de pensamiento lógico y creativo. En este trabajo usamos ideas de Lomnitz y Fortes (1981), de Jean Piaget (1980) y de Thomas Kuhn (1962), para desarrollar el pensamiento científico de los alumnos con esas dos vertientes, mediante actividades de desafío y socialización. Estructuramos un curso donde el alumno realiza actividades abiertas de atención, memoria, lectura, redacción y lenguaje; así como de diseño de prototipos. Los datos se obtuvieron mediante un cuestionario diagnóstico y la presentación de un proyecto. A partir del análisis de ellos obtuvimos como resultado que al inicio se mostraba una sensibilidad incipiente, y al final, rasgos de sensibilidad.

Palabras clave

Sensibilidad, curiosidad, pensamiento científico, aprendizaje

Introducción

Este trabajo se aplicó en la Escuela Superior de Física y Matemáticas del Instituto Politécnico Nacional, en donde se pretende, mediante el desarrollo del pensamiento científico, dar una formación incluyente en los aspectos sociales, psicológicos e ideológicos en el aprendizaje, que les permita a los alumnos adquirir una visión dinámica de la ciencia que los motive a continuar y a tomar conciencia de que son los futuros científicos del país.

El objetivo es desarrollar en el alumno las habilidades de identificar oportunidades para intervenir en el desarrollo de la ciencia y la tecnología; captar y solucionar problemas y errores conceptuales; así como guiar su pensamiento creativo, lógico, y sus emociones, para desarrollar su sensibilidad científica. Estas habilidades en particular son determinantes en la labor de la investigación, por lo cual los prepara para ello.

De los resultados se observa un desarrollo de la sensibilidad científica en los estudiantes de la muestra, mediante la presentación del proyecto, que consistió en el desarrollo de un prototipo en el que se utilizaron los aprendizajes obtenidos mediante la intervención didáctica que consistió en una serie de actividades de lectura

⁷⁶ Escuela Superior de Física y Matemáticas del Instituto Politécnico Nacional

y redacción para profundizar en el tema, y de prácticas grupales, para la resolución de problemas integradores del contenido.

Marco Teórico

Algunos autores equiparan la evolución de la ciencia a través de la historia con el aprendizaje de la misma, por ello la epistemología y la didáctica se retroalimentan mutuamente. Uno de estos casos es Kuhn, quien, influenciado por Piaget, encuentra que la enseñanza, particularmente en niños, forma parte de una socialización, donde el aprendizaje es espontáneo, a partir de lo que está disponible. Kuhn, interesado por saber qué es lo que pasa con los científicos y sus elaboraciones conceptuales (Brunetti, 2013), profundiza con todo aquello que tiene que ver con la ciencia entendida como proceso, sean aspectos psicológicos, sociales o históricos (Gianella, 1986).

Kuhn clasifica la forma del pensamiento en dos grupos: el lógico y el creativo. El pensamiento creativo es el que funciona en direcciones diferentes o rechazando direcciones antiguas y optando por otras nuevas. Brunetti (2013), hace referencia principalmente a la forma en la que las personas utilizan juicios marginales (intuiciones), para abordar un problema de manera creativa e imaginativa (Pacual, 2006, citado en Naranjo y Peña, 2016). El pensamiento lógico, es el que se ejerce sobre el consenso establecido (creencias tradicionales) adquirido por la educación y sostenido por la práctica científica (Brunetti, 2013); se relaciona también principalmente con la solución directa de un problema (Naranjo y Peña, 2016).

Entonces, el científico debe enfrentarse idealmente con dos tendencias contradictorias: un impulso hacia la creatividad, fantasía, subjetividad y libertad de pensamiento, y al mismo tiempo desarrollar una estructura interna controladora que moldea y limita este impulso dentro de un sistema de pensamiento coherente, lógico y manejable (Lomnitz y Fortes, 1981). Debido a que estas dos formas de pensamiento entran inevitablemente en conflicto, es necesario poder tolerar cierto grado de tensión que a veces puede volverse excesiva, pero que en palabras de Kuhn (citado en Lomnitz y Fortes, 1981) “es uno de los requisitos primordiales para el mejor tipo de investigación científica”.

En particular el pensamiento lógico es eminentemente deductivo, mediante este razonamiento se van infiriendo o asegurando nuevas proposiciones a partir de proposiciones conocidas, para lo cual se usan determinadas reglas establecidas o demostradas (Oliveros, 2002 citado en Naranjo y Peña, 2016), lo cual fortalece el análisis de situaciones cotidianas o problemas de contexto en el aula. No necesariamente tienen que apelar a experiencias pasadas, sino más bien aplicar procesos de razonamiento lógico adecuadamente fomentados, así que el razonamiento lógico se convierte en una herramienta fundamental para la resolución de problemas de la vida diaria (Naranjo y Peña, 2016). Además, una adquisición de hábitos y habilidades de trabajo es una de las formas más simples del control conductual, y estarían dirigidos a neutralizar tendencias hacia el desorden, ineficiencias y holgazanería. Así se estará desarrollando una estructura controladora que incluye la capacidad de

organizarse, un enfoque sistemático hacia el trabajo, una disposición y la capacidad de trabajar durante largos periodos de tiempo. Esta estructura controladora es una habilidad básica para desarrollar formas de pensamiento lógico y formalización de ideas (Lomnitz y Fortes, 1981).

Por otro lado, el pensamiento creativo no maneja procesos establecidos, pero las ideas producidas son el resultado de diferentes procesos espontáneos manejándose a través de la intuición y la originalidad (Naranjo y Peña, 2016). También se requiere del uso de la memoria para contar con una rapidez de pensamiento regulada que facilite la generación de ideas diversas (González, 2016) y, se pone en acción cada vez que el individuo se encuentra ante un determinado problema, que requiere de él una resolución que emane de un conocimiento sensible y una flexibilidad mental (Pacheco, 2003). También en el proceso creativo se libera la imaginación y el individuo se despoja de ciertos controles intelectuales, pudiendo así pensar en forma diferente, o nueva (Lomnitz y Fortes, 1981).

La creatividad requiere de habilidades cognitivas, por lo que la inteligencia está involucrada en la creatividad (González, 2016), ya que las mentes creativas pasan fácilmente de un proceso secundario, intelectual, complejo, a un proceso primario, primitivo, en el que prevalece la fantasía, imaginación e ingenio (Lomnitz y Fortes, 1981). Estos elementos cognoscitivos interactúan con elementos emocionales, incluyendo rasgos de personalidad, necesidades motivacionales y emociones, como parte del proceso creativo (Lomnitz y Fortes, 1981).

Es importante denotar algunos de los principios de la enseñanza creativa que resumen las características que deben considerarse en una educación promotora del desarrollo creativo en el alumno. Enseñanza de naturaleza flexible: Está en función de la singularidad de los alumnos, y estructurada de acuerdo con las diferentes capacidades e intereses; requiere métodos de enseñanza indirecta. Requiere del arte de deducir, preguntar, sugerir, proporcionar pistas, indicar alternativas e integrar. Estimula las capacidades asociativas, pone en movimiento las operaciones connotativas y fomenta el pensamiento creativo; Es imaginativa; fomenta el uso de materiales e ideas, debe ofrecer oportunidad de combinar actos y pensamiento, la experiencia y la creación, el aprendizaje y la experimentación; favorece la relación que implica una interacción en la que intervienen el profesor, el alumno, el tema y una experiencia o actividad de aprendizaje particular. Es de naturaleza integradora; refuerza la autodirección, ya que el maestro sólo guía el aprendizaje, pero es el alumno quien aprende; implica autovaloración; comporta riesgos, pero aporta recompensas. El aprendizaje implica autorrealización (Pacheco, 2003).

Además de desarrollar el pensamiento científico, es necesario también internalizar una serie de creencias y valores prescriptivos fundados en una interpretación de lo que es hacer ciencia, de lo que es un científico y de por qué y cómo se llega a ser científico. Este complejo código, con niveles cognoscitivos, emocionales y sociales es la ideología científica. El individuo que desea ser científico debe asimilarlo a través de un complicado proceso de socialización (Lomnitz y Fortes, 1981).

Como grupo social, los científicos poseen una ideología elaborada y bien definida (Mulkay citado en Lomnitz y Fortes, 1981). Es una especie de mitología que expresa, a través de sus héroes y anti-héroes, los temores y los anhelos de esa comunidad. Entender esta ideología significa analizar y describir su lógica, deshilar su estructura, no tanto para “desenmascararla” en sus inconsistencias con la realidad, sino para comprender su papel en el proceso de socialización (Lomnitz y Fortes, 1981). La socialización es el proceso mediante el cual se inculca la cultura a los miembros de la sociedad. A través de él, la cultura se va transmitiendo de generación en generación, los individuos aprenden conocimientos específicos, desarrollan sus potencialidades y habilidades necesarias para la participación adecuada en la vida social y se adaptan a las formas de comportamiento organizado característico de su sociedad (Nava, 2007).

Metodología

Para fomentar el desarrollo de la sensibilidad científica, se puso a prueba una estrategia para fomentar el desarrollo de la sensibilidad científica, en un grupo de alumnos de licenciatura que cursaban la asignatura de electrónica funcional I. Esta consistió en realizar una intervención didáctica en el aula de clases, con base a la presentación de contenido del temario, actividades de lectura y redacción para profundizar en el tema, y finalmente se realizaron prácticas grupales, para la resolución de problemas integradores del contenido, abriendo espacios de discusión, de preguntas y respuestas.

Muestra

La muestra que se utilizó, la constituyeron 5 estudiantes, todos varones, quienes cursaban por primera vez la asignatura de electrónica funcional I de la Licenciatura en Física y Matemáticas.

Instrumentos de recolección de la información

- 1) Cuestionario diagnóstico para la evaluación de la sensibilidad científica: Estaba conformado por dos secciones que incluían preguntas abiertas. En la primera se formularon 5 preguntas con relación a la aplicación del conocimiento de electrónica funcional. La segunda consiste en una lectura, la cual plantea una situación problemática de física y con base en ella se formularon tres preguntas abiertas, en las que se pide que identifiquen errores conceptuales, los conceptos físicos presentes, y una alternativa que resuelva mejor la cuestión planteada. Las respuestas abiertas del estudiante reflejan el uso espontáneo de las habilidades de pensamiento lógico y creativo. Previamente a su uso en el grupo, el cuestionario se aplicó a estudiantes de la Ingeniería en Comunicaciones y Electrónica y de la Ingeniería en Control y Automatización, para su validación.
- 2) Videograbación de exposición grupal de proyecto final: la presentación oral del grupo refleja las habilidades de razonamiento verbal, de análisis de argumento,

de pensar probando hipótesis, de resolución de problemas y toma de decisiones. En ella se evaluaron los cambios en la sensibilidad científica que muestran las producciones de los estudiantes, con respecto a los resultados del diagnóstico.

Instrumentos para el análisis de datos

Para analizar los resultados se utilizaron las redes sistémicas, que son herramientas metodológicas para organizar y analizar datos cualitativos obtenidos a partir de cuestionarios abiertos, entrevistas y/o observaciones en el aula. Este método, y la terminología que usa, derivan de la lingüística sistémica. “La lingüística sistémica está interesada en la descripción y representación del significado, de los recursos semánticos del lenguaje”. Es por esta razón que el sistema es útil para averiguar qué entendemos de las respuestas de un estudiante en una entrevista o cuestionario abierto. El análisis sistémico se realiza para recoger el significado de los sistemas de palabras y representarlo (Sanmartí, 1993).

Se inició la construcción de una red a partir de la lectura de las respuestas que se quieren organizar. Unas veces, de la misma lectura se deducen aspectos alrededor de los cuales puede ser significativo organizar los datos. En otros casos, estos aspectos se escogieron previamente en función de las ideas de los alumnos, sobre características de los conceptos o los procedimientos. Los aspectos fueron clases diversas alrededor de las cuales se organizaron palabras hechas por los estudiantes sobre la pregunta planteada, para cada uno, se organizó diferentes categorías. El conjunto formó un “sistema”. Las palabras o expresiones se agruparon por significados y a cada agrupación se le pone una etiqueta (termino). El término escogido fue representativo e informó sobre el contenido del grupo. Los términos se agruparon por medio de barras (“barra”) formando línea vertical que relacionaban la categoría principal (que se situaron a la derecha) con las subcategorías (que se situaron a la izquierda) (Ibidem).

Resultados

A partir de las 5 preguntas planteadas en el cuestionario diagnóstico, se construyó una red sistémica para el análisis de las respuestas dadas a cada una. Para ello se categorizaron las respuestas de los alumnos, con base a las aplicaciones y relaciones de la electrónica funcional en los siguientes contextos, que dieron nombre a cada uno de los temas que inician la construcción de las respectivas redes: “Labor social”; “Vida laboral”; “Responsabilidades”; “Valores”, y “Otros conocimientos requeridos”. Todos ellos tienen que ver con la visión del alumno acerca de lo que podrán desarrollar con los conocimientos del curso, y sus limitaciones éticas.

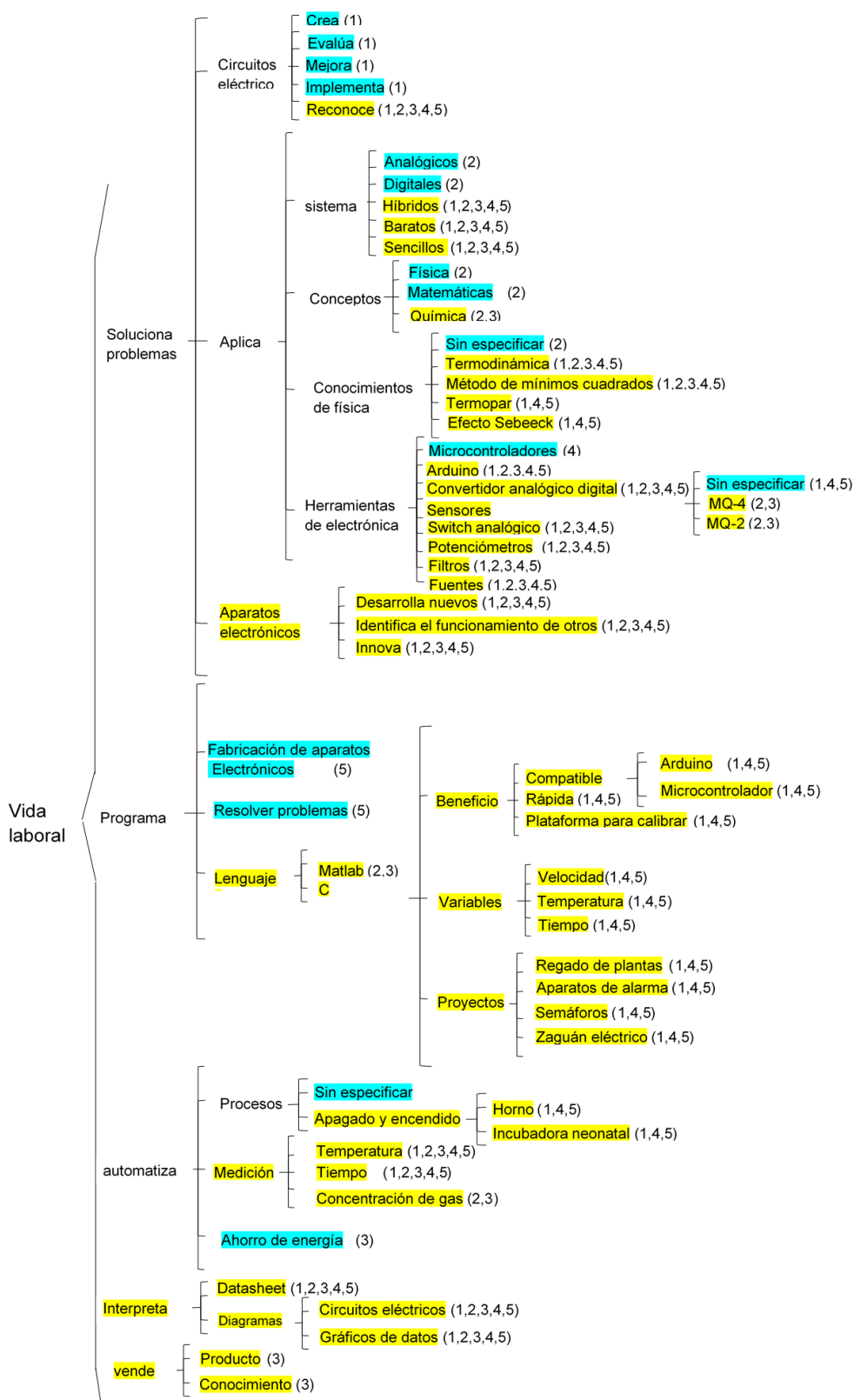


Figura 1. Red sistémica correspondiente a la pregunta 2 de la primera parte del cuestionario diagnóstico y de la presentación del proyecto.

Después del cuestionario diagnóstico se analizaron las exposiciones de los proyectos que desarrollaron los alumnos, para evaluar los rasgos de sensibilidad al final del curso; utilizando los mismos aspectos y categorías del diagnóstico. Se observó que respondieron de manera más completa a la pregunta 2 del cuestionario diagnóstico, que corresponde al contexto “Vida laboral”; por tal motivo, en este documento se presenta el análisis de las mismas, ya que contienen la mayor parte de la información que se obtuvo (Figura 6), de manera que se percibe mejor el desarrollo de la sensibilidad científica de los alumnos.

Para realizar el análisis se elaboró una red sistémica en la que se incluyen los resultados del diagnóstico, en letras negras con sombra azul; y del análisis de la exposición grupal del proyecto, en letras negras con sombra amarilla. A cada alumno se le asignó un número del 1 al 5. En ambos casos, y a manera de distinguir la información obtenida por los alumnos en la red sistémica, se colocó al final de cada terminal un paréntesis con uno o más números, correspondientes a los alumnos informantes. Inicialmente se generaron aspectos, con sus respectivas categorías a partir del análisis del cuestionario diagnóstico. Sin embargo se enriquecieron tanto, que en la red sistémica terminada, la mayoría de las categorías pertenecen al análisis de la exposición grupal.

En seguida se presenta la explicación de la red sistémica, que se analizó en este documento en forma de tabla, y en donde se separaron por columnas la obtención de la información. Por motivos de espacio, al final de ella se incluyeron las evidencias más ilustrativas del diagnóstico, mediante las imágenes que muestran las respuestas de los alumnos.

Tabla 1. Explicación de la red sistémica

Del cuestionario diagnóstico	De la presentación grupal
I. “Soluciona problemas”	
1. El alumno 1 mencionó que para ello es necesario el uso de “Circuitos eléctricos”, y percibió que se requieren diferentes acciones, como “Crear”, “Evaluar”, “Mejorar” e “Implementar” 2.- ¿Qué hace una persona relacionada a la electrónica funcional 1 en su vida laboral? Reconoce algún problema, plantea una solución al desarrollar algún Circuito (prototipo), evalúa los resultados, mejora el prototipo, y por último resuelve el problema, es decir, implementa el circuito final. 2. Para ello “Aplica” diferentes: “Sistemas”, como los “Analógicos”, “Digitales” “Conceptos” de “Física”, “Matemáticas” “Conocimientos de física”, lo mencionaron “Sin especificar” “Herramientas de electrónica” como los “Microcontroladores” que menciona el alumno 4.	Todos los alumnos identificaron que además de las acciones mencionadas en el cuestionario diagnóstico, el “Reconocer” también es necesario para resolver problemas - Utilizaron sistemas “Híbridos”, y también identificaron que presentan la cualidad de ser “Baratos” y “Sencillos”. “Química”. - Contrario al cuestionario se expresó “Termodinámica”, “Método de mínimos cuadrados”, “Termopar” y “Efecto Sebeck”

2.-¿Qué hace una persona relacionada a la electrónica funcional 1 en su vida laboral? <i>Solucionar problemas con microcontroladores y electrónica. Aplican los conceptos (físicos/matemáticos)</i>	d) Además de los “Microcontroladores” se mencionó el “Arduino”, “Convertidor analógico digital”, “Sensores”, “Switch analógico”, “Potenciómetros”, “Filtros” y “Fuentes” 3. Los alumnos expresaron que solucionan problemas con “Aparatos electrónicos”, y para ello “Desarrolla nuevos”, “Identifica el funcionamiento de otros”, e “Innova”
II. “Programa”	
1. La “Fabricación de aparatos electrónicos” 2. Y Para poder “Resolver problemas” como lo mencionó el alumno 5. 2.-¿Qué hace una persona relacionada a la electrónica funcional 1 en su vida laboral? <i>Crea circuitos eléctricos, programas de algún lenguaje para poder resolver algún tipo de problema o fabricación de aparatos electrónicos</i>	3. En “Lenguajes” a) “Matlab” b) “C” i. Tiene los “Beneficios” i.1) De ser “Compatible” con el “Arduino” y “Microcontroladores” i.2) “Rápida” i.3) Tiene la facultad de ser “Plataforma para calibrar” mediciones ii. Se puede programar las “Variables” como la “Velocidad”, “Temperatura” y el “Tiempo” iii. Para desarrollar “Proyectos” de “Zaguán eléctrico”, “Regado de plantas”, “Aparatos de alarma” y “Semáforos”
III. “Automatiza”	
1. “Procesos” “Sin especificar” 3. El “Ahorro de energía”	Contrario al cuestionario diagnóstico los alumnos identificaron procesos como el “Apagado y encendido” en un “Horno” y “Incubadora neonatal” identificados. 2. La “Medición de “Temperatura”, “Tiempo” y “Concentración de gas”
IV. “Interpreta”	
	1. El “Datasheet” de aparatos electrónicos del mercado 2. “Diagramas” como “Circuitos eléctricos” y “Gráficos de datos”
V. “Vende”	
	1. “Productos”

Conclusiones

El desarrollo de la sensibilidad estaba en una etapa insipiente en el momento de aplicar el cuestionario diagnóstico, pues los rasgos de captar problemas de algo o alguien y proponer una solución con relación a la electrónica, que se evaluó en las respuestas de los alumnos, carecían de profundidad.

Con la red sistémica se observó que después de la intervención y el desarrollo del proyecto grupal libre, en las exposiciones de los alumnos, un conocimiento especializado a comparación con el cuestionario diagnóstico, y una mayor sensibilidad científica, al identificar errores conceptuales, conceptos físicos, problemas y soluciones con un mayor grado de profundidad del conocimiento.

Referencias

Brunetti, J. 2013, Thomas Kuhn: ¿epistemólogo o psicólogo de la ciencia?, Revista CTS, nº 22, vol. 8, pp. 191-212.

Gianella, A. 1986, la relación de la epistemología con la ciencia, Revista de Filosofía y Teoría Política no. 26-27, pp. 261-266.

González, A. 2016, Marco teórico, Diagnóstico de necesidades formativas para la formación de la creatividad en ingenieros matemáticos, pp 19-20, Ciudad de México.

Lomnitz L. y Fortes, J. 1981, Ideología y socialización: el científico ideal, IIMAS (UNAM), pp. 41-64.

Naranjo L. y Peña, L. 2016, El pensamiento lógico-abstracto como sustento para potenciar los procesos cognitivos en la educación, Sophia, Colección de Filosofía de la Educación, núm. 21, pp. 31-55.

Nava, R. 2007, Socialización del conocimiento académico con el uso de tecnologías de información y comunicación, Revista Venezolana de Información, Tecnología y Conocimiento, vol. 4, núm. 3, pp. 41-56.

Pacheco, V. 2003, La inteligencia y el pensamiento creativo: aportes históricos en la educación, Revista Educación, vol. 27, núm. 1, pp. 17-26.

Sanmartí, N. (1993). Las redes sistémicas: construcción y aplicaciones. Universidad autónoma de Barcelona, 14pp.

Secuencia didáctica para la enseñanza de ondas mecánicas con enfoque al desarrollo de habilidades metacognitivas

Alejandra Ibarra Morales⁷⁷

Leonor Pérez Trejo⁷⁷

Luz Ma. de Gpe. González Álvarez⁷⁷

ale_deneb@hotmail.com

Resumen

La educación integral permite no solo la transmisión de datos y métodos también la enseñanza de actitudes y habilidades, ante esto y como parte de una tesis para el desarrollo de la metacognición en estudiantes de Licenciatura en Física y Matemáticas, se diseñó una secuencia didáctica para el tema de ondas mecánicas, en este trabajo se expone dicha secuencia haciendo énfasis en las distintas habilidades que se permite desarrollar con cada una de las actividades aplicadas con el fin de complementar el trabajo previo.

Palabras clave

Habilidades metacognitivas, autoevaluación, redirección, planeación, secuencia didáctica.

Introducción

La educación no se limita únicamente a la transmisión de conocimientos, datos o metodologías; una educación integral busca proporcionar a los alumnos el desarrollo de habilidades y actitudes. Cuando se trata con educación superior es imprescindible que el estudiante madure su autonomía, es decir que tenga la capacidad de escoger las estrategias y apoyos que requiere para desarrollar su propio aprendizaje, una forma de conseguir esto, es enseñando metacognición, la cual es definida por Brown (1978, citado por Allueva, 2002) como el conocimiento del propio conocimiento, y se refiere a saber lo que se sabe, aprender a aprender y autorregularse.

Como el desarrollo de la metacognición es una parte fundamental de la educación, y con el fin de conocer el nivel de las habilidades metacognitivas de los estudiantes de nivel licenciatura, se realizó una tesis titulada: Diseño de herramientas para desarrollar la metacognición en estudiantes de Licenciatura en Física y Matemáticas, que consistió en una investigación cualitativa en la que se aplicaron las metodologías constructivista y socio-crítica para mostrar que es posible desarrollar las habilidades metacognitivas de los estudiantes, mediante la aplicación de actividades diseñadas para tal propósito. Sin embargo, aunque dicha tesis expone las características de las herramientas, consideramos faltaba presentar un trabajo que permitiera distinguir las cualidades generales de dichas actividades, con el fin

⁷⁷ Escuela Superior de Física y Matemáticas del Instituto Politécnico Nacional.

de que cualquier profesor sin importar su asignatura pueda diseñar su propio material para fomentar las habilidades metacognitivas de sus estudiantes.

Marco Teórico

La metacognición tiene que ver con pensar en un proceso dirigido que permite resolver problemas, una actividad que mueve al individuo a través de una serie de pasos. Las operaciones que permiten describir la actividad mental son las cognitivas y las metacognitivas. Las operaciones metacognitivas son aquellas que permiten dirigir y controlar la producción de significados, procesos y productos del pensamiento para darle sentido, a través de los procesos de planificación, supervisión y evaluación del acto mental. El término metacognición es un neologismo acuñado con el prefijo griego *Meta* que significa posterior, transformación o compañía, y *Cognición* que se refiere los procesos mentales por los cuales una persona es capaz de integrar, relacionar y analizar información, con esto se puede decir que la metacognición es que lo “que acompaña a la cognición” (González, 1993). El término fue usado por primera vez en los trabajos de Flavell en 1971, el cual estudiaba la metamemoria en un trabajo que confirmó que el ser humano es capaz de someter a estudio y análisis sus propios procesos memorísticos. En 1976 Flavell, citado por Allueva 2002, realizó la siguiente descripción:

Metacognición significa el conocimiento de uno mismo concerniente a los propios procesos y productos cognitivos o a todo lo relacionado con ellos, por ejemplo: las propiedades de información o datos relevantes para el aprendizaje. Así, practico la metacognición cuando caigo en la cuenta de que tengo más dificultad de aprender A que B; cuando comprendo que debo verificar por segunda vez C antes de aceptarlo como un hecho; cuando se me ocurre que haría bien en examinar todas y cada una de las alternativas de una elección múltiple...

Las habilidades metacognitivas

Poseer una habilidad supone que el individuo tiene los conocimientos y sabe utilizar ciertas herramientas para llevar a cabo la ejecución de una determinada tarea. La relación entre la metacognición y las habilidades se puede definir a partir de las cuatro características de la metacognición que menciona Chrobak (sin fecha) citando a Burón (1996).

1. Llegar a conocer los objetivos que se quieren alcanzar con el esfuerzo mental.
2. Posibilidad de la elección de las estrategias para conseguir los objetivos planteados.
3. Autoobservación del propio proceso de elaboración de conocimientos, para comprobar si las estrategias elegidas son las adecuadas.

4. Evaluación de los resultados para saber hasta qué punto se han logrado los objetivos.

Tomando como base las características dichas por Burón definiremos tres habilidades metacognitivas, Planeación, Redirección y Autoevaluación. Se considera a la Planeación como el proceso mediante el cual una persona establece una serie de pasos y procedimientos para llegar a una meta establecida, considerando para su elaboración los recursos de los que dispone. La Redirección se refiere a la modificación del plan cuando la autoobservación y autoevaluación indican que no se están cumpliendo los objetivos que se establecieron en el plan. Finalmente, la Autoevaluación, se considera el proceso por el cual una persona puede evaluar sus propias producciones, recursos, habilidades y actitudes, así como la regulación de estos.

El ciclo de aprendizaje.

Jorba y Casellas (1997) consideraron a la enseñanza como un proceso que tiene que conducir a la evolución de las ideas del alumno, para ello requiere del diseño de actividades de enseñanza-aprendizaje que no esté solamente basado en la lógica de la disciplina, sino también en la lógica del que aprende, que es quien tiene que construir sus conocimientos. Para ello dichos autores diseñaron un ciclo dividido en cuatro fases diferentes, las cuales van variando sus niveles de complejidad y abstracción, tal y como se ve en la figura 1.1

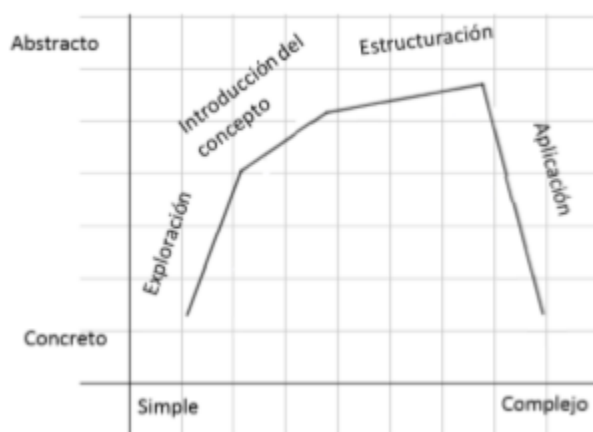


Figura 1. Ciclo de aprendizaje constructivista (Jorba y Casellas, 1997)

Las fases de este ciclo son: Fase de exploración.- Esta fase sirve como punto de partida para estudiar un tema, posibilita el diagnóstico de la situación inicial tanto

del individuo como del grupo (Jorba y Casellas 1997), y es un momento para identificar las ideas de los alumnos y sus preconcepciones. Las actividades de esta fase tienen la intención de plantearse los objetivos y problemas que serán tema de estudio, además de que expliciten sus representaciones al respecto. Son idóneas las actividades relacionadas con realizar observaciones o experimentos (Sanmartí, 2002)

Fase de introducción del concepto o procedimiento.- En esta fase se realiza la introducción de nuevas ideas, conceptos y metodologías que son necesarias para comprender el objeto de estudio (Jorba y Casellas 1997), las actividades de esta fase están orientadas a favorecer que el estudiante pueda construir las ideas (Sanmartí 2002).

Fase de estructuración.- En esta se espera que el alumno reconozca, comprenda y utilice los instrumentos formales de la disciplina que se está estudiando; que haya una comprensión más profunda de las ideas individuales a través de la comparación y del contraste (Jorba y Casellas, 1997). En esta etapa también se incluyen las actividades que fomentan la memorización, no por ser el objetivo, sino para agilizar el uso de las herramientas adquiridas.

Fase de aplicación.- Jorba y Casellas consideran que para conseguir que el aprendizaje sea significativo, deben tenerse oportunidades para aplicarlo. Es por ello que en esta fase se usan actividades que planteen nuevos problemas o pequeños proyectos e investigaciones en los que los estudiantes usen lo aprendido (Sanmartí, 2002).

Problemas CUN.

Los problemas CUN (por sus siglas en inglés, complejos, desconocidos y no rutinarios) se caracterizan por que sus soluciones necesitan del desarrollo del razonamiento, lógica, deducción, la creatividad y la comunicación. Además de fomentar el pensamiento divergente de los estudiantes. Cuando los alumnos se enfrentan con problemas CUN en vez de algoritmos de procedimiento, es inevitable que compartan ideas, discutan soluciones y expliquen su propio pensamiento (Maverech y Karamski, 2017).

Mientras el aprendizaje por memorización con frecuencia se lleva a cabo de manera automática o inconsciente, sin pasar por el camino metacognitivo, no es el caso cuando se realizan tareas complejas como los problemas CUN. Por tanto, al resolver tareas complejas, la activación de los procesos metacognitivos es inevitable (Maverech y Karamski, 2017). La selección adecuada de problemas con las características mencionadas permite el desarrollo de habilidades metacognitivas.

Metodología

A continuación, se expondrá la secuencia didáctica diseñada para la enseñanza del tema de ondas mecánicas, destacando las características generales de estas actividades que permitan el desarrollo de las habilidades metacognitivas. Primero en la tabla 1.1 se muestran enlistadas las actividades.

Tabla 1. Actividades y estrategias de la secuencia didáctica		
	Actividad o estrategia	Características que permiten fomentar las habilidades
A	Cuestionario retrospectivo 2°	Cuestionar autopercepción y planeación de estrategias para mejorar
B	Cuestionario de preconceptos	Permitir expresar abiertamente sus ideas previas
C	Clase de exploración	Acercamiento a experiencias que identifiquen los objetivos del tema
D	Trabajo en equipos diseñados	Identificar y aplicar sus aptitudes y habilidades personales
E	Diferenciador semántico, ondas y oscilaciones	Expresar los conceptos en sus propias palabras para interiorizarlos mejor
F	Lista de problemas	Trabajar la solución de problemas heurísticos y conceptuales
G	Taller de problemas	Dirigir para aplicar los procesos necesarios en la solución de problemas
H	Ayuda a Batman	Actividad CUN de aplicación de la teoría
I	Práctica vasos-teléfonos	Actividad CUN de aplicación práctica
J	Diseño de mapa mental	Aprender una estrategia de estudio mediante cambio de representación
K	Cuestionario retrospectivo 3°	Cuestionar autopercepción y planeación de estrategias para mejorar.

Estas actividades se muestran en la figura 1.2 acomodadas en las distintas etapas del ciclo de aprendizaje.

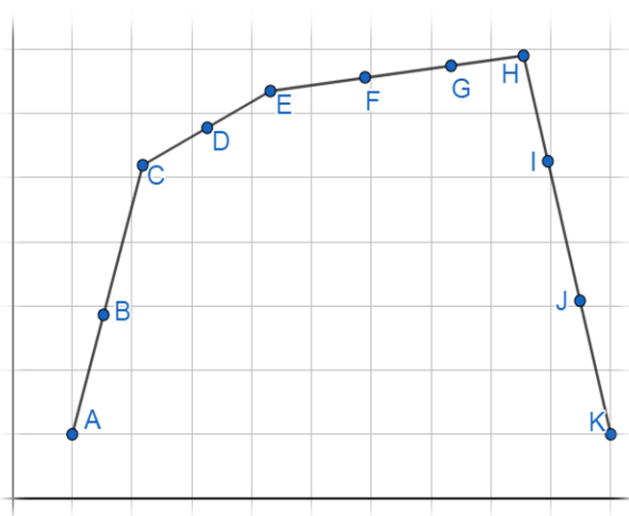


Figura 1.2 Actividades situadas en el ciclo de aprendizaje.

Tal y como se muestra en la tabla 1, la primera y última actividades fueron cuestionarios retrospectivos, estos se caracterizan por ser preguntas abiertas que permitieran al estudiante hacer un análisis de su autopercepción y contrastarlo con sus resultados, promoviendo que el alumno genere una nueva planeación basada en las estrategias que debe implementar para mejorar su desarrollo. Este tipo de cuestionamientos deben realizarse tanto al inicio como al final de cualquier proceso, lo cual generara en el alumno las habilidades de autoevaluación y planeación.

La segunda actividad fue un Cuestionario de preconceptos, se recomienda al docente aplicar cuestionarios iniciales tanto para hacer una evaluación previa sobre los antecedentes como en nuestro caso identificar cuales son las ideas previas de los estudiantes, para ello los cuestionarios abiertos permiten al alumno expresar abiertamente sus ideas y que el profesor planee el resto de las actividades para hacer que estas evolucionen.

Una vez realizados los cuestionarios que nos sirvieron como antecedente, se procedió a plantear una clase de exploración a fin de cubrir las fases del ciclo de aprendizaje de Jorba y Casellas, en nuestro caso dicha clase se baso en una experiencia en el laboratorio cuyo principal propósito era que los alumnos identificaran los objetivos del tema a estudiar. Se recomienda la generación de actividades que permita que sea el propio alumno el que identifique los objetivos del curso.

El inciso D, de la tabla 1 se refiere a la estrategia de realizar trabajo con equipos diseñados, para el diseño de estos equipos se usó la propuesta de equipos de trabajo de Camarena (2008), en el cual se indica que un equipo debe estar conformado por un líder académico, un líder afectivo y un líder de trabajo. Debido a que era un grupo numeroso se decidió diseñar equipos de cuatro integrantes de modo que se conformaran por un líder de cada tipo y un alumno al que no se le hubiese identi-

cado su tipo de liderazgo o un alumno comodín, es decir que cubría las características de más de un tipo de líder. La identificación del tipo de liderazgo de los estudiantes se realizó mediante una triangulación de investigadores con base a las observaciones recabadas en la fase de diagnóstico. El conformar equipos permitiendo que las cualidades y características de los individuos se complementaran permitió que los estudiantes identificaran y aplicaran sus aptitudes y habilidades personales, lo cual contribuyó a la evolución de la habilidad de autoevaluación.

Las actividades que permiten a los alumnos expresar los conceptos estudiados en sus propias palabras ayudan con la interiorización de estos, es por ello que en nuestra secuencia didáctica se aplicó un diferenciador semántico para distinguir entre ondas y oscilaciones.

El punto F de la tabla 1 corresponde a la estrategia de entregar a los alumnos el material de apoyo de una lista de problemas, pero con la característica de que los problemas fueron de tipo heurísticos y conceptuales. Ya que los problemas heurísticos se caracterizan por ser aquellos en los cuales para su solución es necesaria la aplicación de teoría y algoritmos, así como el desarrollo de un proceso de análisis que lleve a la elección de una serie de pasos que permitirán obtener la respuesta, se distingue de los problemas algorítmicos por no poder solucionarse solo con la aplicación de ecuaciones, y los problemas conceptuales se caracterizan por ser situaciones que se cuestionan y deben afrontarse aplicando los conceptos vistos en teoría, las respuestas a este tipo de problemas son mediante argumentos y con descripciones asociativas. Con estas características el problemario entregado permitió presentar una estrategia en la que se ponía a los estudiantes en una situación en la cual tenían que implementar múltiples habilidades cognitivas, apoyando a la noción de una educación integral.

Acompañado del problemario se implementó la estrategia de hacer un taller de problemas extraclase. En este se resolvía algunos ejemplos, pero principalmente nos concentramos en enseñar a los alumnos a dirigir sus propios procesos para la solución de problemas, ejemplificando el tipo de autocuestionamientos que deben realizarse al momento de resolver problemas complejos como son los de tipo heurísticos y conceptuales.

El problema de ayuda a Batman, es un problema conceptual en formato de historieta, en este se presentaba un personaje que usaba el sonido como arma, y se pedía a los estudiantes que analizaran una propuesta de contrataque usando el fenómeno de interferencia, y proponer otra alternativa de como contrarrestar una onda sonora. Este problema cumple las características de un problema CUN, ya que es complejo al necesitar una visualización de la interferencia destructiva en ondas tridimensionales; es desconocido ya que fue un problema obtenido a partir de un videojuego y no de un libro de texto, y es no rutinario al presentarlo al estudiante en formato de historieta. Además, permitió fomentar el pensamiento divergente de los estudiantes.

Práctica vasos-teléfonos, es una actividad práctica de tipo CUN, para esta actividad se solicitó a los alumnos que hicieran un trabajo en el construyeran 12 prototipos diferentes de vasos-teléfono y los clasificaran por cual transmite mejor el sonido. Este problema abierto permitió a los estudiantes poner en práctica habilidades como el control de variables, y fomenta las habilidades metacognitivas al dar al estudiante el control del diseño experimental y su análisis. Para esta actividad se les otorgó a los estudiantes un lapso de tres semanas y podían escoger con que compañeros lo realizarían. Con estas dos ultimas actividades se busca ejemplificar que las actividades tipo CUN se pueden adaptar tanto a la teoría como al laboratorio. Y sus características permiten que el alumno desarrolle sus habilidades metacognitivas.

La actividad J, el diseño de mapa mental, busco enseñar al estudiante una nueva técnica de estudio mediante el cambio de representación, en el que se motivo a los estudiantes a hacer uso de dibujos y diagramas para expresar los conceptos. En los cursos de tipo formativo se sugiere implementar estrategias en las que se les enseñe a los estudiantes: técnicas de estudio a fin de que adquieran las habilidades para aprender a aprender.

Resultados

Para el análisis de resultados, se analizaron las respuestas a problemas conceptuales, heurísticos y se contrastaron las respuestas de los cuestionarios retrospectivos y los resultados mostrados por los estudiantes en las evaluaciones parciales.

Al inicio del curso, antes de implementar las actividades y estrategias expuestas en este trabajo, los alumnos presentaron soluciones de problemas en los cuales se apoyaban de la realización de diagramas y el planteamiento de ecuaciones, sin embargo, no exponían sus razonamientos. La principal estrategia de estudio que reportaron fue resolver problemas y preguntar dudas. La única muestra observable de desarrollo de la habilidad de planeación y redirección se presentó cuando se reportó una toma de decisiones en el orden de solución de los diversos enunciados del examen parcial. Sin embargo, se presentó una desconexión entre la autopercepción de su preparación contrastada con sus resultados, esto se denotó cuando los alumnos plantean estrategias cuyo uso no se observó, como el preguntar cuando no entienden, o una planeación inadecuada al estudiar solo un par de días antes del examen. Además, los planteamientos de los problemas fallaron cuando no se realizó una correcta identificación de sus elementos. No se observó ninguna muestra de desarrollo de autoevaluación en esta etapa, ejemplificándola en que sus autocalificaciones no eran consistentes con sus evaluaciones obtenidas, obteniéndose una diferencia de hasta 2.2 puntos en promedio. Lo cual denota una sobrevaloración de su trabajo. Finalmente, se consideró una habilidad de redirección incipiente Las incongruencias mostraron una falta de desarrollo de la autoconciencia, planeación y redirección, es decir, una falta de desarrollo metacognitivo.

Una vez aplicada la secuencia didáctica se volvieron a evaluar los mismos puntos, y se reportó lo siguiente:

Se desarrollo la habilidad de planeación, lo cual se observó ya que los alumnos empezaron a utilizar apoyos para la identificación y planteamiento de problemas, esto usando texto en el que explicaban y expresaban las incógnitas y análisis realizados. Además de implementar nuevas técnicas de preparación las cuales si se observaron, como fue la asistencia al taller de problemas, la solución de problemas como preparación para el examen fue gradual y continua. También se observó que la mayor parte de la muestra cumplió con el plan que propuso para su preparación del segundo al tercer parcial, lo que los llevó a obtener resultados positivos y mejorar el promedio de calificaciones de la muestra que fueron en su mayoría aprobatorias.

La habilidad de autoevaluación se vio desarrollada, en la solución de problemas donde se observó que los escribían con orden, incluyeron justificaciones físicas y matemáticas, lo cual los apoyó en el proceso de inspección. Además, surgieron estrategias para la revisión de sus procedimientos, como fueron el comparar situaciones y el análisis de unidades. Sin embargo, la mayoría de los estudiantes siguieron sin realizar algún otro tipo de autoevaluación durante la solución de problemas. La mayoría mejoró en el contraste de su autopercepción y sus resultados mostrados en el examen. Lo anterior se observó cuando la diferencia entre ambas se redujo de 2.2 a 0.8 puntos, solo uno siguió sobrevalorando su desempeño. Los alumnos reconocieron algunas de las habilidades que se les identificaron al momento de asignarles equipos. El que decidieran por iniciativa propia seguir trabajando con el mismo equipo en las actividades donde se les dio la libertad de escoger a sus compañeros, denota que distinguieron las ventajas y oportunidades que tenían en equipos diseñados para aprovechar su tipo de liderazgo.

Finalmente, para la habilidad de redirección, en la solución de problemas, aunque se presentaron nuevas estrategias de autoevaluación, solo se observaron al final de la solución y no durante el proceso, lo cual lo obstaculiza. Se identificó que los estudiantes no solo siguieron su plan inicial de preparación para el tercer parcial, sino que implementaron estrategias nuevas como asistir al taller de problemas. La incorporación de elementos al plan original denotó desarrollo en la habilidad de redirección.

Conclusiones

Como parte del trabajo de una tesis de licenciatura, se realizó una investigación para realizar un diagnóstico del nivel de habilidades metacognitivas que presentan los estudiantes del curso de Física II, y con esto proponer herramientas para realizar una intervención didáctica que favoreciera el desarrollo de dichas habilidades. La investigación que permitió la realización de dicha tesis evaluó inicialmente el grado

de desarrollo de dichas habilidades y posteriormente realizo otra evaluación después de una intervención diseñada para fomentar el desarrollo metacognitivo de los estudiantes.

Con base en lo encontrado en la evaluación de la intervención de dicha tesis, se puede decir que, es posible el desarrollo de las habilidades metacognitivas cuando se aplica una intervención didáctica, con herramientas diseñadas para ello, en las cuales sus principales características fueron: enseñar al estudiante a auto cuestionarse, permitir que el alumno exprese los temas de clase en sus propias palabras, que escoja sus propias estrategias y se autorregule, enfrentarlo con los resultados de su planeación y enseñar técnicas de estudio.

Referencias

Allueva, P. (2002), Conceptos básicos sobre metacognición. Desarrollo de habilidades metacognitivas: programa de intervención (pág. 60,61, 68, 69, 70, 73, 74, 75, 76). España, Consejería de educación y Ciencia, Diputación general de Aragón

Chrobak, R., (sin fecha). La metacognición y las herramientas didácticas. Universidad Nacional de Camahue, Facultad de ingeniería, Departamento de física, Buenos Aires

González, F., (1993) Acerca de la metacognición, Paradigma, Vol. XIV al XVII, 1993-1996.

Jorba, J. & Sanmartí, N., (1996) Enseñar, aprender y evaluar: un proceso de regulación continua propuestas didácticas para las áreas de ciencias de la naturaleza y matemáticas. Research Gate. Klimenko, O. & Alvares, J., (2008) Aprender cómo aprendo: la enseñanza de estrategias metacognitivas. Educación y Educadores, Vol. 12, Núm. 2. Pág. 12-28

Sanmartí, N., (2002) Didáctica de las ciencias en la educación secundaria obligatoria, Editorial Síntesis educación, Pág. 185-202

Mavarech, Z., Vrachá, K., (2017). Matemáticas críticas para las sociedades innovadoras, el papel de las pedagogías metacognitivas. México, Instituto Politécnico Nacional, edición en español por acuerdo con la OCDE.

Expectativas y problemas de los profesores ante el uso de trabajos prácticos abiertos

Luz María de Gpe. González Álvarez⁷⁸
luzmagpeglez@gmail.com

Resumen

En este documento se presentan las ideas que expresan los profesores de ciencias ante la idea de utilizar trabajos prácticos con diferente grado de apertura, en su práctica docente. Los datos se tomaron mediante un cuestionario abierto, y se analizaron utilizando redes sistémicas. Los resultados muestran que los maestros tienen una opinión favorable acerca de las actividades de aprendizaje abiertas, para favorecer el desarrollo de una variedad de capacidades en los estudiantes, pero se presenta incertidumbre acerca de si los estudiantes los podrán realizar con poca guía del docente, y si el tiempo será suficiente para cubrir los programas.

Palabras clave

Trabajos prácticos abiertos, profesores de ciencias, capacidades de los estudiantes, guía del docente.

Introducción

En este documento se pretende compartir los resultados de una investigación cuyo objetivo es conocer las expectativas y los problemas que perciben los profesores de ciencias, en particular de física, ante el uso de trabajos prácticos abiertos y cerrados, para contar con elementos que permitan promover los primeros en el proceso de formación de profesores. Para esto se elaboró un cuestionario abierto en el cual se preguntó acerca de los problemas que detectan en el desarrollo de su labor y sobre las expectativas ante la realización de los trabajos prácticos de diferente grado de apertura y se aplicó a una muestra de profesores que imparten clase en diferentes niveles educativos. Para la reducción y el análisis de datos, se utilizaron redes sistémicas y cuadros en los que se concentró toda la información obtenida. En las siguientes secciones del documento se presentan los fundamentos teóricos y metodológicos que sustentan esta investigación, así como los resultados obtenidos y las conclusiones.

⁷⁸ Escuela Superior de Física y Matemáticas del Instituto Politécnico Nacional.

Marco Teórico

Una oportunidad para enriquecer la formación del pensamiento científico en las escuelas de ciencias es incluir actividades que permitan al estudiante desarrollar el pensamiento creativo, sin descuidar la formación del pensamiento lógico, que también es importante. Los factores que han de estar presentes para activar el pensamiento creativo son, entre otros: la libertad, el uso de la intuición y de la imaginación (Lomnitz y Fortes, 2014).

Existen otros factores que favorecen la formación, tanto del pensamiento lógico como del creativo, uno de ellos es la actitud crítica. Esto lo fundamenta Bachelard (2000), al afirmar que el espíritu científico se forma mediante la superación progresiva de una serie de obstáculos epistemológicos entre los que la experiencia inmediata acríticamente aceptada es el primero y tal vez el más importante.

En la formación de un espíritu científico, el primer obstáculo es la experiencia situada por delante y por encima de la crítica, elemento que forma parte necesariamente del espíritu científico. Puesto que la crítica no ha operado, de manera explícita, la experiencia primera no puede constituir en ningún caso apoyo firme.

Para que los estudiantes aprendan a tomar actitudes críticas, las habilidades relacionadas con la competencia investigativa ofrecen el espacio ideal, porque implican el dominio de conocimientos en un área del saber, necesario para contar con elementos para la crítica fundamentada; así como los procedimientos científicos, el pensamiento crítico y el razonamiento complejo y la toma de decisiones (Cárdenas, 1988).

En la literatura especializada se pueden encontrar evidencias de que los estudiantes que participan en actividades que implican elementos de la competencia investigativa, son capaces de plantear más y mejores preguntas relacionadas con la ciencia, tanto ante los fenómenos estudiados, como ante la lectura de artículos científicos (Rodríguez y Hernández, 2015).

El laboratorio es un espacio escolar privilegiado para lograr que los estudiantes confronten los conocimientos que han obtenido por intuición, a partir de su experiencia, con lo que ocurre en situaciones controladas, cuando se les brinda la oportunidad de elaborar y poner en marcha sus diseños experimentales.

Las actividades de laboratorio pueden ser efectivas en la promoción de habilidades cognitivas, metacognitivas y prácticas, así como actitudes e interés hacia la ciencia, durante el proceso de aprenderla, además de que suelen ser una fuente de motivación para los estudiantes (Hofstein, 2004). Algunos autores precisan las características de las actividades de laboratorio requeridas para que se promuevan los aprendizajes mencionados, las llaman actividades de indagación o de investigación.

Existen diferentes modos de introducir la indagación en el aula. Un primer modo es la realización de una serie de trabajos prácticos investigativos a lo

largo del desarrollo de la asignatura. Otra forma, más ambiciosa, es la elaboración y uso de secuencias didácticas con enfoque investigativo. Por último, si la estructura curricular lo permite, pueden realizarse trabajos de investigación individuales o en grupo al final de una etapa educativa (Caamaño, 2012).

Estos trabajos prácticos investigativos han de tener cierto grado de apertura para fomentar la participación de los estudiantes en la toma de decisiones al realizarlos, en contraste con aquellos en los que existe un instructivo que se ha de seguir sin aportar ideas al respecto (Caamaño, 2003). Según Banchi y Bell (2008, citado en González, 2015, p. 13), se han utilizado cuatro niveles de indagación, o apertura:

- * Confirmada, en la que los estudiantes conocen el proceso y la solución previamente, por lo que a través de la actividad solamente la confirman.
- * Estructurada, los estudiantes reciben una pregunta planteada y un procedimiento prescrito, no conocen la solución, han de encontrarla
- * Guiada, solamente se les brinda la pregunta formulada y los estudiantes tendrán que diseñar o seleccionar un procedimiento para encontrar la solución.
- * Abierta, en la que los estudiantes plantean la pregunta de investigación, deciden el procedimiento a usar y encuentran la solución.

Cuando los estudiantes no cuentan con la experiencia de realizar actividades indagativas, se puede utilizar una serie de trabajos prácticos investigativos a lo largo del desarrollo de la asignatura, como se mencionó antes (Caamaño, 2012) secuenciados de forma progresiva, en función del nivel de dificultad (figura 1).

ELEMENTOS DE PROGRESIÓN	PROGRESIÓN EN EL NIVEL DE DIFICULTAD	
	BAJO	ALTO
Apertura		
<i>Definición del problema</i>	Cerrado	Abierto
Carga conceptual	Baja	Alta
Variable dependiente		
<i>Naturaleza</i>	Puede ser juzgada sin medidas	Medida cuantitativa
Variable independiente		
<i>Número</i>	Una	Varias
<i>Tipo</i>	Categorica	Continua
Variables que hay que controlar	Pocas	Muchas
Aparatos	Sencillos	Complejos
Contexto	Contexto familiar	Contexto no familiar

Figura 1. Elementos de progresión del nivel de dificultad, Qualter et al. (1990), extraído de González, 2015, p. 15)

Para utilizar las actividades prácticas de indagación, se requiere que los maestros averigüen qué piensan y aprenden sus estudiantes, y cuenten con los conocimientos, habilidades y recursos que les permitan orientarlos para que interactúen, tanto intelectual como físicamente, con los fenómenos de la ciencia, inmersos en el proceso de investigación (Hofstein, 2004).

Metodología

La metodología utilizada es de corte cualitativo, porque se pretende conocer, con la mayor profundidad posible las potencialidades y retos que perciben los profesores ante el uso de trabajos prácticos abiertos y los cerrados. Para ello se diseñó, validó y aplicó un cuestionario abierto en el que se les solicitó que compararan dos propuestas de trabajo práctico para el tema “Caída libre”, uno cerrado y otro abierto.

La muestra se conformó aprovechando dos espacios: un curso de verano para profesores de física, con el apoyo de algunos miembros de la Comisión de Enseñanza de la Sociedad Mexicana de Física, además de los que se obtuvieron mediante visitas a Escuelas de nivel medio del Colegio de Bachilleres de la Universidad Nacional Autónoma de México, y del Instituto Politécnico Nacional.

Las respuestas se analizaron mediante redes sistémicas (Sanmartí, 1993), previa partición de los textos en fragmentos que se interpretaron (La Torre y González, 1987) con base en las categorías que se diseñaron a partir de los resultados de la validación (Goetz y LeCompte, 1988), la cual se realizó mediante la aplicación del cuestionario a 5 maestros: dos sin experiencia docente, dos con experiencia docente, sin formación en didáctica, y una con experiencia docente y una formación sólida en didáctica de las ciencias.

Resultados

Una vez validado el cuestionario, se aplicó a una muestra de 56 profesores, de los cuales 20 laboraban en educación secundaria, 27 en bachillerato, 6 en licenciatura y 2 en formación de adultos.

Problemas en la docencia

De acuerdo con las respuestas a los cuestionarios, en cuanto a los problemas que perciben en la docencia, principalmente ante el uso de nuevas prácticas, se observó que la formación del maestro y el apoyo para su buen desempeño, así como la formación del estudiante, son dos puntos fundamentales que requieren atención. En la figura 2 se presenta la red sistémica que muestra el análisis de las respuestas obtenidas, el número entre paréntesis es la frecuencia con la que se presenta cada

elemento en las respuestas. La flecha circular en la categoría “Didáctica”, se conoce como recursividad, e indica que la suma de los elementos encontrados en las respuestas no coincide con el número de respuestas relacionadas con la didáctica, debido a que en una misma respuesta se presentaron varios elementos.

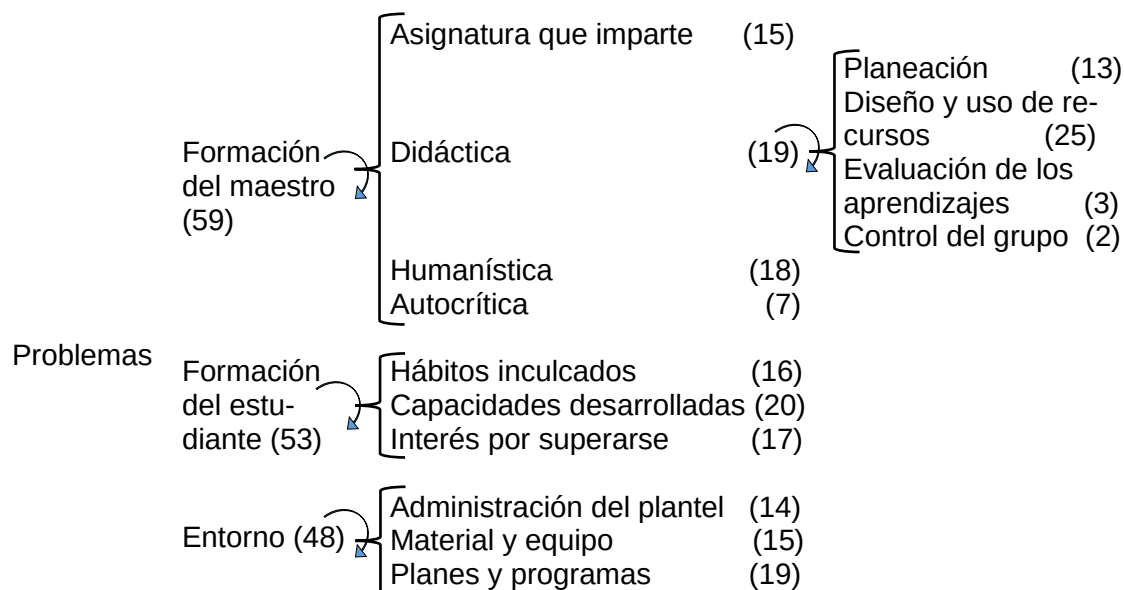


Figura 2. Red sistémica “Problemas identificados por el maestro”

En la primera categoría, “Formación del maestro”, opinan que se requiere en diferentes rubros:

Disciplinar, puesto que los modelos educativos actuales requieren una conceptualización firme, para orientar a los estudiantes hacia la construcción de sus esquemas conceptuales, de manera que, por medio de la identificación de los modelos mentales que manejan, así como las preconcepciones que involucran, se elabore y ponga en práctica un plan para propiciar la evolución de las mismas.

Didáctica, la cual permite fundamentar el plan de clase, de manera que se realice con la profesionalidad de cualquier disciplina científica, para favorecer el aprendizaje de los estudiantes. Para mejorar su desempeño, el maestro requiere en particular manejar algunos elementos de la didáctica de las ciencias como: la planeación; el diseño y uso de recursos; la evaluación de los aprendizajes; y el control del grupo, aunque esta última más bien debía llamarse “regulación”, porque no se trata de que los estudiantes estén dominados por el maestro, sino de que reciban orientaciones para crecer en todos los aspectos de su persona, adquiriendo una cultura científica, tanto en conocimiento y habilidades disciplinares, como en las actitudes que han de mostrar en el ambiente académico.

Humanística, ya que el número de decisiones que se requieren durante el transcurso de una clase es elevado, y los hechos frustrantes se presentan con frecuencia. Estos dos elementos pueden favorecer que se presente la depresión docente. Sin embargo, mediante una formación humanística se les pueden brindar a los maestros las estrategias para disfrutar de las cualidades de su profesión, como la satisfacción de aportar un granito de arena en la formación del espíritu científico de los estudiantes, la convivencia gratificante con ellos en el trabajo, la gracia con la que suelen presentar sus proyectos, la creatividad que muestran cuando se les permite usar su intuición, etc., en lugar de centrar la atención en los elementos estresantes.

Perciben la importancia de que se modifiquen las rutinas deshumanizantes y se fomente un clima de trabajo en el que la libertad; la creatividad; el trabajo organizado; la reflexión; la colaboración; la autonomía; etc. crezcan a través de la realización de una variedad de actividades planeadas con anticipación y mediadas por el maestro. Esto implica que se cuente con la asesoría para la elaboración y uso de secuencias didácticas.

Autocrítica, en el sentido de que adquiera elementos para realizar una autoevaluación de su desempeño. La didáctica de las ciencias, en el tema “evaluación”, ofrece una estrategia que puede utilizarse para procesar los datos y realizar la reflexión requerida para utilizar el proceso de investigación acción, muy adecuado para ir regulando la propia labor.

Un detalle importante es que, a pesar de que expresaron la necesidad de todos los elementos formativos que se muestran en la red sistémica (figura 1) para realizar mejor su trabajo, la actitud de la mayoría de los maestros ante la posibilidad de que se le de formación, es de rechazo. Ante esto, se puede percibir que las formas utilizadas para ello no les resultan satisfactorias, por lo que existe la necesidad de buscar caminos diferentes para brindarles el apoyo que requieren.

En cuanto a la categoría “Formación del estudiante”, expresan que hace falta que se desarrollen en elementos relacionados con la cultura científica, como los hábitos de estudio, el desarrollo de sus capacidades intelectuales, y el interés por superarse.

Una opinión presente en las respuestas es que se requiere recuperar la disciplina perdida en el aula que presentan actualmente los estudiantes, tal vez como resultado de una mala interpretación de las ideas pedagógicas encaminadas a desarrollar la creatividad. Sin embargo, al mismo tiempo se requiere generar un ambiente que les otorgue libertad de tomar decisiones relacionadas con sus actividades de aprendizaje, diseñándolas con un grado de apertura mayor. También se percibe la necesidad que exista un espacio en el que se puedan expresar, tanto en cuestiones relacionadas con los contenidos curriculares, como con el cómo; con qué; cuándo; dónde; ha de realizar sus actividades. La disciplina ha de formarse favoreciendo el desarrollo moral, en lugar de utilizar la represión.

Con respecto a la categoría “Entorno”, escribieron que se requieren cambios en las formas de administrar los planteles educativos para que se puedan realizar actividades innovadoras, disponer de materiales y equipo suficientes y que los planes y programas sean coherentes con el perfil de ingreso y de egreso de las profesiones.

La actualización de los planes y programas de estudio, en la opinión de los profesores, requiere ser realizada por personal formado para dicha tarea, con una visión curricular que favorezca la flexibilidad en la estructura; la coherencia; y la fundamentación, necesarias para que la Educación evolucione de manera continua en el futuro.

Aprendizajes que favorecen los trabajos prácticos

La mayoría de los maestros tienen una opinión favorable acerca del uso de diferentes tipos de actividades en clase para favorecer el desarrollo de una variedad de capacidades en los estudiantes. En la figura 3 se presenta la red sistémica que muestra los aprendizajes que los estudiantes, según la opinión de los profesores de la muestra, pueden adquirir mediante el uso de trabajos prácticos abiertos, en comparación con los cerrados.

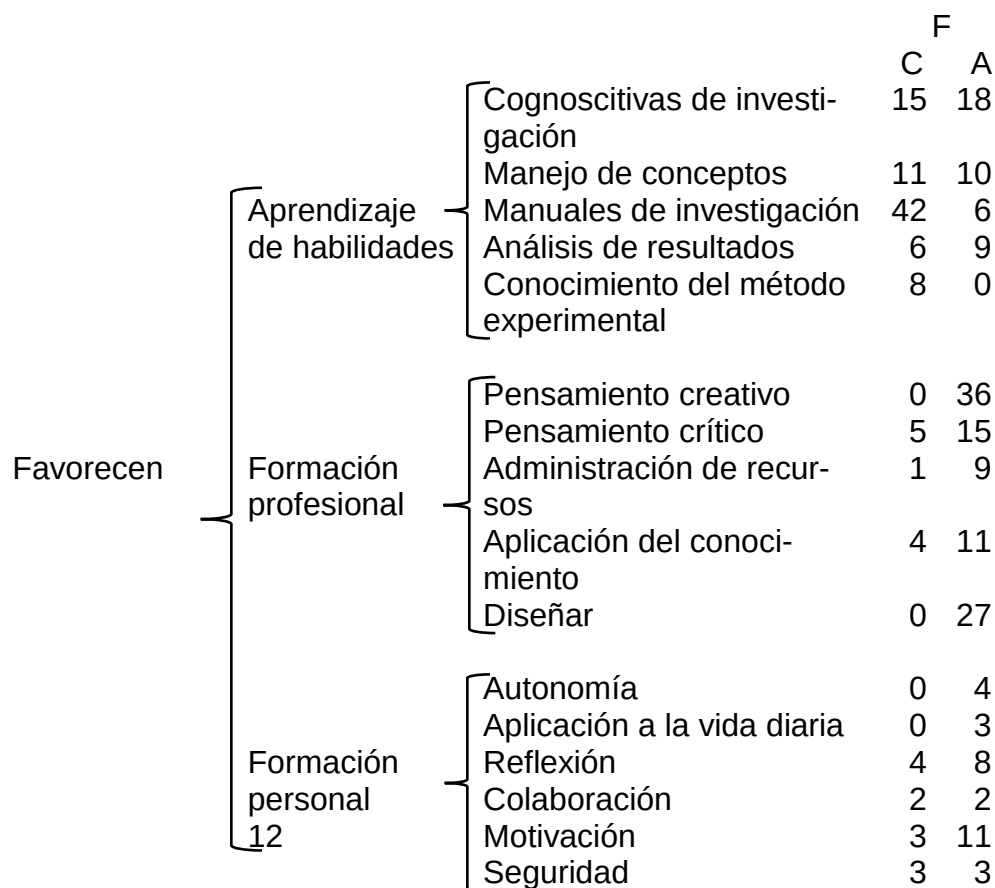


Figura 3. Red sistémica “Aprendizajes que favorecen los trabajos prácticos abiertos y cerrados”

Opinan que el grado de apertura ha de ser variable, pero mostraron mayor preferencia por los trabajos abiertos. En particular, el desarrollo del pensamiento creativo, del pensamiento crítico, y de ser capaces de diseñar, perciben que se favorecerían con este tipo de trabajos prácticos, mientras que los cerrados promueven principalmente las habilidades manuales de investigación, es decir, el uso de materiales y equipo de laboratorio. Sin embargo se presenta la situación de inseguridad que muestran ante esta posibilidad, debido a que perciben la necesidad de recibir formación suficiente en ciencias de la educación para poder utilizarlos. También es necesario tener programas más reducidos, para que pueda disponer del tiempo suficiente para realizar un mayor número de actividades.

En la tabla 1 se muestra el número de opiniones de los profesores en los que expresan que les parece mejor el uso de dada tipo de práctica, o la combinación de ambas.

Tabla 1. Opiniones acerca de la preferencia de los profesores de diferentes niveles educativos, por los trabajos prácticos abiertos o cerrados.

Nivel	Práctica abierta	Práctica cerrada	Ambas
Secundaria	35	45	20
Bachillerato	63	15	19
Licenciatura	67	0	33

Se puede observar que a mayor nivel de estudios de los estudiantes, hay más opiniones positivas de los profesores sobre las prácticas abiertas, lo que resulta coherente con las necesidades de los estudiantes, de irlos formando para el autoaprendizaje mediante la apertura paulatina de las actividades de aprendizaje, incluyendo los trabajos prácticos.

Conclusiones

A partir del análisis de las respuestas de los profesores que respondieron el cuestionario acerca de los problemas y las posibilidades de desarrollo para el estudiante que ofrecen las prácticas abiertas y las cerradas, se concluye que perciben carencias en su formación, principalmente en el área de las ciencias sociales, en particular la didáctica más que en la disciplina que imparten, para poder utilizar los modelos educativos actuales, sin embargo se expresan renuentes a recibir formación. Otro obstáculo que mencionan es la formación de los estudiantes que llegan a sus aulas, debido a que carecen de hábitos, capacidades e interés por la asignatura, necesarios para el aprendizaje de las ciencias. Algunos elementos de la curricula en las diferentes instituciones y niveles, principalmente los planes y programas, también ofrecen dificultad para el desarrollo del proceso enseñanza-aprendizaje.

En cuanto al grado de apertura de los trabajos prácticos, reconocen que los abiertos favorecen aprendizajes que los cerrados no permiten desarrollar, pero existe temor de utilizarlos, principalmente debido a que desconfían de que los estudiantes comprendan lo que se espera de ellos, y de que sean capaces de proponer ideas interesantes y pertinentes. Expresan la necesidad de formar a los estudiantes de otra manera, para que puedan acceder a los conocimientos de las ciencias.

Referencias

- Bachelard, G. (2000), La formación del espíritu científico. 23ª edición. Siglo veintiuno editores.
- Caamaño, A. Los trabajos prácticos en ciencias (2003). En: Jiménez Alexandre, P. Enseñar ciencias. Graó. Barcelona. 2003. PP. 95-118.
- Cárdenas, F. (1998). Desarrollo y evaluación de los procesos de razonamiento complejo en ciencias. Revista TED, 3, Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional.
- Goetz, J.P. y LeCompte, M.D. 1988. Etnografía y diseño cualitativo de investigación educativa. Morata, Madrid.
- González, E. 2015 Los trabajos prácticos de investigación y las competencias clave. Tesis de máster universitario en formación del profesorado. Universitat de les Illes Balears. Tutor Joan Estades Castañer.
- Hofstein, A. The laboratory in chemistry education: thirty years of experience with developments, implementation, and research. Chemistry education: research and practice 2004, Vol. 5, No. 3, pp. 247-264
- Latorre A y González, R. 1987 El maestro investigador, Grao, Barcelona.
- Lomnitz. L. y Fortes, J. 1981, Ideología y socialización: el científico ideal, IIMAS (UNAM), pp. 41-64.
- Rodríguez, W. y Hernández, R. (2015). Trabajos Prácticos: una reflexión desde sus potencialidades. Góndola, Enseñ Aprend Cienc, 10(2), 15-33.
- Sanmartí, N. (1993). Las redes sistémicas: construcción y aplicaciones. Universidad Autónoma de Barcelona, 14 pp.

Estudio transversal de la noción de Integral de Riemann en estudiantes de nivel licenciatura

Maythe García Rivero⁷⁹
Luz Ma. de Gpe. González Álvarez⁷⁹
maythe.garcia.rivero11@gmail.com

Resumen

La presente investigación muestra la caracterización de los conocimientos sobre el concepto abstracto Integral de Riemann que tienen los alumnos de Cálculo II y Cálculo IV de una Licenciatura en Física y Matemáticas, en la que los estudiantes participaron contestaron un cuestionario abierto. Se realizó un estudio cualitativo de la noción del concepto “Integral de Riemann”, utilizando como herramienta de análisis la elaboración de redes sistémicas. De los datos recabados se puede apreciar que los alumnos muestran obstáculos para el aprendizaje del concepto en ambos niveles.

Palabras clave

Red sistémica, integral de Riemann, comprensión.

Introducción

Entender y comprender son dos procesos estrechamente relacionados y en muchas ocasiones se suelen confundir, como cuando escuchamos una metáfora, la entendemos, pero no todos comprenden su significado. Cuando se trata de un concepto matemático como matemáticos es nuestro deber comprenderlo, hacerlo nuestro, interactuar con él de todas las maneras que nos sea posible, porque representa la cimentación de un conocimiento mucho más amplio. Es decir, un concepto entendido y no comprendido es un cimiento flojo incapaz de sostener conocimientos más avanzados.

El presente trabajo pretende concientizar tanto a alumnos como profesores la importancia de que el alumno comprenda los conocimientos que trae del bachillerato antes de bombardearlo con conocimiento nuevo, exponiendo así el concepto Integral de Riemann, que resulta de vital importancia tanto para físicos como para matemáticos. El poder pasar de una expresión algebraica a una representación gráfica permite entender muchos fenómenos que no están asociados a la integral misma, resolver una integral puede ser mucho más sencillo si se comprende cómo interactúan otras operaciones con ella brindándonos una solución simple y efectiva a nuestro problema.

⁷⁹ Escuela Superior de Física y Matemáticas del Instituto Politécnico Nacional.

Los alcances que tiene el uso de integrales son impresionantes y son involucradas en la muchas de las investigaciones actuales de la ciencia, aunque el tema principal no este relacionado con las matemáticas. Por esta razón es de vital importancia para el estudiante comprender este concepto, y para nosotros saber cuál es la perspectiva que tiene el alumno de este concepto.

Se diseñó un cuestionario de tal manera que el encuestado pudiese compartir sus ideas con respecto al concepto integral y de esta manera se realizase un estudio cualitativo en el que participaron alumnos de segundo y cuarto semestre de una Licenciatura en Física y Matemáticas, poniendo a prueba la comprensión de este concepto, y se realizó un análisis de las respuestas recabadas con ayuda de la herramienta de análisis redes sistémicas.

Marco Teórico

Al ser las matemáticas una ciencia intangible la única manera que tenemos para poder interactuar con ella es por medio de representaciones, además del lenguaje natural se utilizan sistemas de representación como los sistemas de escritura con números o las escrituras algebraicas, figuras geométricas, gráficos cartesianos, diagramas, esquemas, redes, etc. Sin embargo, difícilmente encontraremos un sistema de representaciones que nos permita observar y trabajar con todas las propiedades de un concepto matemático, por lo que es posible tratar un objeto matemático bajo distintas representaciones, escogiendo el sistema más apropiado para abordar las propiedades de interés sobre este objeto matemático.

“La distinción entre un objeto y su representación es, pues, un punto estratégico para la comprensión de las matemáticas” (Duval 2006). Dado que al alumno se le presenta el objeto matemático mediante una representación es que el estudiante comúnmente tiende a confundir el objeto con su representación y no logra comprender el concepto abstracto que este representa. Es decir, el estudiante que comprende el concepto es capaz de cambiar entre varios registros de representación, aunque no muestren los mismos aspectos del objeto.

La representación semiótica es la más popular para enseñar las Matemáticas, pues nos ayuda a dirigir nuestro pensamiento con la ayuda de palabras o signos, sin embargo, el uso de signos no es una representación que resulta natural para el estudiante al enfrentarse por primera vez a un fenómeno u objeto matemático.

Dentro de estas posibles representaciones hay una que resulta ser muy natural para el pensamiento, se trata de la representación geométrica. Citando a Bachelard (1948)

Tornar geométrica la representación, vale decir dibujar los fenómenos y ordenar en serie los acontecimientos decisivos de una experiencia, he ahí la primera tarea en la que se funda el espíritu científico.

Pasar de la primera imagen que representa al objeto matemático a una forma geométrica es el primer paso para lograr una abstracción correcta, provoca una primera interacción entre el estudiante y el objeto en sí. Se debe tener precaución al considerarse este tipo de representación, como lo mencionamos antes mantenernos al margen de una representación geométrica implica que el objeto se encuentra regido por las propiedades espaciales, que resulta insuficiente para describir todos los aspectos del objeto en cuestión, por lo que al utilizarse se debe tener en cuenta estas consideraciones.

Mantener una formación matemática fluida que corresponda con las distintas etapas del pensamiento científico, es un camino que promete lograr la significación de los conocimientos para el alumno.

Para Rodari (2011), la formación matemática no debe avanzar por la vía forzada de la habilidad técnica y de la eficiencia, sino que debe partir del reconocimiento de que la conceptualización es una función libre y creativa de nuestra mente.

Enfatizar en la comprensión y no quedarnos con que el alumno sea capaz de resolver los ejercicios involucrados en clase, puesto que este conocimiento que es forzado puede estar mal fundamentado y resultar no ser significativo para el alumno. Sin embargo, durante el proceso de aprendizaje en Matemáticas tiene distintos obstáculos que no la favorecen y afectan a uno o varios aspectos involucrados en este proceso.

Los primeros que mencionaremos son aquellos que afectan al alumno directamente "Nuestro espíritu tiene una tendencia irresistible a considerar más claras las ideas que le son útiles más frecuentemente." (Bergson citado por Bachelard 1948)

Podríamos preguntarnos si no existen limitaciones del mismo tipo en lo que se refiere al aprendizaje de las matemáticas

...Yo, personalmente, creo que estas limitaciones genéticas existen, que forman parte integrante del temperamento y de la personalidad del alumno, y que en la mayoría de ellos son de tal naturaleza que les impide por completo la comprensión de las matemáticas... (Thom 1978)

Mientras que también debemos considerar la experiencia básica, que son los conocimientos que tiene el alumno previo al aprendizaje, que brindan al alumno una falsa idea de comprensión pues resulta ser un conocimiento insuficiente, influyendo negativamente en el proceso de aprendizaje.

Los segundos son aquellos que tienen que ver con el profesor.

En la educación, la noción de obstáculo pedagógico es igualmente desconocida. Los profesores de ciencias se imaginan que el espíritu comienza como una lección, que siempre puede rehacerse una cultura perezosa repitiendo una

clase, que puede hacerse comprender una demostración repitiéndola punto por punto. (Bachelard 1948)

Ignorar este obstáculo, conlleva a que el profesor sea incapaz de enseñar el conocimiento a sus alumnos impidiendo el proceso de aprendizaje, esto sucede cuando un profesor trata a sus alumnos como si no tuvieran conocimientos previos, pero al mismo tiempo exige procesos mentales complejos.

Así mismo encontramos el caso en el que no se logra la explicación deseada, debido a la variedad de significados que se pueden dar a una misma palabra o, a la variedad de palabras que designan un concepto, ya que detrás de una palabra no sólo se encuentra la designación si no también la explicación, la cual puede variar de acuerdo con la época, el contexto, etc.

Por último, consideraremos un obstáculo muy difícil de superar y que es característico de la asignatura Cálculo,

... se pasa de una matemática "mostrativa" a una matemática "demostrativa".
 "... se pasa de una fuerte preponderancia de los "problemas por resolver" a una importante presencia de los "problemas por demostrar" en la universidad.
 ... (Jiménez y Areizaga)

Es este proceso por el cual el estudiante se hace corresponsable de su proceso de estudio, enfrentándose a cambios drásticos en el proceso de aprendizaje.

Leibniz en el desarrollo del cálculo consideró el concepto de integral como la suma de rectángulos infinitamente pequeños ydx ; por lo tanto, ydx es el área de la curva $y(x)$. Donde y es una función continua que depende de la variable x . Si bien no indicó los intervalos de integración, propuso especial atención a las constantes de integración.

Fue en 1822 cuando Cauchy introdujo una definición más precisa de la integral de una función continua $y=f(x)$ respecto a la variable x en dos límites que estableció finitos y consideró una partición del intervalo de integración $[x_0, X]$ y designo como $x_0, x_1, \dots, x_{n-1}$ los nuevos valores de x situados entre los dos límites considerados. Así considera a la suma de rectángulos referida a Leibniz de la manera:

$$S = \sum_{i=1}^n f(x_{i-1})(x_i - x_{i-1}),$$

Donde las bases de los rectángulos son los elementos de la partición y , la altura consiste en las imágenes respectivas a estos valores. Y define a la integral como el límite de la suma S cuando la mayor de las longitudes $x_i - x_{i-1}$ tiende a cero. De esta manera es como la integral depende solamente de los límites de integración y de la función " y ".

Esta definición fue posteriormente complementada por Riemann con el Teorema fundamental del Cálculo. El cuál demuestra que si y es una función continua en todos los valores que se encuentran en el intervalo de integración entonces se cumple

$$F(x) = \int_{x_0}^x y(t) dt \text{ satisface } F'(x) = f(x).$$

Tras el cuestionamiento del significado de la integral Riemann amplió la definición de integral a funciones discontinuas, aunque no consideró a todas las funciones.

Metodología

Hay ocasiones en las que las variables que intervienen en el proceso que es estudiado no se pueden controlar por el investigador, como es el caso de esta investigación pues en el proceso de Aprendizaje existen múltiples variables que resultan imposibles de manipular como lo son la genética u origen cultural. Por lo que utilizar un diseño transversal de investigación resulta mucho más efectivo ya que permite realizar una toma de datos en un momento fijo para que después sean analizados.

Al presentarse un escenario de la vida real, en el que nos interesa comprender lo que los alumnos expresan con respecto al concepto de integral, la metodología que se utilizó fue de carácter cualitativo basándonos en la experiencia de los alumnos

Con respecto al análisis de datos se optó por la utilización de redes sistémicas, el cual es un método de análisis sistémico de datos cuantitativos (Sanmartí, 1993) “la red sistémica ha de dar el máximo de información que permita estudiar las expresiones desde los muy diferentes puntos de vista”.

El concepto de integral es ampliamente estudiado en la asignatura de Cálculo en sus distintos niveles, dado que dicha asignatura forma parte del tronco común del plan de estudios de la Licenciatura en Física y matemáticas de la Escuela Superior de Física y Matemáticas del Instituto Politécnico Nacional, se consideró como muestra un grupo de 36 alumnos de segundo semestre y de cuarto semestre una muestra de 34 alumnos.

Para la toma de datos se utilizó como instrumento un cuestionario, en la tabla siguiente se muestra la descripción de la pregunta realizada y su objetivo:

Tabla 1.- Cuestionario

Ejercicio	Objetivos	Descripción
1.- Explica con tus propias palabras cual es el significado de integral.	Analizar cómo percibe el estudiante al objeto matemático “integral”.	- No se menciona la palabra área. - No aparecen gráficos ni registro algebraico.

Para mantener el contrato de confidencialidad con los alumnos se les proporcionó un seudónimo que permitiera identificar los resultados.

El esquema general de una red sistémica se ejemplifica en la siguiente figura

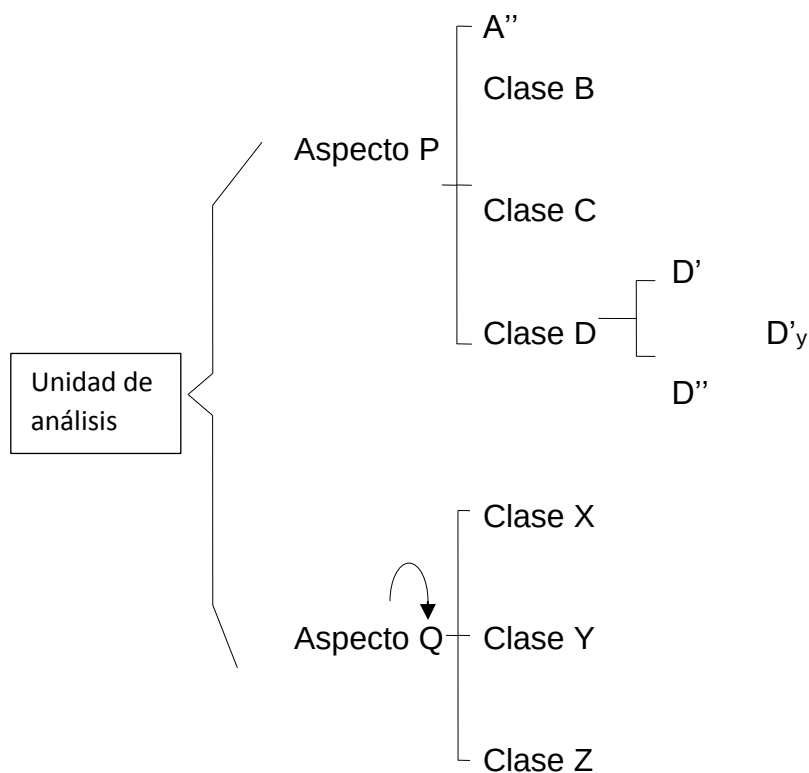


Figura 1 Red sistémica

Donde se utiliza el símbolo de reclusión (una flecha circular) con el fin de mostrar que un mismo alumno se recoge en diferentes categorías del sistema.

Cabe destacar que las categorías mostradas en el análisis fueron elegidas a partir de los conceptos utilizados, las características visuales, y de las respuestas textuales brindadas por los alumnos.

Resultados

Cálculo 2

La pregunta 1.- Explica con tus propias palabras cual es el significado de integral, arrojó una gran diversidad de respuestas, a modo de practicidad se encuentran contenidas en la siguiente red:

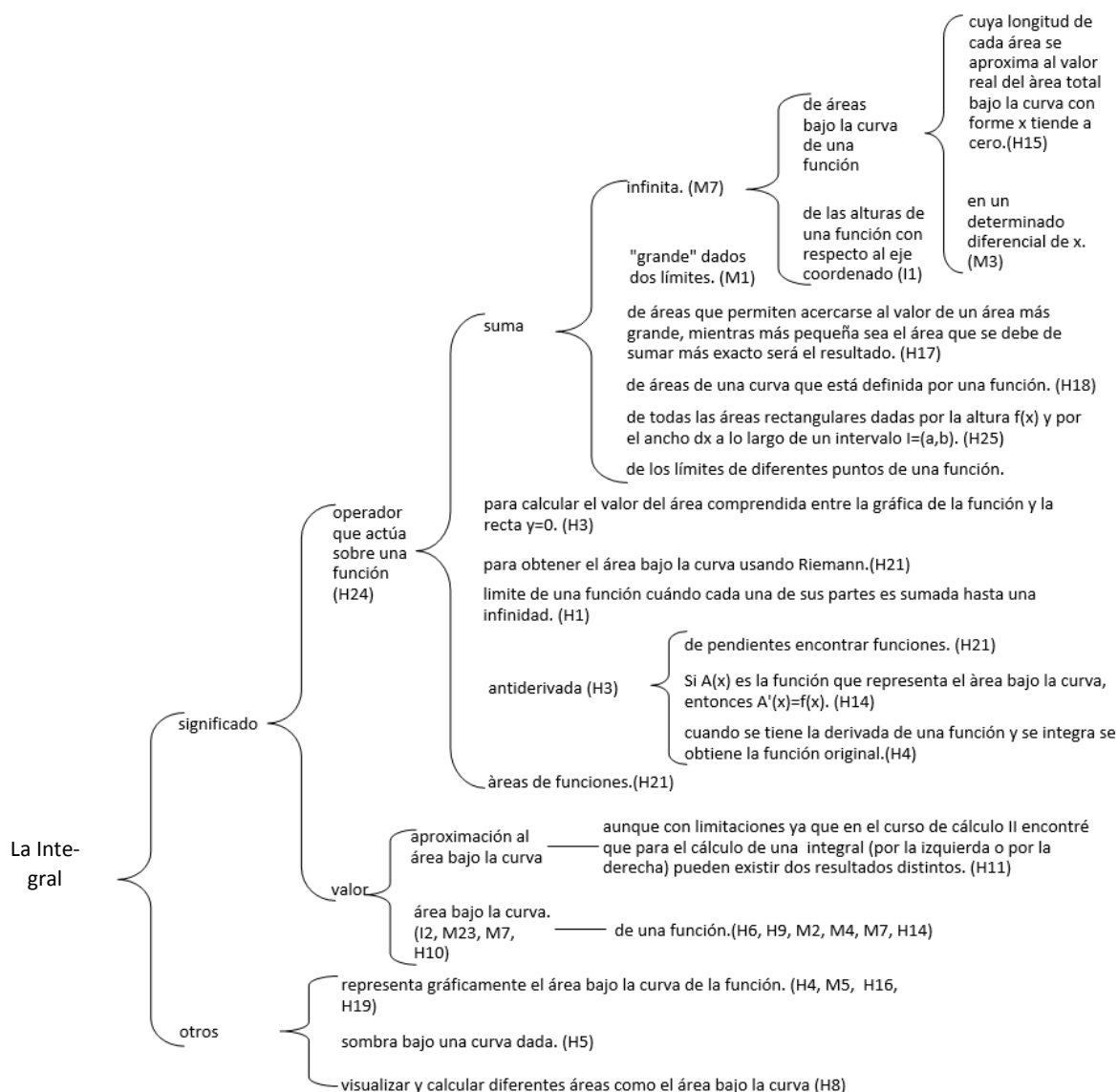


Figura 2 Red Sistémica – La integral.

Una respuesta correcta esperada por los alumnos sería: La integral es el resultado de una operación que actúa sobre una función $f(x)$ en un intervalo $[a,b]$, y tiene como resultado el valor del área debajo de la curva de la función $f(x)$ en dicho intervalo. Además, si dada la función $f(x)$ integrable y sea $F(x)$ cualquier función primitiva de f , es decir $F'(x) = f(x)$. Entonces la integral de $f(x)$ es la función $F(x)$.

Gran parte de los alumnos percibe a la integral explícita H24 (Figura 2) o implícitamente como un operador que actúa sobre una función, pero es un operador distinto dependiendo del alumno.

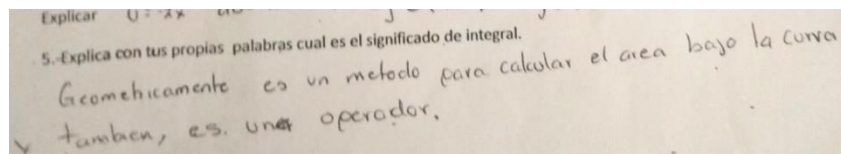


Figura 3 C2-H24 categoría: que actúa sobre una función significado: operador

Con respecto a las respuestas de los alumnos obtenidas que refieren a la integral como una suma encontramos los siguientes casos:

Suma infinita

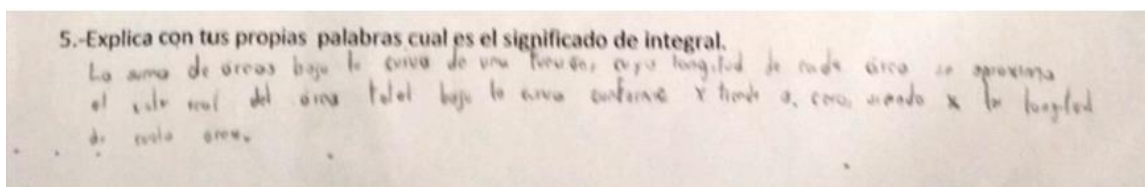


Figura 4 C2-H15 categoría: significado: operador que actúa sobre una función:
suma: infinita: de áreas bajo la curva de una función

- Suma infinita de áreas bajo la curva, el caso H15 (Figura 3) utilizó el término longitud de área el cual es diferente al aceptado para referenciar las dimensiones de las áreas bajo la curva además de que la descripción de estas es incompleta y describe a la integral en términos de la variable x , la cual no designó dejando imprecisa la definición, o referencia al diferencial de dicha variable sin especificar, como el alumno M3 (Figura 4).

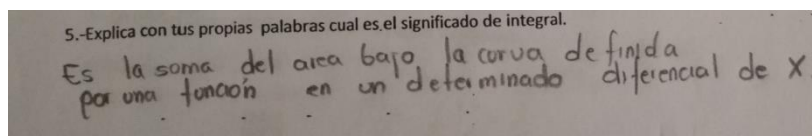


Figura 5 C2-M3 categoría: significado: operador que actúa sobre una función:
suma: infinita: de áreas bajo la curva de una función

- Suma infinita de alturas de una función, relacionando la integral con particiones del área bajo la curva, pero el alumno confundió conceptos pues usó términos como “altura de una función respecto al eje coordenado” lo cual no es apropiado para el objeto que referencia.

Suma sin especificar la cantidad de sumandos

- Suma grande de dos límites, podemos notar que el alumno está consciente que en uno de los procesos para calcular la integral se usan sumatorias infinitas y se involucran límites, pero no explicó de cuáles se tratan ni cómo interfieren estas herramientas en dicho proceso, además es impreciso pues no especifica a que se refiere con el término “suma grande”, y considera que para realizar dicha suma debe de tener dos límites los cuales no especifica.
- Suma de áreas, en este caso hubo alumnos que hablaban de cómo la integral permite obtener un valor cercano a un área, cuando la integral es un valor exacto del área bajo la curva y además explica cómo se hace más preciso el valor de la integral conforme se consideran áreas más pequeñas bajo la curva, sin embargo es impreciso al no mencionar que relación guardan la integral y dichas áreas como el alumno H17(Figura 5), mientras que por otro lado el alumno H25 (figura 6) da una respuesta orientada a la definición de la integral de Riemman pero no precisa a que se refiere con los símbolos “ $f(x)$ ” ni “ dx ”, además considera a la integral como una suma infinita de áreas donde algunas de ellas pueden empalmarse y de esta manera sumar en más de una ocasión el área de una región del área bajo la curva, por ejemplo si consideramos la gráfica de la función $f(x)=2$ cuyo dominio son los números reales y codominio el conjunto $\{2\}$, sea $A(1)$ el área del área bajo la curva para x en el intervalo $[1,3]$ y $A(2)$ el área del área bajo la curva para x en el intervalo $[2,4]$, estas dos área cumplen la descripción dada por el alumno, sin embargo, se empalman pues ambas consideran el área bajo la curva comprendida para las x en $[2,3]$ la cual es distinta de cero, y al momento de sumar el valor de todas estas áreas afectaría el resultado, brindando un dato incorrecto.

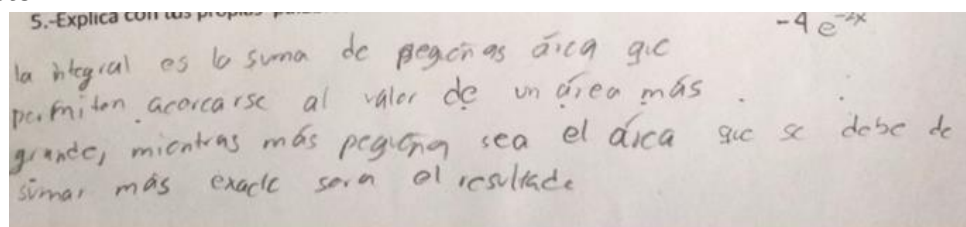


Figura 6 C2-H17 categoría: significado: operador que actúa sobre una función: suma

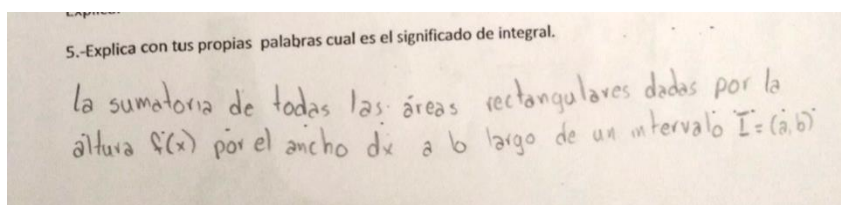


Figura 7

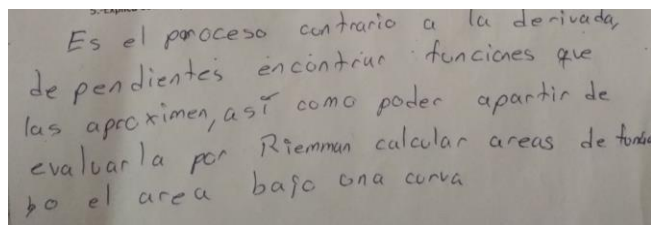
C2-

H25 categoría: significado: operador que actúa sobre una función: suma

- Suma de límites de diferentes puntos de una función, el “límite de un punto” es un término inapropiado puesto que no existe tal cosa, además de que hace referencia a “diferentes puntos de una función” lo cual nos deja con muchas posibilidades de interpretación como lo son: una cantidad finita de resultados distintos al evaluar una función, una cantidad finita de evaluaciones en distintos puntos, una cantidad infinita de evaluaciones en distintos puntos, etc. donde se puede elegir libremente tales “puntos”.

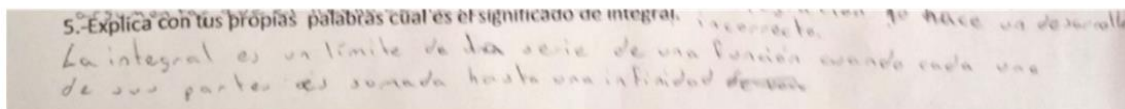
Antiderivada

Por otro lado hubo alumnos que perciben a la integral como la antiderivada, como el alumno H3, pero no especifica a que se refiere ni a quien es aplicada, hubo casos en los que las respuestas de los alumnos hacen referencia al significado de la antiderivada pero no nombran al proceso como antiderivada, como al percibir a la integral como al proceso de encontrar funciones a partir de pendientes, referenciando que dada una función de los números reales a los números reales al obtener la derivada de la función en un punto x tal derivada es el valor de la pendiente de la línea tangente a la curva en ese punto, sin embargo el alumno no explica este razonamiento completo como es el caso del alumno H21 (figura 7). También hubo otros alumnos que usan un razonamiento similar como lo es el alumno H4 (figura 8) donde con palabras explica cómo se comporta la integral de una función que resulta ser la derivada de otra función, pero no da detalles de las condiciones de las funciones que utiliza. El alumno H14 (figura 9) usa la función antiderivada, pero considerando que ya tiene la integral de una función, llama $A(x)$ a la función que representa el área bajo la curva, pero dicha función no es más que la propia integral y agrega con simbología la igualdad entre la derivada de esta función y la función original, pero no menciona explícitamente que es la integral ni da especificaciones de las funciones que está utilizando. Uno de los alumnos H21 (figura 7), complementa su respuesta diciendo que sirve para obtener “áreas de funciones” sin embargo este término no es adecuado porque no explica a que hace referencia con él y no es usado comúnmente.



Es el proceso contrario a la derivada, de pendientes encontrar funciones que las aproximen, así como poder apartir de evaluarla por Riemman calcular areas de toda o el area bajo una curva

Figura 8 C2-H21 categoría: significado: operador que actúa sobre una función: antiderivada

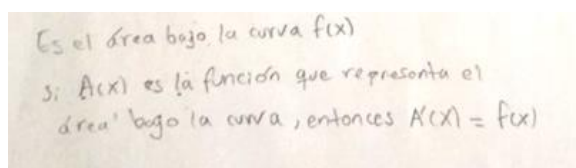


5.-Explica con tus propias palabras cuál es el significado de integral. incorrecto. La integral es un límite de una serie de una función cuando cada una de sus partes es sumada hasta una infinidad de veces

Figura 9 C2-H21 categoría: significado: operador que actúa sobre una función: antiderivada

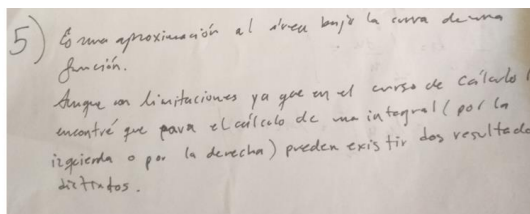
Valor

Una parte de los alumnos considera que la integral es un valor, la mayoría de ellos considera que es el valor de área bajo la curva aunque solo algunos especificaron que se trataba del área bajo la curva de una función como el alumno H14 (Ilustración 8). Por otro lado, un alumno H11 (Ilustración 9) que considera a la integral cómo una aproximación al área bajo la curva, lo cual es incorrecto, hizo referencia a su curso de cálculo II para mencionar que la integral puede tener dos valores lo cual es erróneo pues la integral es una función.



Es el área bajo la curva $f(x)$
si: $A(x)$ es la función que representa el área bajo la curva, entonces $A'(x) = f(x)$

Figura 10 C2-H14 categoría: significado: valor: área bajo la curva: de una función



5) Es una aproximación al área bajo la curva de una función.
Aunque con limitaciones ya que en el curso de cálculo II encontré que para el cálculo de una integral (por la izquierda o por la derecha) pueden existir dos resultados diferentes.

Figura 11 C2-H11 categoría: significado: valor: aproximación al área bajo la curva

Otros

Una minoría de los alumnos encuestados tiene ideas muy vagas o totalmente equivocadas sobre el concepto de integral, como el alumno H5 (Ilustración 10) quienes perciben a la integral como una representación gráfica, aunque H8 también consideró a la integral como un cálculo de diferentes áreas, aunque la integral puede ser usada para encontrar el valor de áreas únicamente si están debajo de una curva.

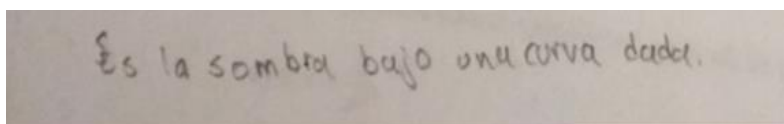


Figura 12 C2-H5 categoría: otros: sombra bajo una curva dada

En las respuestas obtenidas a la pregunta ¿Qué entiendes por integral? Encontramos que la mayoría de los alumnos perciben a la integral como un operador que actúa sobre una función o como un valor estrechamente relacionado con el valor del área debajo de la curva de una función e incluso hubo alumnos que describieron erróneamente el proceso de integración, mostrando así la falta de comprensión de la definición del concepto.

Cálculo 4

La pregunta 1.- Explica con tus propias palabras cual es el significado de integral, arrojó una gran diversidad de respuestas, a modo de practicidad se encuentran contenidas en la red de la figura No. 13.

Una gran parte de los alumnos perciben a la integral como un operador.

- Suma infinita, como el alumno H1 (Ilustración 1), quien considera la integral como una suma infinita de términos, que, si bien se puede notar que también percibe a la integral como el área bajo la curva de una función, no establece la relación existente entre estos términos y la función sobre la que está actuando. También es el caso del alumno H13 quien menciona que se trata de la suma infinita de pequeños elementos, sin embargo, tampoco precisa acerca de estos pequeños elementos, lo mismo sucede con los alumnos H11 quien considera elementos diferenciales y los alumnos H6, H15, M3 e I1 quienes consideraron elementos infinitesimales. Ninguno de ellos estableció el dominio de la integral.

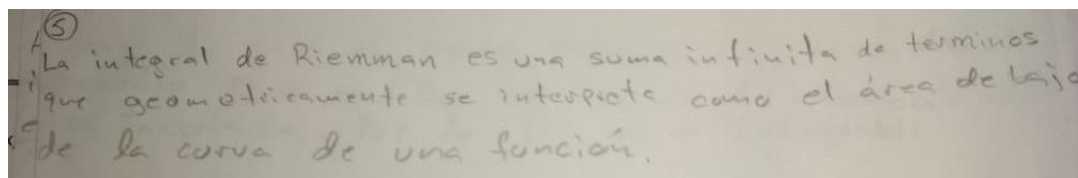


Figura 14 C4-H1 categoría: significado: operador: suma: infinita

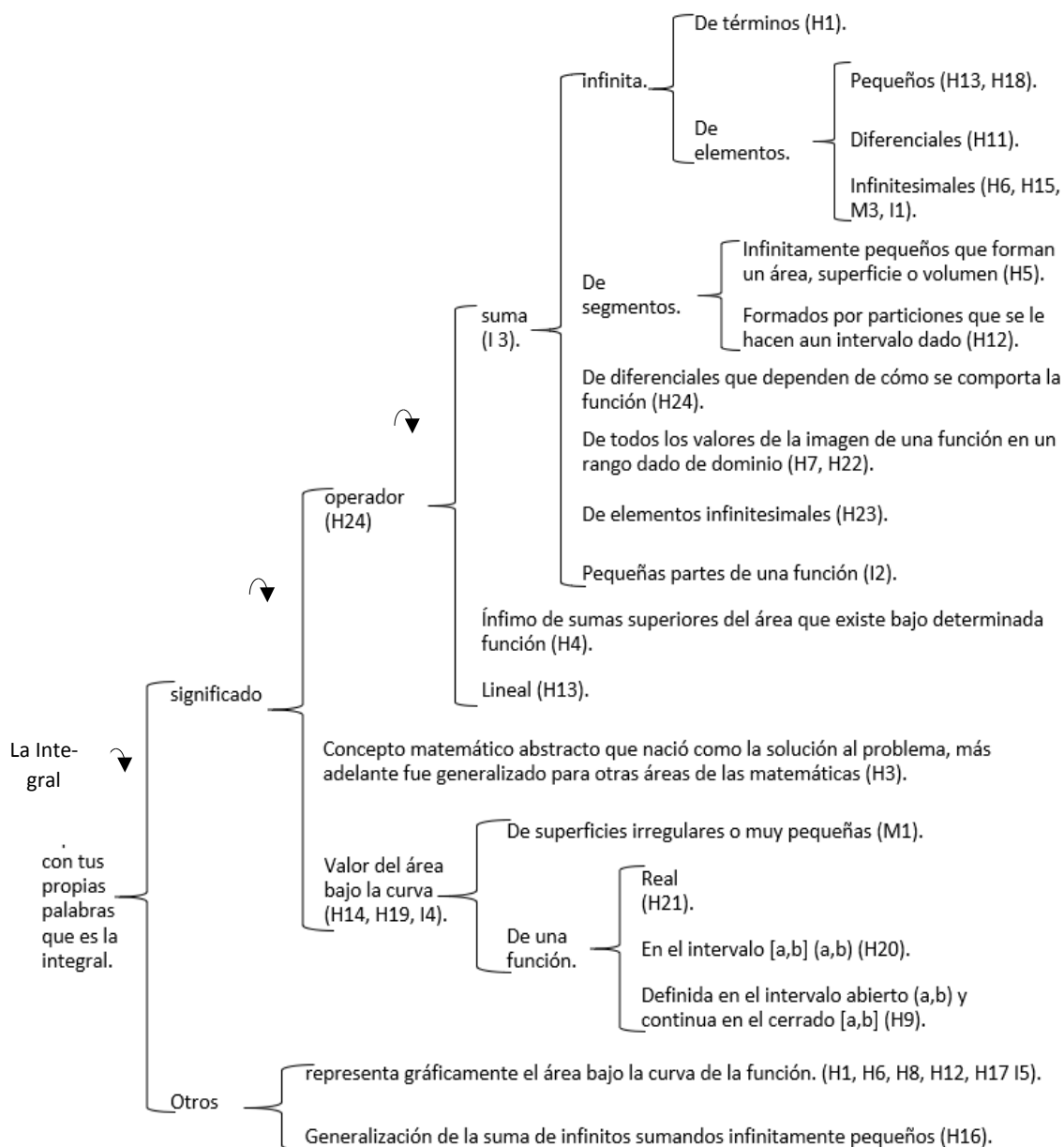
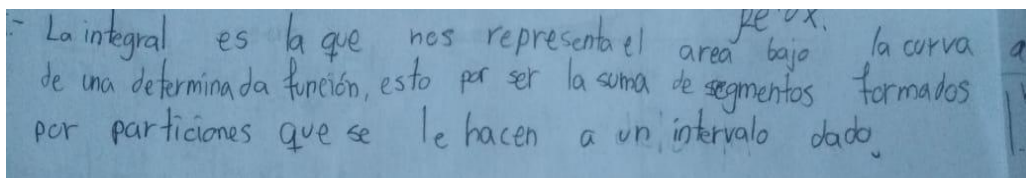


Figura 13 Red Sistémica – La integral.

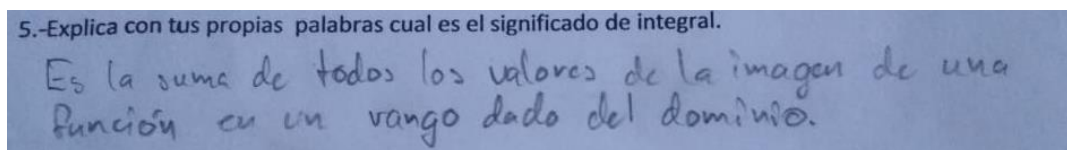
- Suma:
 - De segmentos, como lo considera el alumno H5 o H12 (Ilustración 2), donde éste último considera los segmentos formados por particiones hechas a un intervalo, pero, no es preciso con respecto a estos segmentos o a su suma. Dejando incompleta su definición.



La integral es la que nos representa el área bajo la curva de una determinada función, esto por ser la suma de segmentos formados por particiones que se le hacen a un intervalo dado.

Figura 15 C4-H12 categoría: significado

- De diferenciales, es una idea vaga, sin embargo, una suma finita de estos diferenciales nos daría cero siempre, y la integral no es la función nula.
- Valores de la imagen, caso del alumno H7 (Ilustración 3), pero no es el operador integral, pues en el caso de una función constante, $f(x)=2$, si consideramos como intervalo de integración toda la recta real, tenemos que no es integrable, pero con el procedimiento de este alumno tendríamos que su valor sería 2.



5.-Explica con tus propias palabras cual es el significado de integral.
Es la suma de todos los valores de la imagen de una función en un rango dado del dominio.

Figura 16 C4-H7 categoría: significado: operador: suma: De todos los valores de la imagen de una función en un rango dado de dominio

- Elementos infinitesimales, no explica a que son estos elementos.
- Pequeñas partes de una función, alumno H23 (Ilustración 4) no explica a qué se refiere con partes de una función o cómo es que se suman, y al no ser un término que se use comúnmente no es clara su percepción.

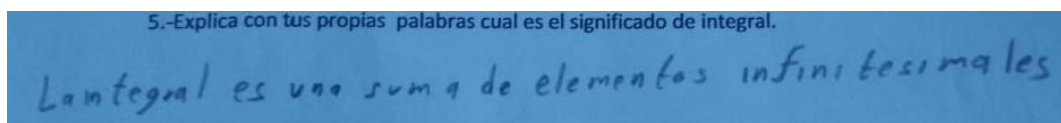


Figura 17 C4-H23 categoría: significado: operador: suma: pequeñas partes de una función

- Ínfimo de sumas superiores, alumno H4, sin embargo, en su definición es una parte de la definición de función integrable.
- Lineal, en este caso el alumno H13, menciona que es lineal pero no precisa más sobre el operador.

Donde el alumno H3 (Ilustración 5) considera que la integral es un concepto que surgió tras la problemática ¿Cómo calcular el área bajo la curva de cualquier función?, pero no explica cómo es que funciona esta solución o si es una solución completa a dicho problema, además de que menciona que este concepto fue generalizado, pero no explica en qué áreas o cómo se generalizó.

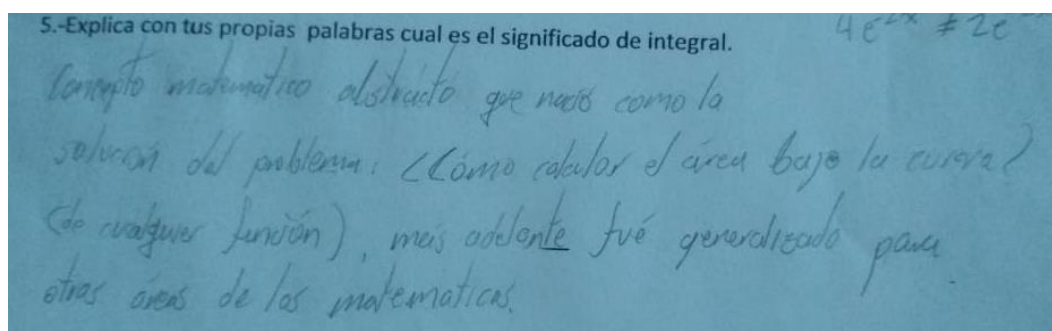


Figura 18 C4-H3 categoría: significado

Un grupo pequeño de alumnos percibe a la integral como el valor del área bajo una curva, donde el alumno M1 (Ilustración 6), menciona que se refiere a la curva de superficies irregulares o muy pequeñas. Sin embargo, no explica a qué se refiere con ello, o como el alumno H9 (Ilustración 7), que considera que la integral se aplica solo en funciones que estén definidas en un intervalo abierto y sean continuas en el mismo intervalo cerrado, pero existen funciones que no son continuas y son integrables, por lo que es falso.

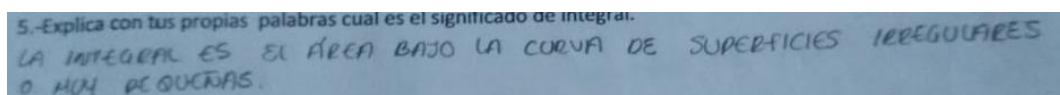


Figura 19 C4-M1 categoría: significado: Valor del área bajo la curva

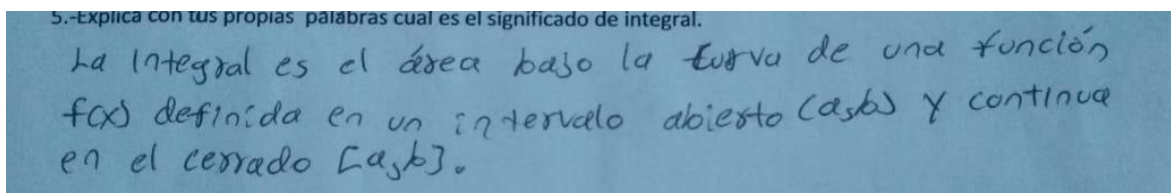


Figura 120 C4-H9 categoría: significado: Valor del área bajo la curva

Varios alumnos como H8, mencionaron que la integral se representa gráficamente como el área bajo la curva, sin embargo, esta es la interpretación gráfica de la integral más no la integral misma.

Por su parte el alumno H16, no explica a qué se refiere con la generalización de una suma, además de que no explica si esta suma o los sumandos deben de cumplir alguna propiedad.

La mayor parte de los alumnos percibe a la integral como u operador, sin embargo, no mencionan sobre que objeto matemático actúa dicho operador, donde una parte considera que este es un operador suma que actúa sobre términos, elementos, segmentos, diferenciales, valores de una función o pequeñas partes de una función, dependiendo del alumno. Un grupo de alumnos considera que es el valor del área bajo la curva de una función, donde un alumno pone como condición que la función este definida en un intervalo abierto (a,b) y continua en el cerrado $[a,b]$, y otro que se trate de una función real, siendo condiciones erróneas o incompletas. Una parte del alumnado recordó la representación gráfica de la integral, sin embargo, su respuesta es incompleta debido a que la interpretación no es suficiente para saber qué es la integral.

Conclusiones

De los datos recabados se puede ver la falta de comprensión del concepto matemático integral por parte de los alumnos de cálculo 2, en donde los alumnos muestran confusión entre el proceso de calcular la integral, el concepto mismo y sus diferentes representaciones. Cabe resaltar que aun cuando hay cursos en los que se define la integral a partir del proceso para calcularla, los alumnos mostraron confusión en dicho proceso.

Referencias

Edson Crisóstomo dos Santos (2012), Idoneidad de procesos de estudio del cálculo integral en la formación de profesores de matemáticas: una aproximación desde la investigación en didáctica del cálculo y el conocimiento profesional. Universidad de Granada.

Vygotsky L. (2013) Pensamiento y lenguaje. España, Paidós Iberica.

Barrantes H. (2006), Los obstáculos epistemológicos, cuadernos de investigación y formación en educación matemática.

En línea <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/cifem/article/view/6886/6572> .

Gravemeijer K.y Teruel J. (2000), Hans Freudenthal: a mathematician on didactics and curriculum theory. Currículo Studies, vol. 32, pp. 777-796.

Jiménez M. y Areizaga A. (2001), Reflexiones acerca de los obstáculos que aparecen, en la enseñanza de las matemáticas, al pasar del bachillerato a la universidad. Instituto de Bachillerato Koldo Mitxelena

Bachelard G. (1948), La formación del espíritu científico. México, Siglo XXI editores.

Godino J. (2003) Teoría de las Funciones Semióticas. Servicio de reprografía de la Facultad de Ciencias de Granada.

Ausubel D.y Novak J. y Hanesian,H (1980), Psicología educativa. México, Trillas.

Duval R. (2016), Registro de representación semiótica y funcionamiento cognitivo del pensamiento. France ,Université Louis Pasteur.

Sanmartí, N. (1993). Las redes sistémicas: construcción y aplicaciones. Universidad Autónoma de Barcelona, 14 pp.

Capacitación de profesores de Nivel Medio Superior en el uso de sistemas de gestión del aprendizaje. Estudio de caso en el CECyT 6 utilizando Classroom de Google

María de Lourdes Ramírez Martínez⁸⁰,

Víctor Daniel Escalante Huitron⁸¹,

Erika Pineda Godoy⁸²

mlramirezm@ipn.mx

Resumen

Los Sistemas de Gestión de Aprendizaje (SGA) son tecnologías que apoyan el aprendizaje en instituciones educativas mejorando las competencias digitales de profesores y estudiantes, la relación entre ellos y las estrategias de enseñanza-aprendizaje. Sin embargo su implementación puede representar diversos desafíos para el docente. Para ello se analiza el proceso de capacitación de un grupo de profesores del CECyT 6 focalizando el uso de Classroom de Google como SGA en las aulas y se compara con la capacitación de los estudiantes. Los profesores han presentado mayores problemas en su implementación, en la apropiación de la tecnología y en la forma en que la utilizan.

Palabras clave

Sistemas de Gestión de Aprendizaje, Capacitación docente, TIC en educación, Classroom de Google.

Introducción

Las tecnologías de la información y comunicación (TIC), que son utilizadas de manera relevante en la educación, han mostrado ser una herramienta que no solo mejora y facilita el proceso de enseñanza-aprendizaje, sino que también mejora las competencias digitales tanto de profesores como de estudiantes y promueve el cambio de rol del profesor, convirtiéndolo en co-aprendiz, esto contribuye a una relación más cercana con sus estudiantes.

Debido a estas ventajas el requerimiento del uso de TIC en las aulas del Instituto Politécnico Nacional, como en todas las Universidades del país, es cada vez mayor. Así, una de las ventajas es precisamente que la tecnología tiene un alto grado de efectividad. Los sistemas de gestión de aprendizaje (LMS, por sus siglas en inglés) posiblemente no sean las últimas tecnologías innovadoras en los últimos años, pero

⁸⁰ Cecyt 6, IPN

⁸¹ ESIA Zacatenco, IPN

⁸² CIECAS, IPN 3

si son unas de las más extendidas en la educación superior y han contribuido a cambiar el modo tradicional de enseñanza por otro basado principalmente en el uso de TIC (Mallon, Bersin, Howard, & O'leonard, 2009).

Los LMS son tecnologías basadas en la web que ofrecen a los profesores y a los estudiantes la posibilidad de compartir materiales, enviar tareas, conectarse y comunicarse en línea (Lonn & Teasley, 2009). Para realizar esto, un LMS proporciona un espacio en línea para la gestión del curso, donde el profesor publica los materiales necesarios del curso y las tareas a realizar por los estudiantes que a su vez también pueden acceder a los contenidos, enviar las tareas realizadas y comunicarse con su profesor o con sus compañeros de clase de manera interactiva y eficiente.

El entorno de aprendizaje en línea creado por el LMS permite al estudiante descargar sus evaluaciones, realizar exámenes en forma de cuestionarios en línea, y en general adquirir y utilizar diversas herramientas digitales para realizar sus actividades de aprendizaje. Por otro lado, los profesores, además de requerir competencias digitales para utilizar el LMS, deben estar preparados para cambiar su rol tradicional hacia otro más cercano a sus estudiantes (Williams, 2003). Para muchas instituciones educativas, la importancia del uso de LMS se incrementó significativamente, especialmente desde que el aprendizaje en línea es cada vez más requerido, incluso se ha convertido en una estrategia crucial en las instituciones de educación superior (Abazi-Bexheti, Kadriu, Apostolova-Trpkovska, Jajaga, & Abazi-Alili, 2018).

Es por esto por lo que la institución educativa necesita desarrollar y evaluar las competencias digitales de los profesores a fin de poder ofrecer estrategias de enseñanza-aprendizaje de vanguardia. La eficiencia en la implementación de estas estrategias depende de manera esencial del desarrollo de las competencias requeridas de los profesores por medio de la capacitación (Teclehaimanot & Lamb, 2005).

A fin de poder establecer los desafíos que se deben superar en la capacitación docente en el uso de un LMS en el aula, en este trabajo se presenta la experiencia obtenida durante un Taller ofrecido a docentes del IPN. El Taller constó de 30h distribuidas en 6 sesiones de 5 horas diarias por una semana en el periodo intersemestral. El Taller se ofreció como parte de las acciones formativas del IPN en dos periodos intersemestrales. Se realizaron observaciones y entrevistas a los docentes participantes, recabando las dificultades y experiencias de éxito de la capacitación.

Así mismo, se llevó a cabo la capacitación en el uso de este LMS a estudiantes del CECyT No. 6 del IPN (de nivel medio superior) al inicio de tres semestres. También se recabaron las observaciones de los instructores durante la capacitación y entrevistas a los estudiantes para compendiar las dificultades y experiencias de éxito en la adquisición de competencias digitales.

Finalmente se realiza una comparación entre la capacitación y la adquisición de competencias digitales de docentes y estudiantes.

Marco Teórico

Los trascendentales cambios económicos y sociales que se han experimentado a fines del siglo XX y comienzos del siglo XXI se han visto facilitados o se deben directamente a las enormes capacidades y la disponibilidad de las TIC (UNESCO, 2011). El rápido progreso de estas tecnologías brinda grandes oportunidades para alcanzar niveles más altos de desarrollo. La capacidad de las TIC para reducir muchos obstáculos tradicionales como el tiempo y la distancia posibilitan su uso en beneficio de millones de personas en todo el mundo, por lo que tienen inmensas repercusiones en prácticamente todos los aspectos de nuestras vidas.

Con respecto a la dimensión sociocultural, el uso extensivo de las TIC implica aproximarse a los imaginarios simbólicos que construye la sociedad sobre la tecnología, a partir de comprender que las tecnologías transmiten significados y se relacionan e involucran con la cultura y la permean, vinculando los patrones de pensamiento de los grupos sociales y las actitudes sociales frente a los artefactos tecnológicos (Alva de la Selva, 2015).

Teniendo en cuenta que la apropiación de las TIC por los jóvenes forma parte de su vida cotidiana y que las prácticas que realizan de forma virtual tienen su origen en la realidad, las experiencias conjugadas a través de internet van más allá de los encuentros al estar conectados. Estos espacios virtuales están atravesados por vínculos, relaciones, experiencias e ideologías que configuran las identidades intervinientes, constituyéndose en culturas juveniles a partir de la forma de utilizar las TIC. El análisis de estas culturas juveniles es indispensable para afrontar los desafíos de la educación actual en donde se pone en evidencia la necesidad de una nueva definición de roles, especialmente para los estudiantes y los docentes, a la vez que implica replantear el proceso educativo en torno a la forma en que los estudiantes procesan la información y no sólo sobre las herramientas o recursos TIC (Gallardo, 2012).

La nueva generación de aprendices que no han tenido que acceder a las nuevas tecnologías, sino que han nacido con ellas (nativos digitales), se enfrentan al conocimiento desde postulados diferentes a los del pasado, relacionándose en el espacio del aula con los profesores, la mayoría de ellos inmigrantes digitales, en un entorno de enseñanza tradicional que requiere una profunda transformación con políticas públicas relacionadas con la innovación, la tecnología y la ciencia. (Díaz-Barriga, 2013).

Por esto, cuando los docentes utilizan TIC de manera cotidiana en los espacios educativos puede acercarlos al modo de aprender de los estudiantes, comunicarse mejor con ellos, desarrollar competencias digitales y prepararlos para la sociedad actual.

Además, las TIC en la educación posibilitan el contacto y la interacción entre los estudiantes y los objetos de conocimiento para conocer, aplicar e integrar herramienta para la solución de problemas. Muchos programas educativos en los niveles superior y medio superior tienen elementos mixtos de aprendizaje con recursos tecnológicos y presenciales, resultando una mezcla de métodos pedagógicos que tienen diferentes grados de implicación de TIC, donde pueden incluirse desde situaciones de enseñanza tradicional conducida por un profesor en un salón de clases, actividades sincrónicas y asincrónicas en línea, presentación de diversos materiales a través de ordenadores, actividades interactivas, etc. Todas ellas se deben adaptar a las necesidades especiales de la estrategia de enseñanza-aprendizaje diseñada por el profesor (Peñalosa Castro, 2013).

Plataformas digitales para la educación

Actualmente se dispone de una gran cantidad de recursos tecnológicos desarrollados para la educación, como la plataforma Moodle, Trainig Coordinator, Learning Space, Blackboard, etc, con diferentes ventajas y desventajas, que pueden incluirse en cualquier modalidad de enseñanza con gran flexibilidad para el desarrollo y estructura de las estrategias de enseñanza-aprendizaje.

Entre las principales ventajas de estas tecnologías son la posibilidad de romper las barreras espacio-temporales y la posibilidad de la interactividad entre todos los agentes implicados. Otras ventajas son las actividades complementarias, disponer de materiales de consulta y apoyo o acceder a diversos recursos educativos, con el consiguiente enriquecimiento del proceso de enseñanza-aprendizaje. Sin embargo, el uso de las TIC requiere mucho más tiempo del profesor para la preparación de las clases que los medios convencionales, cursos de alfabetización, tutorías virtuales, gestión del correo electrónico personal, búsqueda de información en Internet, etc. (Ferro Soto, Martínez Senra, & Otero Neira, 2009; Torres Gastelú, 2011; Vera Noriega, Torres Moran, & Martínez García, 2014).

Algunas herramientas de Google para la Educación pueden servir de apoyo para transformar la forma de enseñar, en particular la herramienta Classroom® de Google, que ofrece la oportunidad de utilizar TIC durante el desarrollo de todo un curso, permitiendo la interacción entre los estudiantes y el profesor, y facilitar el intercambio de información, la realización de tareas, y la evaluación de las actividades. Además, se ofrece de manera gratuita y para tener acceso tan solo se requiere de una cuenta de Google.

Classroom de Google obliga al mismo tiempo al docente y a los estudiantes a utilizar diversas herramientas TIC para lograr los objetivos del curso, como correo electrónico Gmail, Youtube, y Google Drive. Las TIC, utilizadas de manera importante en la educación, han mostrado ser una herramienta que no solo mejora el proceso de enseñanza-aprendizaje, sino que también mejora las competencias digitales tanto de profesores como de alumnos y promueve el cambio de rol del profesor, convirtiéndolo en co-aprendiz, por lo que la relación con sus alumnos es más cercana.

Metodología

Tres profesores del CECyT 6 del IPN desarrollaron un Taller para la capacitación de profesores en Classroom de Google para aplicarlo en el aula. El Taller se registró en la Coordinación General de Formación e Innovación Educativa CGFIE del IPN. Se llevaron a cabo tres Talleres, dos en la semana del 30 de julio al 03 de agosto del 2018 y otro en la semana del 14 al 18 de enero de 2019. Se contó con el registro de un total de 90 profesores, la mayoría del propio CECyT 6, y de otros CECyT y un 10% de profesores del Nivel Superior del IPN.

Se realizaron observaciones de los instructores para detectar experiencias de dificultades y de éxito en el desarrollo de competencias digitales para aplicarlas en el LMS en el aula. Para recabar las impresiones de los profesores se realizaron entrevistas individuales a todos, solicitándoles su opinión y grado de dificultad experimentado en el Taller, además de la posibilidad de poner en práctica lo aprendido en sus estrategias de enseñanza-aprendizaje del siguiente semestre.

Al inicio de tres semestres, se observaron y recabaron entrevistas a estudiantes pertenecientes a seis grupos del CECyT para determinar las experiencias de éxito y de dificultad en el uso de Classroom de Google de manera cotidiana en el aula. A estos estudiantes se les proporcionó una capacitación de tres horas sobre el uso del LMS antes de utilizarlo en el semestre de manera cotidiana.

Finalmente se compararon las experiencias de los instructores con los dos actores del proceso de enseñanza-aprendizaje.

Resultados

De los docentes inscritos a los Talleres (90) solo se presentaron 75. La mayoría se declaró con competencias digitales muy pobres, y solo un 10% de los docentes se consideraron altamente capacitados en el uso de TIC.

El 70% declaró utilizar diversas estrategias que involucran el uso de TIC en el aula. Quince docentes (20%) presentaron serias dificultades incluso en el uso de correo electrónico o de plataformas para chatear entre ellos. Para ellos fue necesaria la atención personalizada del instructor. El 60% de los docentes realizaron de manera dirigida pero autónoma todas las actividades diseñadas para la capacitación en el uso del LMS. El 20% restante pudo realizar las actividades de manera autónoma con muy poca intervención del instructor, solo en la tercera jornada de capacitación, dedicada al uso de complementos de Google para evaluación (Princippia y CoRubrics) requirieron atención más cercana. En esta jornada, los docentes con menores competencias digitales desistieron del uso de los complementos en sus estrategias de enseñanza-aprendizaje en el aula, aunque realizaron las actividades con éxito.

En general, los docentes se perciben como poco competentes en el uso de TIC, y con serias dificultades para su uso cotidiano en el aula. Sin embargo la mayoría

(80%) considera que la práctica de estas tecnologías puede ayudarles mucho. El 100% consideró útil la capacitación y que el LMS puede ser de gran ayuda en su práctica docente, además de ayudarles a incrementar sus competencias digitales y a ser más eficientes en sus clases. Sin embargo, aun cuando el 90% de los docentes que atendieron el Taller se comprometió a utilizar el LMS en su práctica docente, declararon que lo harían solo de manera parcial, debido a que requieren de mayor práctica y conocimientos. Solo el 10% se comprometió a utilizarla cotidianamente en sus clases, dado que se sintieron competentes y que el LMS les sería de gran utilidad en el desarrollo de sus estrategias de enseñanza-aprendizaje.

Los estudiantes presentaron también una gran variedad en cuanto a competencias digitales. Sin embargo, al cabo de la capacitación, todos se sintieron cómodos y con posibilidad de sacar el mayor provecho al LMS. Estos seis grupos de estudiantes realizaron la mayoría de las actividades y evaluaciones a través de Classroom de Google de manera exitosa. Si en algún momento requirieron de atención especial en el uso del LMS, lo resolvieron utilizando Tutoriales disponibles en la página oficial de Google o con videos de Youtube. Muy pocas veces requirieron atención del docente para resolver dudas sobre su uso.

Conclusiones

El uso de TIC de manera cotidiana en las Unidades de Aprendizaje puede facilitar el acercamiento cultural entre docente y estudiantes, de tal forma que se mejore el proceso de enseñanza-aprendizaje. Los estudiantes y los docentes encuentran más interesantes, motivantes y eficientes las clases donde se utilizan cotidianamente el LMS Classroom de Google. Sin embargo, esta mediación debe respaldarse con una estrategia bien planeada. También el uso de este LMS en el aprendizaje mejora las habilidades digitales y de autoaprendizaje de los estudiantes y profesores. A pesar de estas coincidencias en el uso de Classroom de Google en el aula entre los estudiantes y docentes, se percibieron enormes diferencias en la apropiación de la competencia digital apropiada para su uso. De manera general los docentes se perciben como poco competentes en el uso de estas tecnologías y declaran que requieren mayor capacitación. Se observaron diversas dificultades para la capacitación de los docentes, a diferencia de los estudiantes que lo hacían de manera mucho más autónoma.

Uno de los principales desafíos parece ser la forma en que los docentes se perciben así mismos para adquirir competencias digitales. Otro desafío importante es la forma en que los docentes utilizan las TIC, ya que no forman parte cotidiana de su forma de comunicarse y de comprender el entorno. Por otro lado, los estudiantes encontraron nuevas formas de usar las TIC para el aprendizaje, dado que suelen utilizar tecnologías digitales principalmente para comunicarse y para el aprendizaje.

Se requiere atender estos desafíos a fin de integrar las TIC a la forma de enseñar y aprender en las aulas del IPN

Referencias

- Abazi-Bexheti, L., Kadriu, A., Apostolova-Trpkovska, M., Jajaga, E., & Abazi-Alili, H. (2018). LMS Solution : Evidence of Google Classroom Usage in Higher Education. *Business Systems Research*, 9(1), 31–43. <https://doi.org/10.2478/bsrj-2018-0003>
- Alva de la Selva, A. R. (2015). Los nuevos rostros de la desigualdad en el siglo xxi: la brecha digital. *Revista Mexicana de Ciencias Políticas y Sociales*, 60(223), 265-285. [https://doi.org/10.1016/S0185-1918\(15\)72138-0](https://doi.org/10.1016/S0185-1918(15)72138-0)
- Díaz-Barriga, A. (2013). TIC en el trabajo del aula. Impacto en la planeación didáctica. *Revista Iberoamericana de Educación Superior*, 4(10), 3-21. [https://doi.org/10.1016/S2007-2872\(13\)71921-8](https://doi.org/10.1016/S2007-2872(13)71921-8)
- Ferro Soto, C. A., Martínez Senra, A. I., & Otero Neira, M. del C. (2009). Ventajas del uso de las TICs en el proceso de enseñanza-aprendizaje desde la óptica de los docentes universitarios españoles. *Edu-tec: Revista electrónica de tecnología educativa*, (29), 5. <https://doi.org/10.21556/edutec.2009.29.451>
- Gallardo, E. (2012). Hablemos de estudiantes digitales y no de nativos digitales. *UT. Revista de Ciències de l'Educació*, 7-21. <https://doi.org/10.17345/ute.2012.1.595>
- Lonn, S., & Teasley, S. D. (2009). Saving time or innovating practice: Investigating perceptions and uses of Learning Management Systems. *Computers and Education*, 53(3), 686–694. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2009.04.008>
- Mallon, D., Bersin, J., Howard, C., & O'Leonard, K. (2009). Learning Management Systems 2009 Executive Summary. © *BERSIN & ASSOCIATES RESEARCH REPORT | V.1.0*, (April). Retrieved from www.bersin.com/factbook.
- Peñalosa Castro, E. (2013). Estrategias docentes con tecnologías, guía práctica (1ra ed.). Universidad Autónoma Metropolitana: Pearson Educación.
- Teclehaimanot, B., & Lamb, A. (2005). Workshops that Work!: Building an Effective, Technology-Rich Faculty Development Program. *Journal of Computing in Teacher Education*, 21(3), 109–115. Retrieved from <http://search.proquest.com/docview/742873103?accountid=8144>
- Torres Gastelú, C. A. (2011). Uso de las TIC en un programa educativo de la Universidad Veracruzana, México. *Actualidades Investigativas en Educación*, 11(4). <https://doi.org/10.15517/aie.v11i4.10235>
- UNESCO. (2011). Transforming education: The power of ICT policies, 237.

Vera Noriega, J. Á., Torres Moran, L. E., & Martínez García, E. E. (2014). Evaluación de competencias básicas en tic en docentes de educación superior en México. *Pixel-Bit Revista de Medios y Educación*, 143-155. <https://doi.org/10.12795/pixelbit.2014.i44.10>

Williams, P. (2003). Roles and competencies for distance education programs in higher education institutions. *The American Journal of Distance Education*, (May 2013), 37–41. <https://doi.org/10.1207/S15389286A>

Didáctica empleada para alumnos que están por presentar un examen de ingreso

G. Rosas Álvarez⁸³
F. J. Pulido Luna⁸³
grosas@institutokepler.com.mx

Resumen

El texto presenta los resultados de la didáctica empleada por el Instituto Kepler para desarrollar habilidades lógico-deductivas y mejorar conocimientos en Matemáticas y otras materias en los alumnos que están por presentar un examen de ingreso a los niveles superior y medio superior. Se analizan asimismo los puntajes obtenidos por los participantes en general de los Concursos de Selección Licenciatura de la UNAM (Universidad Nacional Autónoma de México) y de Asignación al nivel medio superior en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México, realizado por la Comisión Metropolitana de Instituciones Públicas de Educación Media Superior (Comipems). Se comparan estos resultados con los obtenidos por alumnos del Instituto Kepler y se llega a una conclusión.

Palabras clave

Examen, selección, resultados, UNAM, Comipems.

Introducción

Desde el siglo pasado se han implementado en México exámenes estandarizados para determinar el ingreso a escuelas de nivel medio superior y superior. Esto ha hecho evidente la brecha que existe entre los conocimientos de quienes presentan estos exámenes y los conocimientos evaluados por dichas pruebas. Como respuesta a esta problemática, la escuela remedial ha procurado reducir esa distancia por diversas vías. En el caso del Sistema-K, por ejemplo, existe un interés particular por el análisis de todos los elementos que forman parte de un proceso de asignación o selección, a partir del cual es posible construir soluciones integrales que promuevan la consecución de un logro académico: el ingreso a un bachillerato de prestigio o a una carrera que se desea estudiar.

⁸³ Instituto Kepler

Marco Teórico

En la construcción del modelo estadístico y el diseño de gráficos, el presente trabajo sigue conceptos de estadística descriptiva y del análisis exploratorio de datos (Tukey, 1977). La ponderación y el análisis circunstancial de los resultados se derivan de aprendizajes basados en filosofía de la estadística (Cabriá, 1994).

Se han recopilado y organizado los resultados globales de los concursos realizados por la UNAM y la COMIPEMS en 2018. A partir de ellos, se han obtenido histogramas de frecuencias de calificaciones, moda y media. De forma paralela, se ha hecho el mismo procedimiento con los resultados obtenidos por los alumnos del Instituto Kepler. Finalmente se comparan ambos análisis para medir la eficiencia global de los entrenamientos basados en el Sistema-K. Se presentan, además, análisis individuales que reflejan la optimización progresiva de las habilidades de los alumnos (Eficiencia-K).

Metodología

Para el Sistema-K es fundamental observar el avance real de todos sus alumnos. Con este fin, se construyen herramientas de medición de conocimientos y habilidades que nos permiten conocer el punto de partida de cada alumno (Eficiencia Inicial), el aprovechamiento de las sesiones de enseñanza-aprendizaje (Eficiencia-K Parcial) y el resultado final del Entrenamiento-K (Eficiencia-K) denotada por E_K en adelante.

Instituto Kepler se ocupa además de la búsqueda, recopilación, organización y análisis de los resultados globales de algunos de los procesos más relevantes de asignación o selección en México. Datos que, vale decir, son puestos a disposición del público por las instituciones encargadas de dichos procesos. Sin embargo, vistos de manera aislada, estos datos pueden resultar confusos. Al analizarlos, Instituto Kepler busca ofrecer un panorama de la educación mexicana lo más completo posible, con el fin de incentivar a sus alumnos para que optimicen sus recursos cognitivos y tomen mejores decisiones durante su entrenamiento.

Resultados

Vamos a mostrar una medición de eficiencia de la didáctica propuesta para alumnos que están por presentar un examen de selección a nivel medio superior y superior. Primero, analizaremos los resultados globales de los participantes en los concursos mencionados.

1.1 Análisis del Concurso de Selección a la UNAM 2018 nivel licenciatura

Nos referimos a los Concursos de Selección Febrero y Junio de 2018, que para fines prácticos abreviaremos como 2018-F y 2018-J respectivamente.

¿Cuántos alumnos concursan?

En la tabla 1, se muestra el número de alumnos que se registraron en ambos concursos 2018-F y 2018-J. En dicha tabla (UNAM-DGAE, 2018) podemos observar el número de aspirantes totales (A) de cada proceso, el número de interesados que en realidad presentan el examen (P), los aspirantes seleccionados (S), los que no logran ser seleccionados (NS), y finalmente, los que no presentaron el examen a pesar de haberse registrado al concurso (NP).

Tabla I. Concurso de Selección 2018 sistema escolarizado

Factor	Área de estudio				Total	Porcentaje representativo
	1	2	3	4		
Concurso de Selección Febrero 2018 (2018-F)						
Aspirantes (A)	32,694	54,596	39,793	14,725	141,808	100 %
Presentaron examen (P)	30,384	51,086	37,356	13,722	132,548	93.5 %
Seleccionados (S)	2,118	2,292	3,199	1,173	8,782	6.2 %
No Seleccionados (NS)	28,266	48,785	34,157	12,500	123,708	87.2 %
No presentaron examen (NP)	2,310	3,510	2,437	1,003	9,260	6.5 %
Concurso de Selección Junio 2018 (2018-J)						
Aspirantes (A)	17,044	30,070	22,102	8,268	77,484	100 %
Presentaron examen (P)	14,779	26,405	19,364	7,085	67,063	86.5 %
Seleccionados (S)	842	1,207	2,301	891	5,241	6.5%
No Seleccionados (NS)	13,921	25,106	17,063	6,193	62,283	80.4 %
No presentaron examen (NP)	2,265	3,665	2,738	1,183	9,851	12.7%

En la figura 1 se muestran los porcentajes de selección. Aparecen representados también los aspirantes que no presentan examen en cada Concurso de Selección.



Figura 1. Porcentajes de selección en Concursos 2018

En la figura 2 se muestran las frecuencias de alumnos que lograron un determinado número de aciertos en ambos concursos 2018. Obtener los resultados no es fácil porque la UNAM publica resultados individuales únicamente, y como hemos visto también, se trata de universos considerables, es decir, 141,808 aspirantes en febrero, y 77,484 concursantes en junio.

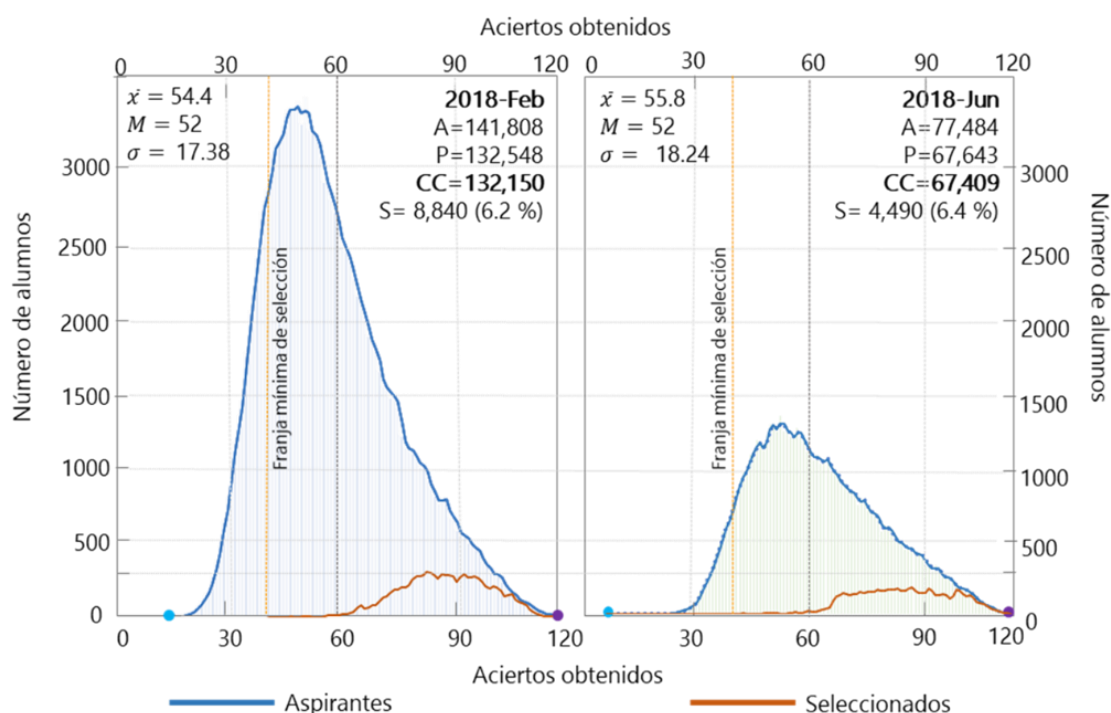


Figura 2. Diagrama de frecuencias de calificaciones de alumnos con calificación CC. Concursos de Selección Febrero (2018-F) y Junio (2018-J)

Para que el lector pueda comprender mejor el análisis estadístico realizado, mencionamos algunas aclaraciones importantes.

Si bien para el Concurso de Febrero se registraron 141,808 aspirantes para las licenciaturas de la UNAM en sistema escolarizado, los datos que se están contabilizando equivalen a 132,150 alumnos con calificación (CC), ya que estamos descontando 9,260 participantes que no presentaron examen de selección (N), 383 casos de alumnos seleccionados con leyenda Cita, y finalmente se descontaron los 15 casos de los participantes a quienes se les canceló su examen por alguna irregularidad (C). Como ya hemos mencionado, estos últimos alumnos están sin calificación (SC). Para el caso de junio se registraron 77,484 aspirantes, de los cuales sólo se

consideran 67,643 por la misma razón anterior. En este caso 9,851 alumnos no presentan examen (N), 203 seleccionados con leyenda Cita y 31 concursantes cuyo examen les fue cancelado el día de la aplicación (C).

En la figura 2 están representados en el eje horizontal, el número de aciertos obtenido por los alumnos con calificación para los concursos 2018 (de 0 a 120); mientras que, en eje vertical, se observa la frecuencia, es decir, el número de alumnos que obtienen los aciertos considerados.

En azul están representados todos los aspirantes, mientras que en rojo están representados sólo los alumnos seleccionados, que apenas, representan sólo el 6.2 y el 6.5 % de los concursantes en febrero y junio respectivamente.

Notemos que, en ambos concursos, la moda M , es decir, el número de aciertos o la calificación más repetida es de 52 aciertos, y que la media, o los aciertos promedio ($\bar{x}$) para ambos eventos son 54.4 y 55.8 aciertos respectivamente. Lo que quiere decir que tanto moda como media son menores a los 60 aciertos (valor conocido estadísticamente como la mediana en nuestro análisis).

Para continuar con el análisis, hemos dividido el número de aciertos obtenidos por todos los aspirantes en ambos concursos en diez intervalos llamados K_1 (ver tabla 2). De esta manera podremos identificar el intervalo con mayor y menor frecuencia. Note que el intervalo $K_1 = 5$, es decir, el segmento de calificaciones entre 49 y 60 aciertos es el más frecuente en ambos concursos (26.0 y 22.4 % respectivamente). El intervalo $K_1 = 4$ (de 37 a 48 aciertos) es el segundo más alto en frecuencia (23.8 y 19.2 %). Le sigue el intervalo $K_1 = 6$ (de 61 a 72 aciertos) cuyos porcentajes son 17.6 y 17.3% para cada concurso.

Más del 60% de los aspirantes está en alguno de estos tres segmentos, lo que quiere decir que, con estos resultados, será muy difícil resultar seleccionado como lo analizaremos más adelante identificando la tendencia de la línea de corte de los aciertos mínimos de cada licenciatura.

Tabla II. Alumnos con calificación (CC) divididos en 10 intervalos K_1 , cada uno con 12 aciertos. Concurso de Selección UNAM 2018

	I	2018-F				2018-J				K_1
		A	PR	S	PS	A	PR	S	PS	
CC	[0,12]	0	0	0	0	2	0	0	0	1
	[13,24]	219	0.2	0	0	131	0.2	0	0	2
	[25,36]	9,352	6.6	0	0	4,526	5.8	0	0	3
	[37,48]	33,701	23.8	34	0.1	14,859	19.2	46	0.3	4
	[49,60]	36,892	26.0	114	0.3	17,347	22.4	104	0.6	5
	[61,72]	24,959	17.6	558	2.3	13,469	17.4	638	4.7	6
	[73,84]	14,692	10.4	2,077	14.1	8,978	11.6	1,322	14.7	7
	[85,96]	8,208	5.8	2,867	35.0	5,374	6.9	1,415	26.3	8
	[97,108]	3,563	2.5	2,185	60.9	2,353	3.0	1,169	49.7	9
	[109,120]	564	0.4	564	100	370	0.5	344	93.0	10

	Total CC	132,150	93.2	8,399	95.6	67,409	87.0	5,038	96.1	-
SC	N	9,260	6.5	0	0	9,841	12.7	0	0	0
	Cita	383	0.3	383	4.4	203	0.3	203	3.9	
	C	15	0.01	0	0	31	0.04	0	0	
Total		141,808	100 %	8,782	100 %	77,484	100 %	5,241	100 %	-

Obtener un número determinado de aciertos en los intervalos $K_1 = 5$, $K_1 = 4$ y $K_1 = 6$ equivale a una calificación decimal entre 4 y 5, 3 y 4, o de 5 a 6 respectivamente, donde 0 significa obtener 0 aciertos, y 10 implica tener 120 aciertos. Desde este punto de vista, **más de la mitad de los aspirantes obtendrá entre 37 y 72 aciertos, o bien, obtendrá una calificación decimal entre 3 y 6**. La figura 3 ilustra los porcentajes representativos (PR) en distintos intervalos. Observe también, que la mayoría de los seleccionados estará en los intervalos $K_1 = 7, 8, 9, 10$ (zona verde de la gráfica).

Otro dato preocupante es que los alumnos sobresalientes, es decir los que están en el intervalo $K_1 = 10$ (aquellos aspirantes que obtienen entre 109 y 120 aciertos), apenas representan el 0.4 y el 0.5% de los aspirantes totales en los Concursos de Febrero y Junio de 2018 respectivamente. En calificación decimal, de 9 a 10. Estar en este intervalo, significa ser seleccionado prácticamente en cualquier licenciatura UNAM.

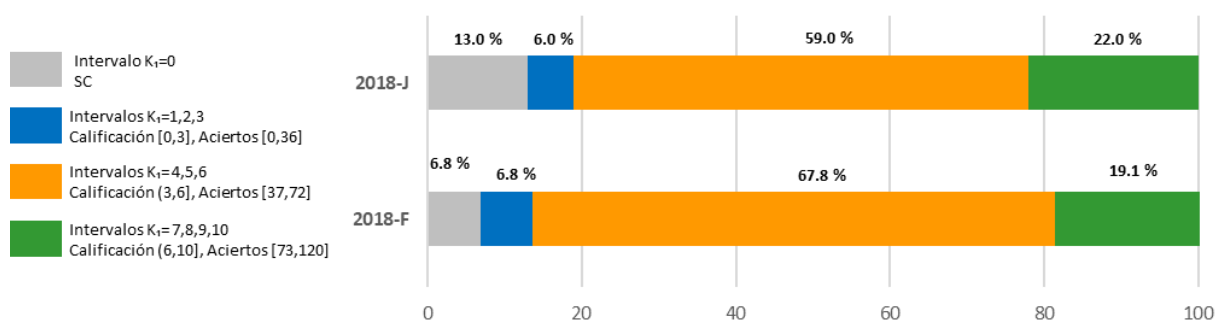


Figura 3. Porcentajes de resultados en distintos intervalos Concursos de Selección Febrero (2018-F) y Junio (2018-J)

En la figura 4 se puede apreciar el histograma de frecuencias de todas las calificaciones o número de aciertos obtenidos por los aspirantes. Los resultados son muy similares, aunque podemos decir que para el concurso de junio los aspirantes obtienen un desempeño ligeramente mayor que en el de febrero. También mostramos los datos de los seleccionados por intervalo (más adelante profundizaremos al respecto).

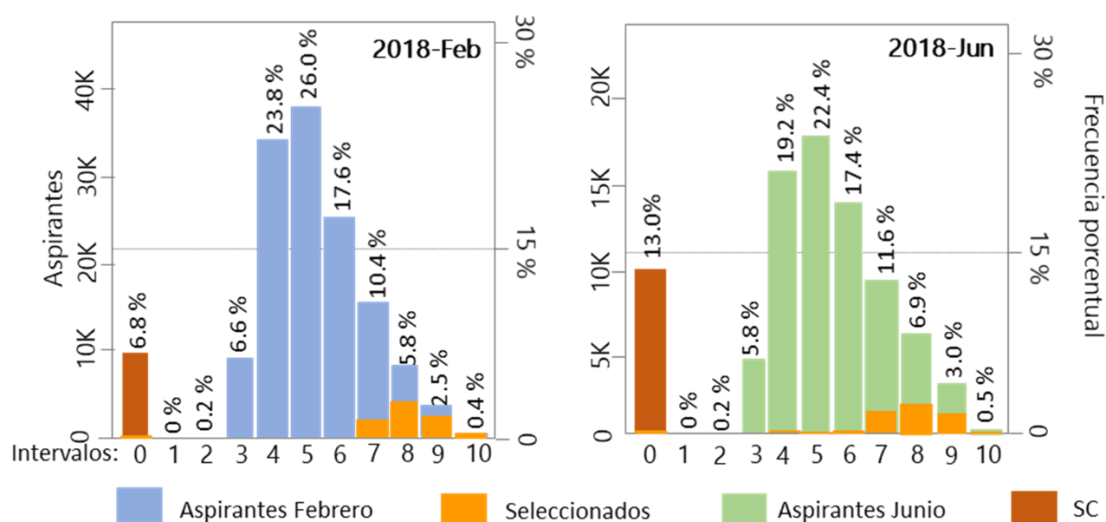


Figura 4. Histograma de frecuencias en 10 intervalos K_1
Concursos 2018

En ambos Concursos los intervalos más frecuentes prácticamente se repiten.

Recordemos que hay alumnos seleccionados en el intervalo $K_1=0$, pues se trata de los alumnos que no se hizo público su resultado porque obtuvieron Cita.

1.2 Resultados del Instituto Kepler.

Servicio UNAM-K Total Training 2018.

Una vez analizado el proceso de selección y los resultados que arroja la prueba de todos los aspirantes, vamos a analizar los resultados obtenidos de los alumnos de Instituto Kepler. No discutiremos por ahora la metodología empleada por el instituto, pues la dejaremos para otro momento.

Sólo mencionaremos que la medición del avance del alumno Kepler, se mide con 3 evaluaciones significativas. Nos referimos al examen diagnóstico (ED), al examen intermedio (EI) y al examen simulacro (ES). La primera prueba la realizan los alumnos antes de iniciar el entrenamiento, por tanto, lo que mide este examen son las condiciones iniciales. La segunda evaluación la realizan cuando el entrenamiento

ha avanzado justo a la mitad, que, aunque para ese momento no se han cubierto todas las materias que se calificarán en el concurso de selección, se mide de modo global. Finalmente, los alumnos al término del entrenamiento UNAM-K TT con el examen simulacro miden sus habilidades desarrolladas para responder reactivos lógico-deductivos de opción múltiple, y han fortalecido sus conocimientos adquiridos. Para este punto, el alumno conoce los temas del examen de selección, y ha practicado con cientos de ejercicios tipo de las diez materias de la estructura de la prueba.

La siguiente tabla muestra el resultado de todos los alumnos preparados en el instituto. La cifra total de quienes hicieron los exámenes no es la misma porque algunos estudiantes no aplicaron todas las evaluaciones. Al final fueron 224 alumnos quienes participaron en alguno de los concursos de selección a la licenciatura UNAM 2018 (febrero o junio). Este dato también está indicado en la cuarta columna del examen real UNAM (ER).

Dentro de estos 224 alumnos están considerados 25 alumnos que al no ser seleccionados en 2018-F volvieron a tomar el entrenamiento para presentar examen en 2018-J. De esta manera, el total de alumnos considerados en los porcentajes de eficiencia será de 199 realmente.

Tabla III. Resultados de alumnos del servicio UNAM-K TT del Instituto Kepler 2018

	ED			EI		ES		ER	
	K ₁	Alumnos	%	Alumnos	%	Alumnos	%	Alumnos	%
Intervalo	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0	0	0
	3	19	8.2	2	0.9	0	0	0	0
	4	76	32.9	18	7.9	4	1.9	1	0.4
	5	53	22.9	58	25.6	8	3.7	10	4.5
	6	41	17.7	62	27.3	18	8.2	33	14.7
	7	17	7.4	41	18.1	31	14.2	41	18.3
	8	7	3.	17	7.5	64	29.2	56	25.0
	9	2	0.9	6	2.6	51	23.3	43	19.2
	10	0	0	0	0	13	6.0	9	4.0
SC	N	16	6.9	24	10.6	30	13.7	31	13.8
	Cit	0	0	0	0	0	0	0	0
	C	0	0	0	0	0	0	0	0
		231	100%	227	100%	219	100%	224	100%

El lector podrá observar que los resultados obtenidos se muestran por intervalo, tal como se ha venido estudiando el caso de los concursantes totales.

Para visibilizar mejor los resultados y el avance, observemos la figura 5. Ahí podemos observar el mejoramiento del desempeño de los alumnos en cada examen. Si bien el resultado del ER es más bajo que el ES en términos generales, el cambio es muy significativo sobre las condiciones del ED al ER.

En el siguiente gráfico también hemos incluido cifras como los aciertos promedio $\bar{x}$, la moda M y la desviación estándar σ en cada prueba.

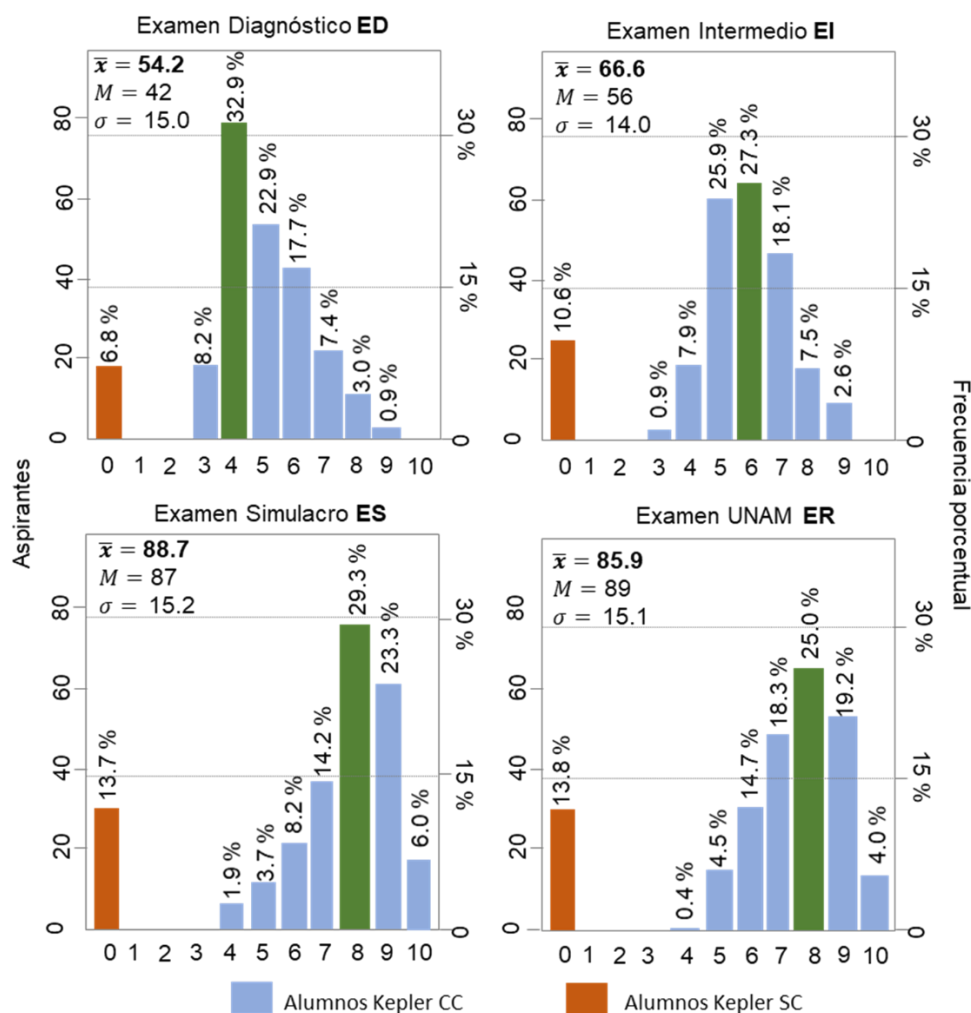


Figura 5. Histogramas de frecuencia de los alumnos Kepler Concurso Selección 2018

Como puede apreciarse, los aciertos promedio $\bar{x}$ aumentan de 54.2 en el examen diagnóstico a **85.9** en el examen real UNAM. De la misma manera la calificación más repetida (moda) aumenta de 42 a **89**; y finalmente el intervalo modal aumenta del 4 [37,48] al **8 [85,96]**.

Eficiencia promedio

Cada alumno mostró un avance significativo de su calificación ED a la del ER. La eficiencia individual la definimos como

$$E = E_R - E_D \quad (1)$$

Y la eficiencia promedio será entonces

$$\widehat{E}_K = \frac{1}{N} \sum (E_{Ri} - E_{Di}) \quad (2)$$

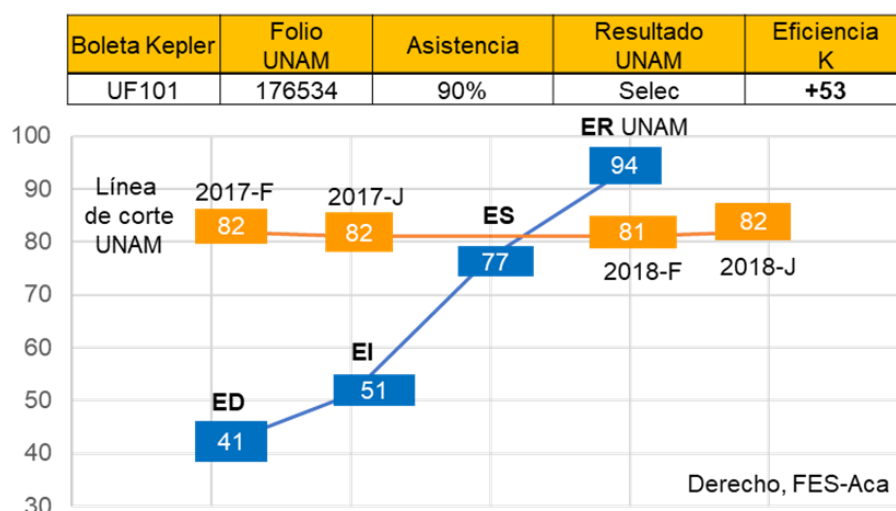
Donde N es el número total de alumnos que recibieron el entrenamiento UNAM-K Total Training (para este caso, N=199).

Casos particulares

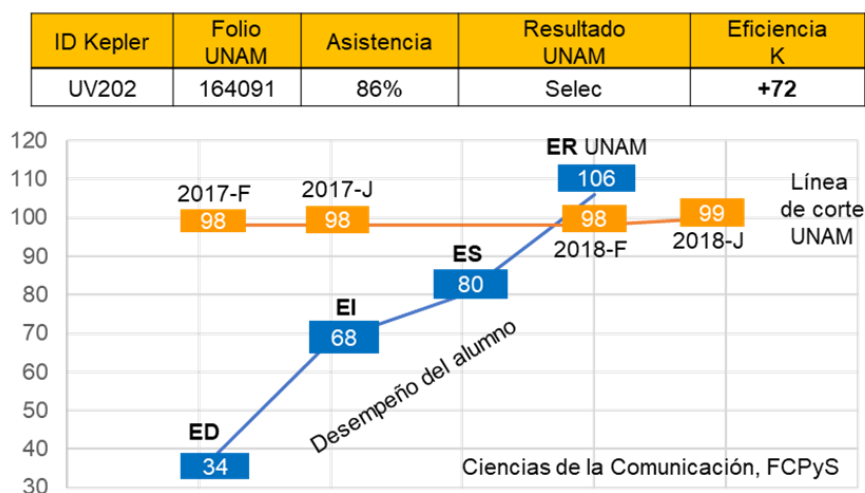
Con la finalidad de que el lector pueda tener una mayor comprensión del análisis, mostraremos los siguientes casos particulares.

Caso 1.

Se trata del alumno cuya boleta Kepler fue UF101 y folio UNAM 176534, quien tuvo un 90% de asistencia al entrenamiento y que su carrera solicitada tuvo una línea de corte de 81 aciertos. Como puede apreciarse en la figura 6, este participante obtuvo un desempeño en el examen diagnóstico **ED** de 41 aciertos, para el examen intermedio **EI** subió a 51, en el examen simulacro **ES** obtuvo 77 aciertos, y con el último esfuerzo, el alumno en cuestión obtuvo ya en el examen real (**ER**) del concurso de selección Febrero 2018, 94 aciertos, cifra superior a la línea de corte de 81 aciertos, y por tanto se convirtió en alumno seleccionado en la licenciatura de su interés. Para el Instituto Kepler, este es un caso de éxito. Este alumno tuvo entonces una eficiencia K de **+53**, pues es la diferencia entre su examen real y su examen diagnóstico. La siguiente figura muestra el proceso de su desempeño en el entrenamiento.

**Caso 2.**

Otro ejemplo de éxito fue el alumno UV202, observe su progreso individual (figura 7).



Como se puede apreciar, este alumno tuvo una Eficiencia K considerable, pues aumentó 72 aciertos su resultado final con respecto al examen diagnóstico.

Caso 3.

El alumno siguiente también obtuvo una Eficiencia K de +74, resultado que le permitió ingresar a la licenciatura de Médico Cirujano impartida en la Facultad de Estudios Superiores Iztacala. Aquí sus resultados:

Boleta Kepler	Folio UNAM	Asistencia	Resultado UNAM	Eficiencia K
UM121	074015	93%	Seleccionado	+74

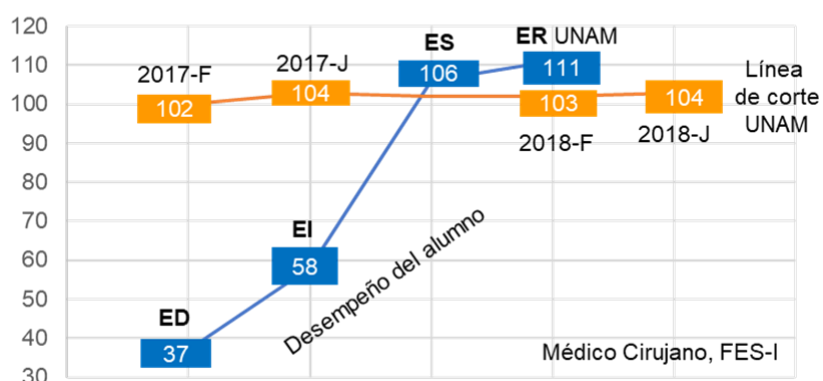


Figura 8. Caso 3. Alumno Kepler **UM121**
UNAM-K 2018-F

Caso 4.

A diferencia de los casos anteriores, mostramos ahora un alumno que no logra ser seleccionado a pesar de que su Eficiencia K es de +36. Una de las razones que influyeron para que no alcanzara los aciertos mínimos fue su baja asistencia al entrenamiento (29%):

Boleta Kepler	Folio UNAM	Asistencia	Resultado UNAM	Eficiencia K
UF221	091898	29%	No Seleccionado	+36

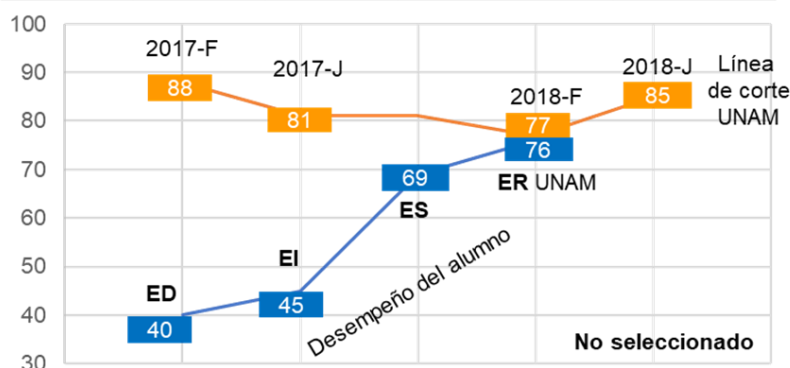


Figura 9. Caso 5. Alumno Kepler **UF221**
UNAM-K 2018-F

En la siguiente figura se muestra la variación de la eficiencia K (eje vertical izquierdo) con respecto al porcentaje de asistencia (eje vertical derecho) de los alumnos del Instituto Kepler. Aunque no se identifica una relación concreta, dibujando la línea de tendencia (línea en rojo), se puede observar que, en términos generales, entre mayor sea la asistencia, mayor será la eficiencia K.

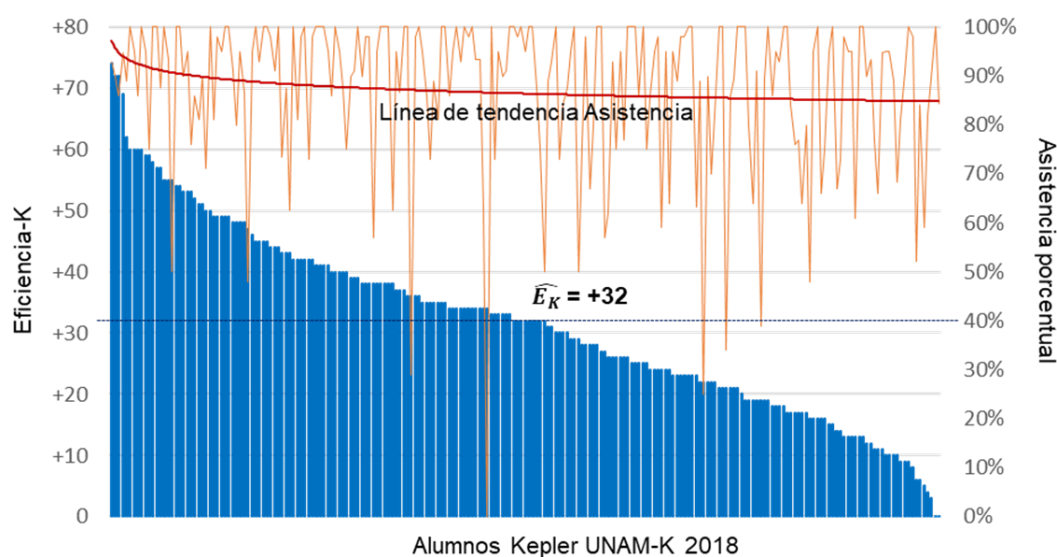


Figura 10. Eficiencia K y asistencia UNAM-K 2018

Lo que sí queda claro, es que la eficiencia K en todos los alumnos es positiva. Finalmente, en la última tabla se muestran los resultados globales del entrenamiento.

Tabla IV. Comparativo alumnos Instituto Kepler con aspirantes globales UNAM-F y UNAM-J 2018

Entrenamiento	N	$\widehat{E}_K$	Seleccionados	% de selección	Aciertos promedio
UNAM-K	199	+32	87	43.7	85.9
Comparativo con el global					
Concurso UNAM 2018-Feb				6.2	54.4
Concurso UNAM 2018-Jun				6.5	55.8

Note que los 199 alumnos que recibieron el entrenamiento promediaron sus resultados en 85.9 aciertos, mientras que la generalidad del Concurso de Selección fue de 54.4 en 2018-F, y de 55.8 en 2018-J. También se observa que el porcentaje de selección de manera global es de 6.2 y de 6.5 % respectivamente, mientras que en para el caso de los alumnos del entrenamiento UNAM-K se elevó hasta el 43.7%

2.1 Análisis del Concurso de Asignación Comipems 2018

Nos referimos al Concurso de Asignación que aplica la Comipems a los egresados de la educación secundaria en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México (ZMCM)⁸⁴, con la finalidad de asignarles algún lugar en un centro educativo de educación media superior de las instituciones conformantes.

¿Cuántos alumnos concursan?

En la tabla 5, se muestra el número de alumnos que se registraron al Concurso de Asignación Comipems 2018 (Gaceta Comipems, 2018).

Tabla V. Concurso de Asignación Comipems 2018

Factor	Total	Porcentaje representativo
Aspirantes (A)	311,564	100 %
Presentaron examen (P)	305,329	98 %
No presentaron examen (NP)	6,235	2 %
Con opción educativa (CO)	297,087	95.4 %
Sin opción educativa (SO)	14,477	4.6 %

Ahora bien, en la tabla 6 mostramos en qué institución fueron asignados los alumnos con opción CO, y aquellos que no tuvieron oportunidad de continuar con el siguiente nivel educativo por no concluirlo a tiempo (SO).

Tabla VI. Asignación de lugares. Concurso Asignación Comipems 2018

Institución COMIPEMS	Alumnos asignados	Porcentaje de alumnos asignados	Tipo
SE	89,147	28.6	Alumnos con opción educativa (CO) 95.4 %
DGETI	43,227	13.9	
COLBACH	39,344	12.6	
UNAM	33,927	10.8	
IPN	22,202	7.1	
CONALEP	22,040	7.1	
DGB	2,054	0.6	
DGETA	1,300	0.4	
DEGECyTM	395	0.1	
UAEM	210	0.06	
Con derecho a otra opción (CDO)	43,241	13.8	
No presentaron examen (NP)	6,235	2.0	Alumnos sin opción educativa (SO) 4.6 %
Sin certificado (SC)	8,242	2.6	
TOTAL	311,564	100%	

⁸⁴ Por definición la ZMCM abarca todas las alcaldías de la Ciudad de México y 22 municipios conurbados del Estado de México.

En la figura 11, se muestra la misma información anterior, pero de forma esquemática.

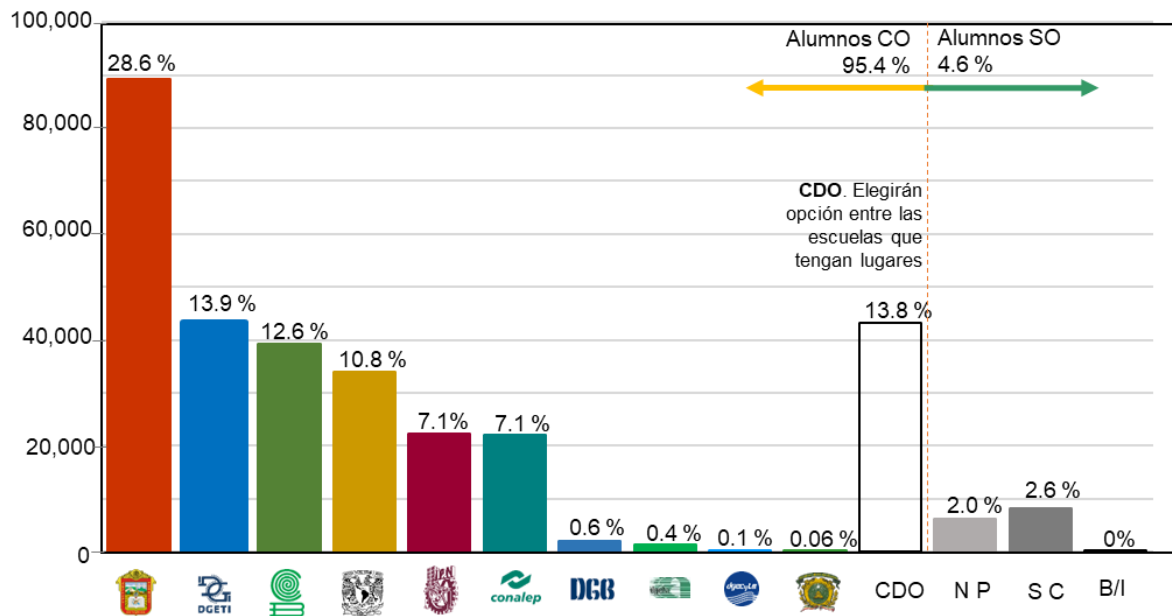


Figura 11. Asignación de lugares por institución
Concurso de Asignación Comipems 2018

En la figura 12 se muestran las frecuencias de alumnos que lograron un determinado número de aciertos en el concurso 2018. Nuevamente la tarea no fue fácil porque, así como la UNAM, la Comipems publica resultados individuales únicamente, y como hemos visto ya, se trata de un universo de 311,564 alumnos.

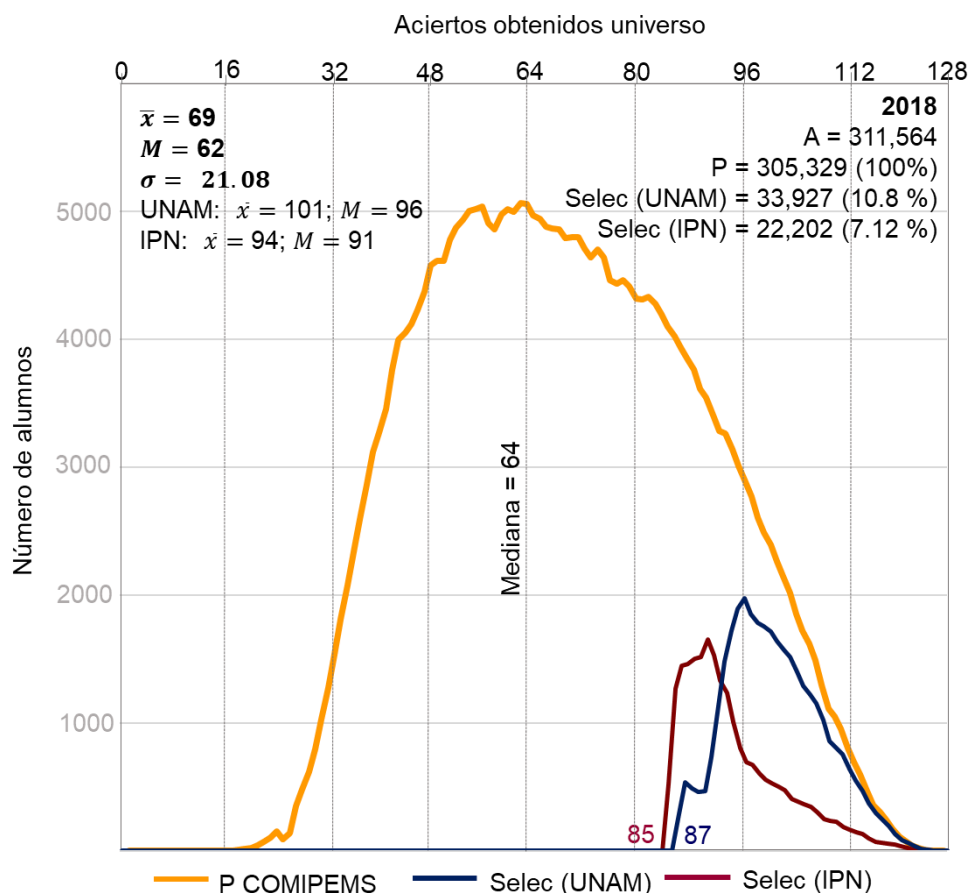


Figura 12. Diagrama de frecuencias de calificaciones obtenidas por los participantes Concurso de Asignación Comipems 2018

En el gráfico anterior están representados en el eje horizontal, el número de aciertos obtenidos por los alumnos, los cuales varían de 0 a 128; mientras que, en eje vertical, se observa la frecuencia. En color naranja se grafica la frecuencia de calificaciones de los concursantes totales Comipems, en azul, quienes fueron seleccionados en algún bachillerato UNAM, (Escuela Nacional Preparatoria (ENP) y Colegio de Ciencias y Humanidades (CCH)), y en guinda los que fueron seleccionados en alguna opción del IPN (Centro de Estudios Científicos y Tecnológicos (CECyT))

Primero que nada, se destaca que el promedio de aciertos obtenido por el universo es de 69 aciertos, mientras que la moda es de 62 aciertos (logrado por 5,136 concursantes).

Otro dato importante es que el promedio de aciertos $\bar{x}$ para los asignados en plantel UNAM es de 101, con una moda de 96 aciertos, mientras que para el IPN la media fue de 94 y la moda de 91. Lo que quiere decir que en estas dos instituciones son asignados los alumnos que obtienen los mejores resultados en el examen.

También podemos notar, que 75% de los participantes alcanza como calificación máxima 84 aciertos, y esto provoca que dichos estudiantes no puedan acceder a ninguna escuela de la UNAM o del IPN, pues en 2018, los centros escolares de estas dependencias con menores líneas de corte cerraron con 87 y 85 aciertos respectivamente.

De la misma forma que se hizo con los resultados de los aspirantes a la UNAM nivel licenciatura, hemos dividido en 10 intervalos los aciertos obtenidos por los alumnos (tabla 7).

Tabla VII. Alumnos divididos en 10 intervalos K_1 , cada uno con 12 o 13 aciertos.

Intervalo de aciertos	Presentan examen P COMIPEMS	Porcentaje Representativo PR	Intervalo K_1
[0,13]	5	0.001 %	1
[14,26]	800	0.3 %	2
[27,38]	19,135	6.3 %	3
[39,51]	53,874	17.6 %	4
[52,64]	64,714	21.2 %	5
[65,76]	56,792	18.6 %	6
[77,90]	57,570	18.8 %	7
[91,102]	34,377	11.3 %	8
[103,115]	16,524	5.4 %	9
[116,128]	1,538	0.5 %	10
Total	305,329	100 %	-

A partir de esta información, podemos notar que los intervalos K_1 con mayor número de frecuencia de datos son el 5, 7, 6 y 4 respectivamente. Dicho resultado es muy similar a lo ocurrido con los resultados de Concurso de Selección UNAM nivel licenciatura revisado anteriormente.

Recordemos que obtener un número determinado de aciertos en los intervalos $K_1=5, 7, 6$ y 4 , equivale a una calificación decimal entre 4 y 5 , 6 y 7 , 5 y 6 o de 3 a 4 respectivamente, donde 0 significa obtener 0 aciertos, y 10 implica tener 128 aciertos. Desde este punto de vista, **casi tres cuartas partes de los aspirantes obtendrá entre 39 y 90 aciertos, o bien, obtendrá una calificación decimal entre 4 y 7**. La figura 13 ilustra los porcentajes representativos (PR) en distintos intervalos.

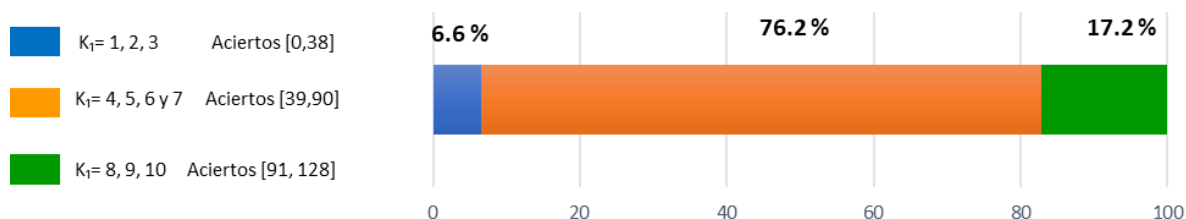


Figura 13. Porcentajes de resultados en distintos intervalos
Concursos de Asignación Comipems 2018

En la figura 14 se puede apreciar el histograma de frecuencias de todas las calificaciones o número de aciertos obtenidos por los concursantes. Nuevamente, los resultados son muy similares a los medidos para el caso de licenciatura. De nueva cuenta el 0.5 % de los aspirantes, logra estar en el intervalo de los sobresalientes como ya lo hemos reiterado. Asimismo, el intervalo 5 es el más frecuente.

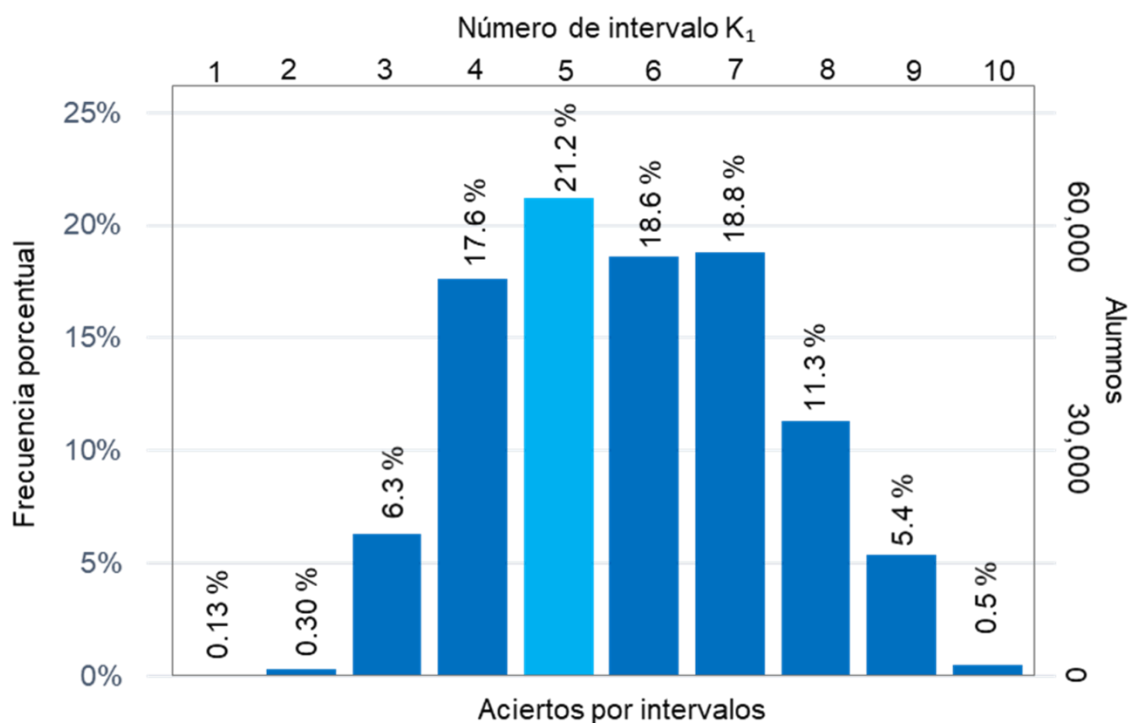


Figura 14. Histograma de frecuencias en 10 intervalos K_1
Concurso de Asignación Comipems 2018

Dado que el Concurso de Asignación todos los participantes son seleccionados una alguna opción educativa, no los distinguiremos como seleccionados y no seleccionados como hicimos con los resultados del Concurso de Selección a la UNAM nivel licenciatura.

Sin embargo, mostraremos a continuación las diferencias de gráficos de los alumnos asignados en las 10 instituciones participantes, así como de aquellos alumnos que obtuvieron CDO o SC. Ver figura 15.

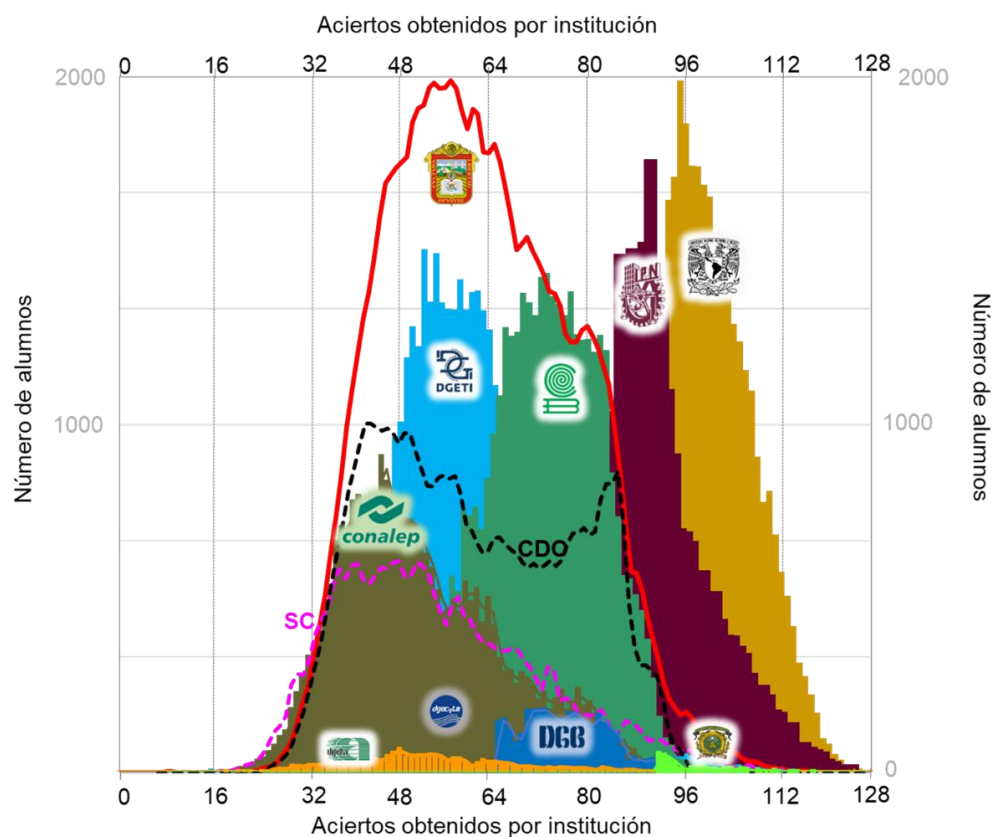


Figura 15. Histograma de frecuencias por alumnos asignados en las instituciones participantes. Concurso de Asignación Comipems 2018

Como ya lo habíamos indicado, los aspirantes con mejores resultados son asignados en un plantel UNAM, IPN o UAEM (Escuela Preparatoria Plantel Texcoco)⁸⁵ en menor medida. El resto de las instituciones tiene visiblemente promedios más bajos y, por tanto, sus líneas de corte serán mucho más bajas que las primeras.

⁸⁵ Único plantel UAEM que participa en Concurso de Asignación Comipems

2.2 Resultados del Instituto Kepler.

Servicio Comipems-K Total Training 2018.

De la misma manera que hicimos con el caso de licenciatura, presentamos en la figura 16 el resultado de los 243 alumnos que participaron en este entrenamiento.

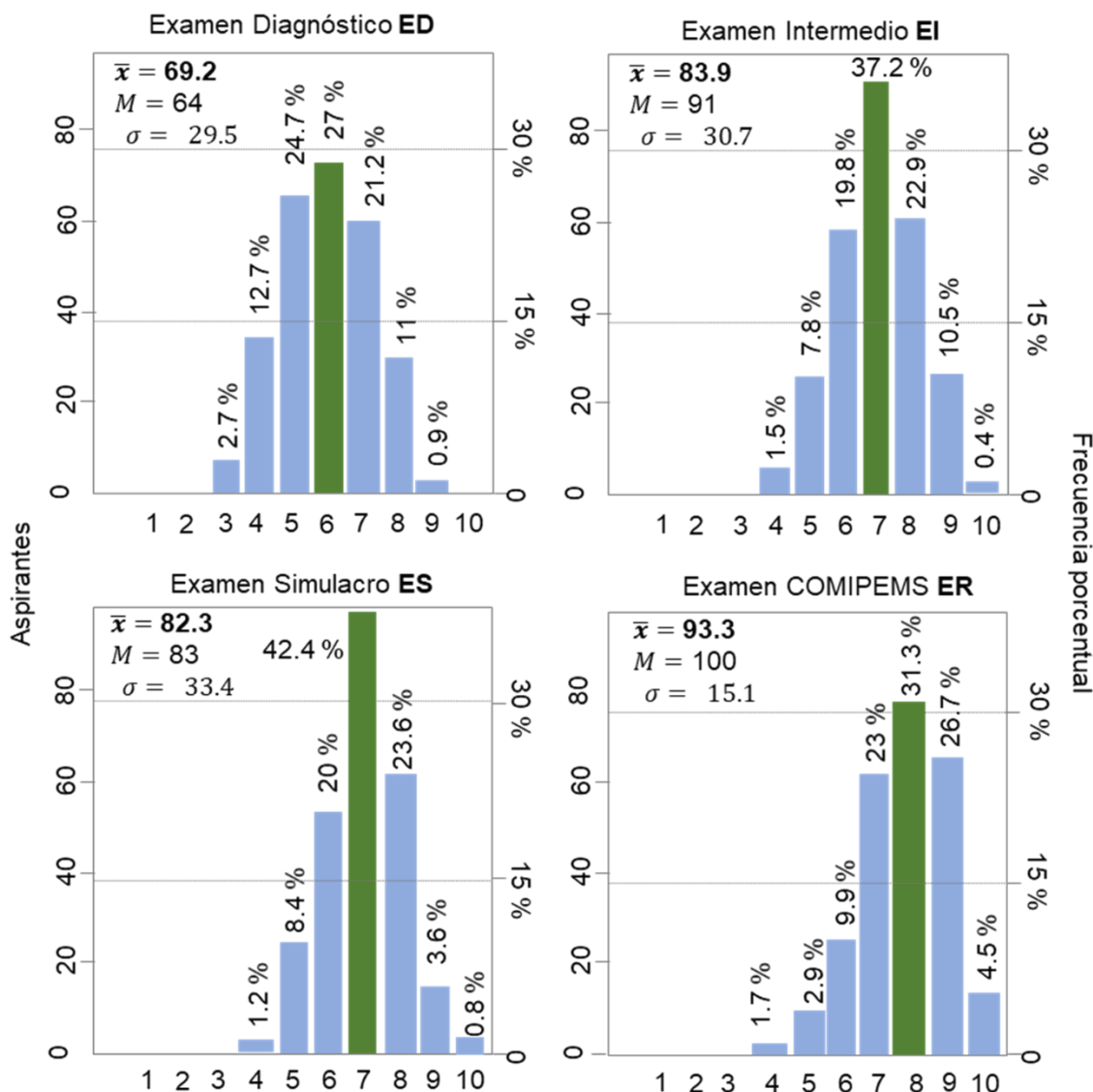


Figura 16. Histogramas de frecuencia de los alumnos Kepler
Concurso Asignación Comipems 2018

Observe que el promedio de aciertos mínimos $\bar{x}$ sube de 69.2 a **93.3**, mientras que la calificación más repetida M sube de 64 en el examen diagnóstico, a **100** en el

examen real. Este resultado representa un dato medible de comparación con respecto a la generalidad de los participantes.

Eficiencia promedio

Usando (1) y (2) como en el caso anterior, obtenemos la eficiencia individual de cada alumno. Y de manera similar obtenemos la eficiencia promedio del entrenamiento.

Casos particulares

Caso 1.

Alumno que presenta una eficiencia de +56 y que con eso obtiene 100 aciertos en el examen de asignación para ser asignado en su opción 3, la ENP 8 de la UNAM.

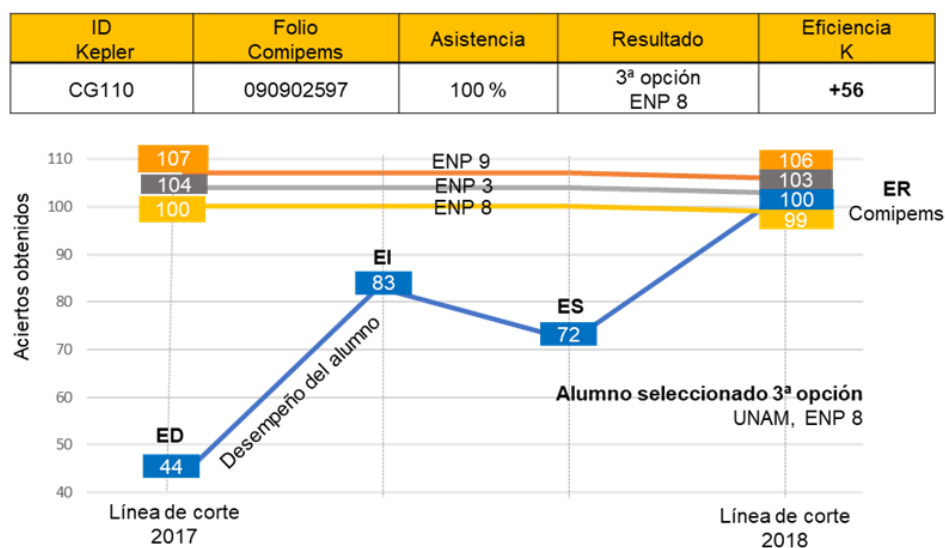


Figura 17. Caso 1. Alumno Kepler **UG110**
Comipems-K 2018

Caso 2.

Este alumno presentó un examen diagnóstico de 97 aciertos, después del entrenamiento mejora su rendimiento con una eficiencia de +26 para que en el examen real obtenga 121 aciertos y sea desde luego asignado en su primera opción, en este caso el CECyT 11 del IPN.

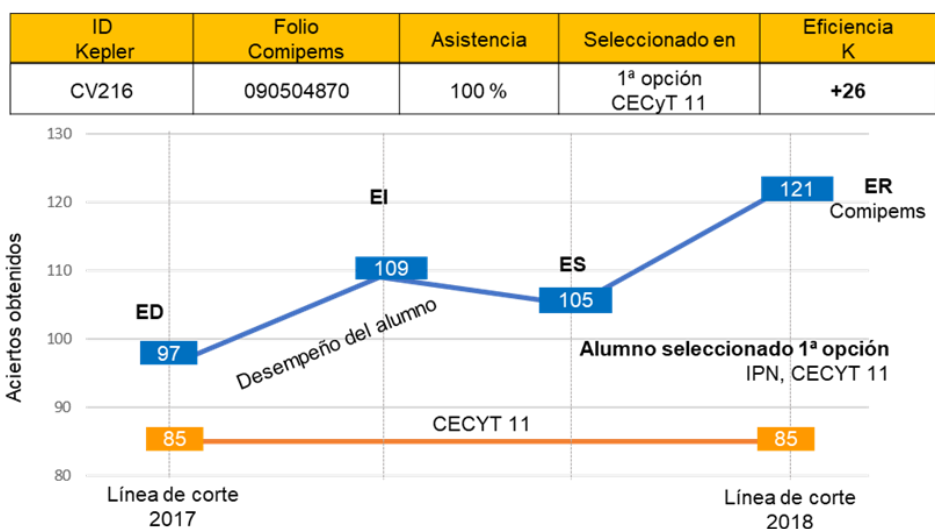


Figura 18. Caso 2. Alumno Kepler **UV216**
Comipems-K 2018

Caso 3.

Alumna Kepler con una eficiencia de +45 que logra subir de 44 a 110 aciertos. Con esto logra ser seleccionada en su primera opción, la ENP 2 de la UNAM.

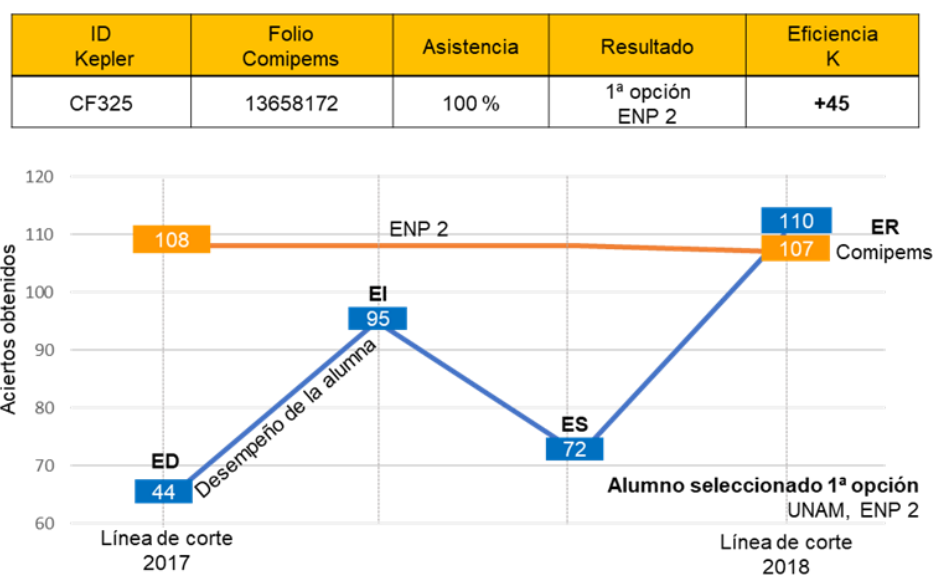


Figura 19. Caso 3. Alumna Kepler **UF325**
Comipems-K 2018

Caso 4.

Alumnos con una eficiencia de +50, sin embargo, no lo ser seleccionado en su primera opción. Con los 87 aciertos que obtiene en su examen real, es asignado en el CECyT 11 del IPN.

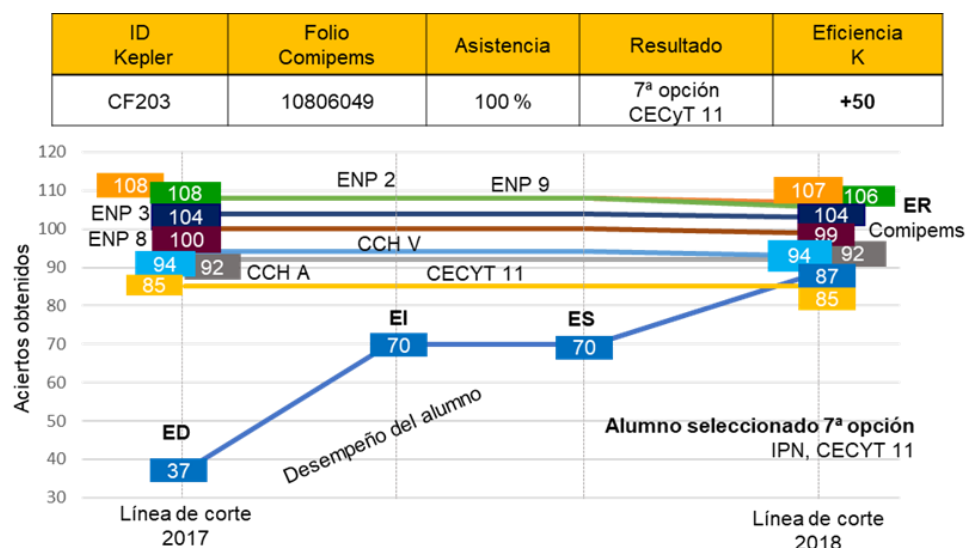


Figura 20. Caso 4. Alumno Kepler **UF203**
Comipems-K 2018

Luego de obtener las eficiencias de todos los participantes como en los casos mencionados, las mapeamos con respecto a la asistencia de los alumnos y obtenemos como en el caso de UNAM licenciatura la siguiente gráfica para los alumnos Comipems 2018 entrenados en Instituto Kepler.

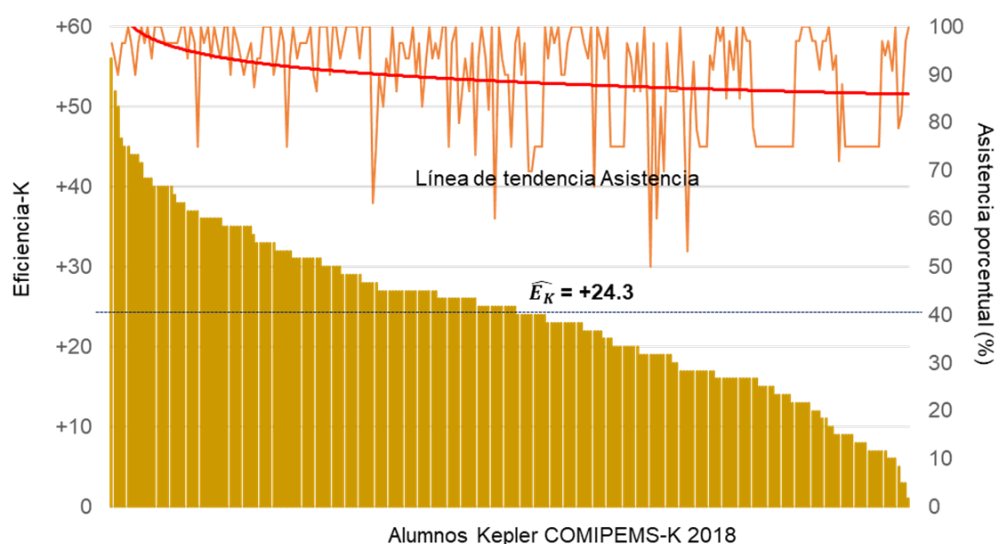


Figura 21. Eficiencia K y asistencia. Comipems-K 2018

En ella se puede notar otra relación con la asistencia, aunque no tan marcada.

Finalmente, con la ecuación (2) obtenemos la eficiencia promedio del entrenamiento Comipems-K 2018 (tabla 8).

Tabla VIII. Comparativo alumnos Instituto Kepler con aspirantes globales Comipems 2018

Entrenamiento Kepler	N	$\widehat{E}_K$	Seleccionados UNAM / IPN	% Selección UNAM/IPN	Aciertos promedio
COMIPEMS-K	243	+24.3	181	74.5	93.3
	Comparativo con el global				
	Concurso Asignación COMIPEMS 2018			17.9	69

Notemos aquí que los 243 alumnos que recibieron el entrenamiento promediaron sus resultados en **93.3** aciertos, mientras que la generalidad del Concurso de Asignación fue de 69. También se observa que el porcentaje de selección de manera global es de 17.9 para los centros educativos UNAM o IPN, mientras que en para el caso de los alumnos del entrenamiento Comipems-K se elevó hasta el **74.5%**.

Conclusiones

1. La Eficiencia-K de los alumnos es medible de manera individual, y además muestra los alcances de la metodología del Instituto Kepler como una escuela remedial.
2. El valor de $\widehat{E}_K$ es un parámetro que distingue con claridad, el resultado de estrategias utilizadas para comunicar conocimientos y desarrollar habilidades en alumnos que están por presentar un examen de selección nivel medio superior.
3. Los datos de $\widehat{E}_K$ en los entrenamientos UNAM-K y Comipems-K muestran una diferencia notable respecto a su calificación diagnóstica (ED), y sobre todo, con el promedio de los participantes en el Concurso de Selección y en el Concurso de Asignación Comipems 2018.

Referencias

Cabriá, S. (1994). *Filosofía de la estadística*. Valencia, España: Universidad de Valencia.

Comipems, (2018). Gaceta Oficial de Resultados del Concurso de Asignación de la Comisión Metropolitana de Instituciones Públicas de Educación Media Superior (Comipems). Disponible en <https://www.comipems.org.mx/>

UNAM-DGAE, (2018) Resultados del Concurso de Selección UNAM Febrero de 2018 Licenciatura, sistema escolarizado. Disponible en <https://escolar1.unam.mx/Febrero2018/resultados.pdf>

UNAM-DGAE, (2018) Resultados del Concurso de Selección UNAM Junio de 2018 Licenciatura, sistema escolarizado. Disponible en <https://escolar1.unam.mx/Junio2018/resultados.pdf>

Tukey, J. W. (1977). *Exploratory data analysis*. Reading, Pennsylvania: Addison-Wesley.

Las gráficas con tecnología para la Física de bachillerato

Guillermina Ávila García⁸⁶, Liliana Suárez Téllez⁸⁷
gavilag@ipn.mx, lsuarez@ipn.mx

Resumen

Esta investigación estudia el papel del uso de las gráficas obtenidas con tecnología en el aprendizaje de ideas de la Física, en particular en el tema de la trayectoria del cohete hidráulico. De acuerdo con (Idoyaga, Torti y Lorenzo, 2013) los gráficos son importantes para la Física para que los estudiantes desarrollen competencias para procesar la información de los fenómenos físicos explícita e implícitamente. Con este marco, en este reporte, se describen el experimento didáctico propuesto, el análisis del desempeño de un grupo de estudiantes de bachillerato y su potencial para los aprendizajes de la Física.

Introducción

La Física es una ciencia experimental; se observan los fenómenos naturales, se encuentran patrones y se aplican principios que los describen. En Física I, de nivel medio superior, uno de los temas es: cinemática; que es la rama de la Física que estudia el movimiento de los cuerpos.

Las gráficas están relacionadas con el movimiento de los cuerpos, conociendo el sistema de coordenadas rectangulares en dos dimensiones. Observando la representación gráfica de la posición de un cuerpo en movimiento con respecto al tiempo se puede afirmar como fue el movimiento del cuerpo, obtener la gráfica de velocidad contra el tiempo (siendo ésta una línea recta, paralela al eje del tiempo, si el movimiento tiene velocidad constante). Partiendo de la gráfica de velocidad con respecto al tiempo el área bajo la gráfica equivale al desplazamiento, estableciendo que será positivo cuando el móvil se aleja del punto de partida y, negativo, si se acerca al punto de partida.

La faceta de experimentación en el análisis de movimiento se puede introducir con el software Tracker como una alternativa que de manera gratuita facilita el análisis de fenómenos de movimiento que pueden ser videograbados, analizar los videos de experimentos físicos y extraer datos de las imágenes que permite comparar la predicción de movimientos de los objetos desplazándose. A continuación se presenta un experimento didáctico y el análisis del desempeño de un grupo de estudiantes de bachillerato para estudiar la potencia del uso de las gráficas para analizar los aprendizajes de la Física.

⁸⁶ Centro de Estudios Científicos y Tecnológicos No. 11 del Instituto Politécnico Nacional

⁸⁷ Coordinación General de Formación e Innovación Educativa y Centro de Investigaciones Económicas, Administrativas y Sociales, del Instituto Politécnico Nacional.

Marco Teórico

En el ámbito educativo, se ha estudiado el uso de las gráficas como un elemento de la comunicación en las ciencias experimentales, debido a su capacidad para comprender y sintetizar, al mismo tiempo, una gran cantidad de información. Pozo y Postigo (Citados en Idoyaga y Lorenzo, G. (2013)

Determinan que existen niveles de aprendizaje de una gráfica:

“1.- Información explícita; es el nivel más superficial de lectura de la gráfica que estaría centrado en la identificación de los elementos de la gráfica, por ejemplo, el título, número, nombre y el tipo de las variables del fenómeno representado así como los distintos valores de las variables.

“2.- Información implícita; este tipo de procesamiento supone que la interpretación de una gráfica conlleva ir más allá de la lectura de sus valores aislados identificando patrones y tendencias a través del establecimiento de relaciones (intravariante e intervariable) entre dichos valores. También supone un cierto conocimiento y manejo de las convenciones de los diversos tipos de gráficas así como de decodificación de leyendas o símbolos [...] que acompañan a la gráfica. Este nivel de lectura implica procedimientos de mayor complejidad que el anterior incluyendo estrategias de decodificación de la información con traducción de la información de un código a otro.

“3.- Información conceptual; es un tercer nivel de aprendizaje de la gráfica, basado en buena medida en los anteriores y centrado en el establecimiento de relaciones conceptuales a partir del análisis global de la estructura de la gráfica, lo que requiere ir más allá de la información contenida de modo explícito e implícito en la gráfica y recurrir a otros conocimientos disponibles relacionados con el contenido representado para realizar interpretaciones, explicaciones o predicciones sobre el fenómeno representado en la gráfica.” (Pozo y Postigo, 2000, pp 5-6)

Desde el punto de vista de Idoyaga, Torti y Lorenzo (2013) el procesamiento conceptual, que se refiere al tercer nivel de información, resulta de una reconstrucción de las representaciones para resignificarlas.

De acuerdo con este planteamiento, que el estudiante interprete una representación gráfica se basa en aspectos explícitos, implícitos o conceptuales, depende no sólo de su habilidad en decodificar la sintaxis de la gráfica y de su conocimiento sobre la situación presentada, sino de las características de la gráfica o de las variables de la tarea que rodean su aprendizaje. Suárez (2014) explica que la construcción de conocimiento matemático ocurre cuando se establecen relaciones (explícitas) entre las características del fenómeno que representa la gráfica y la gráfica misma. Para

propiciar didácticamente una evolución en la construcción de estas relaciones estudiando un ciclo de trabajo con las gráficas antes y después de usar tecnología.

El uso de herramientas tecnológicas para modelar gráficamente, como reportan diversos autores (Suárez, 2014; Pantoja, Ulloa y Nesterova, 2013, Molina-Toro, Villa-Ochoa y Suárez, 2018) introduce una participación activa del estudiante que permite la experimentación que, como hemos, dicho, es un elemento fundamental en la concepción y naturaleza de la Física.

En este proyecto usamos el Tracker, que es una herramienta para modelar movimientos de objetos de la siguiente manera: primero se selecciona el video a analizar y se elige el estudio cuadro por cuadro, para que el programa realice mediciones y haga un seguimiento punto por punto, generando un gráfico que puede ser analizado desde los niveles de interpretación antes mencionados.

Metodología

Participaron 35 estudiantes de la especialidad en telecomunicaciones del nivel medio superior en el CECYT 11; cursando el semestre 2019A en la unidad de aprendizaje Física I, específicamente con el tema de cinemática.

La unidad de aprendizaje se cursa en el tercer semestre de nivel medio superior y pertenece al departamento de Básicas; es el primer curso de cuatro Físicas que se estudian, se imparte con 5 horas semanales, de las cuales 2 horas son en el laboratorio y 3 horas de teoría, de éstas 3 horas 1 hora puede dedicarse a otros ambientes (es donde se aprovecha para realizar el trabajo experimental usando la herramienta Tracker). Considerando los aspectos anteriores se espera que los estudiantes experimenten, elaboren e interpreten representaciones gráficas, particularmente los movimientos en el plano, identificando las variables que intervienen en dichos movimientos producidos en la experimentación.

La investigación se trabajó con 7 equipos, con 5 integrantes cada uno de los cuales destacan más equipos del género masculino por ser la mayor población conformada en el turno vespertino.

Red de actividades de aprendizaje propuesta a los estudiantes

El estudio incluyó la realización de tres tareas que se describen en la siguiente tabla.

Actividades de aprendizaje
Actividad 1: Problema de “Valentina” (IPN, 2006, p. 54). <i><<<Valentina llegó temprano a su clase de música. A punto estaba de sentarse cuando advirtió, disgustada, que había olvidado su cuaderno en su refugio predilecto: la siempre cómoda y acogedora biblioteca. No podía perderse el comienzo de la clase, así que fue a la biblioteca, cogió su cuaderno y regresó a su asiento, a tiempo para comenzar su, probablemente disfrutable, clase de música. Pero en</i>

el camino se encontró a su bienamado Juan y se detuvo a intercambiar algunas muestras de su muy auténtico cariño, lo que le llevó 4 minutos, pero de los largos, y la obligó a recuperar los 4 minutos tan bien aprovechados, porque cuando salió del salón no previó la Epifanía. La biblioteca está en un punto diametralmente opuesto del salón de música en el patio circular, que tiene 500 metros de diámetro, de la escuela. Valentina tardó, en total, 9 minutos. Construye una gráfica que describa los cambios de posición de Valentina en su trayecto de ida y vuelta con respecto al tiempo. >>>

A partir de los datos proporcionados, realizar una gráfica que describa todos los movimientos que realiza el personaje, identificando las variables que intervienen.

Actividad 2: Realizar pruebas con Tracker acerca del problema Valentina, interpretando los resultados en la gráfica y las variables.

Actividad 3: Un problema de movimiento que incluya un movimiento uniformemente acelerado, caída libre o tiro horizontal, trabajarlo con la herramienta Tracker, analizando el gráfico generado a partir de la herramienta.

Cuadro 1. Actividades propuestas

Las actividades 1 y 2, consideran evidenciar el dominio que el estudiante tiene acerca de las gráficas, la identificación de variables de la situación en el plano cartesiano, además de familiarizarse con el uso de la herramienta tecnológica para la identificación de datos y las gráficas que se genera a partir de los distintos movimientos.

La actividad 3, está relacionada con el aprendizaje que el alumno ha adquirido, su capacidad de interpretación de la gráfica generada con la herramienta, las variables que intervienen y los datos que puede extraer y analizar de manera independiente. (IPN, 2004).

Los trabajos que realizaron los estudiantes fueron analizadas en equipo, posteriormente, expusieron sus resultados y el resto del grupo realizaba observaciones o sugerencias, los indicadores que se consideraron en las actividades se describen a continuación:

	Indicadores
Actividad 1	- Presentación de la solución del problema “Valentina”. - Identificación de las variables (dependiente e independiente) que intervienen en el problema. - Explicación de los movimientos que realiza el personaje, relacionando los conceptos de cinemática. - Solución gráfica del problema. - Uso correcto del sistema de referencia

Actividad 2	- Solución del Problema “Valentina” con el uso de Tracker, considerándolo como pruebas para el experimento que llevarán a cabo. - Presentación de la solución en Tracker.
Actividad 3	- Experimentación “Cohete Hidráulico¹”, considerando: • Movimiento de caída libre • Tiro vertical • Tiro parabólico • Tiro horizontal - Análisis con la herramienta Tracker. • Sistema de referencia • Identificación de gráfica

Cuadro 2: Indicadores de las tareas propuestas.

¹El experimento del cohete hidráulico consiste en el lanzamiento de una botella que contiene agua

En cada lanzamiento se va colocando agua (primer lanzamiento 1/4 litro de agua; segundo lanzamiento 1/2 litro de agua; tercer lanzamiento 3/4 litro de agua y cuarto lanzamiento 1 litro de agua.

La botella (que es la representación del cohete hidráulico) es impulsado por la presión del agua a través de una bomba para inflar llantas para bicicletas se introduce el aire dentro de la botella que al no poder liberarse, aumenta la presión hasta que ya no puede más y sale por el punto más débil de la botella. El agua, al ser más densa que el aire, estará en la parte inferior, impidiendo que el aire salga, por lo que éste ejercerá tal presión sobre el agua que la impulsará a chorro haciendo que la botella salga disparada, simulando un cohete.

Variación: Uso de refresco de cola con dulces de menta.

Resultados

De acuerdo con la actividad 1, 2 y 3, los alumnos se ubicaron en los siguientes niveles de comprensión que se muestran en la figura 1.

Actividad 1, los 35 estudiantes, a pesar de tener algunas dificultades para la representación del punto de referencia en el software de Tracker acerca de las expresiones del movimiento, finalmente lograron representar la situación de movimiento de manera adecuada.

Actividad 2, dos equipos de estudiantes realizaron de manera correcta, además de la interpretación de la gráfica con respecto al movimiento con la herramienta Tracker.

Actividad 3, los 35 estudiantes llevaron a cabo el experimento del cohete hidráulico, pero sólo 5 equipos de trabajo que corresponde analizaron el video correspondiente al experimento con la herramienta Tracker, identificando las variables, el sistema de referencia y la gráfica generada a partir del uso del software.

El resto de los estudiantes que corresponde a dos equipos de trabajo (10 estudiantes), reportaron en forma escrita sin el uso del software Tracker, debido a que no pudieron hacer uso de la herramienta (problemas para descarga del software, sin equipo de cómputo), aunque presentan una solución a la situación del experimento no logran concretar bien el uso de variables y no hay una correcta interpretación de la gráfica que generaron.



Figura 1. Resultados de las actividades realizadas

Resultados Actividad 1

Los estudiantes consiguieron realizar la actividad en el tiempo estipulado, se detectaron algunas dificultades en los movimientos que expresan en el problema: “detenido”, “rápido”, “lento”, “más rápido”, cuestiones que se resolvieron conforme interactuaron los estudiantes y discutieron la solución. Todos presentan la gráfica de manera adecuada, considerando las variables de posición, velocidad y tiempo. Propusieron el sistema de referencia adecuado, y finalmente todos los estudiantes presentaron una gráfica con ligeras variaciones en la pendiente de las rectas, argumentando que como no se saben con exactitud las distancias recorridas. A continuación se muestran dos gráficas que presentaron los alumnos, donde varía la pendiente de

las rectas que forman todo el recorrido, que muestran las variables de posición, velocidad y tiempo



Figura 1. Actividad 1, Representación gráfica del problema de “Valentina”

Resultados Actividad 2

Los estudiantes, analizaron el recorrido de Valentina, cambiando el problema por un móvil, representando en Tracker las variables y la interpretación, como se muestra en la figura 2, describiendo las variables: velocidad, tiempo y aceleración.

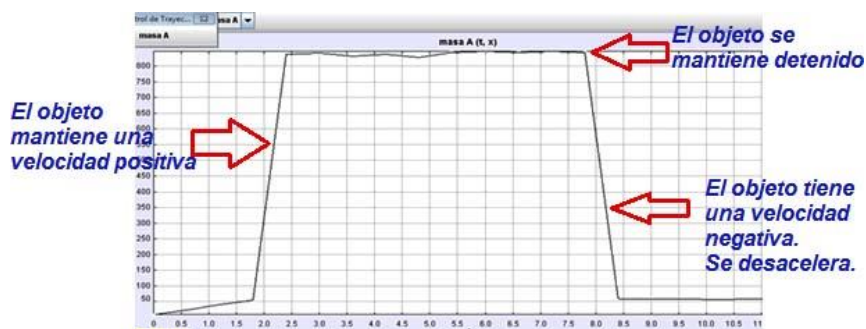


Figura 2. El recorrido de Valentina, con la herramienta Tracker

También mostraron la siguiente gráfica con interpretación de los movimientos.

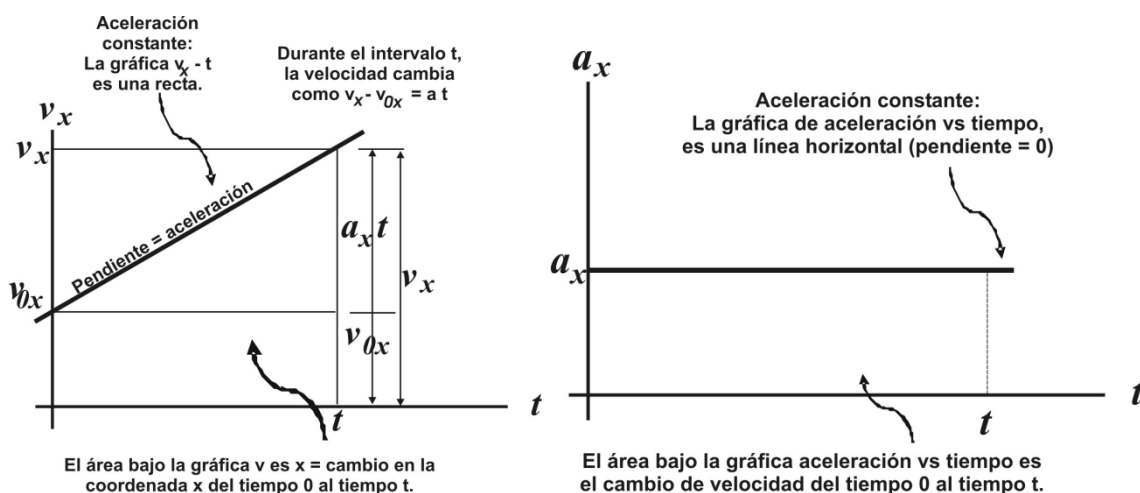


Figura 4. Variables que intervienen en el recorrido de Valentina

Estas gráficas anteriores, las utilizaron para la complementación de la tercera actividad con la experimentación del cohete hidráulico.

Resultados Actividad 3

De la situación propuesta sobre el experimento, 10 estudiantes no interpretan de manera correcta el resultado de su gráfica generada a partir del movimiento del cohete hidráulico, estos estudiantes no utilizaron Tracker debido a que no pudieron descargar y usar la herramienta. Sus resultados no muestran el uso de variables y tampoco los sistemas de referencia, aunque si explican la experiencia sin llegar a detalle el tipo de movimientos en el plano involucrados.

En cambio, 25 estudiantes analizaron el gráfico resultante de la trayectoria del cohete hidráulico, identificando las variables, además de explicitar lo que ocurre en el gráfico generado por Tracker, **refieren** a la interpretación de los movimientos en el plano, como es la caída libre, tiro parabólico, considerando las variables de movimiento, aceleración y tiempo, como lo muestra la figura 4.



Figura 5. Análisis de la trayectoria del Cohete hidráulico, con la herramienta Tracker.

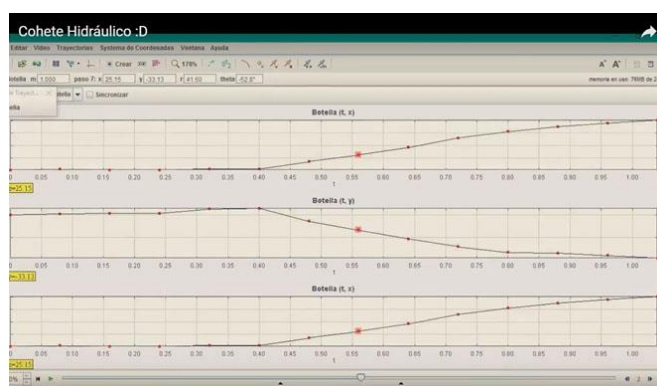


Figura 6. Análisis de la trayectoria del Cohete Hidráulico con respecto a la variable posición, tiempo.

10 estudiantes sólo realizan el experimento, pero no realizan la gráfica con la herramienta Tracker.

Como complemento del aprendizaje, se pidió a los estudiantes la participación en un blog como se muestra en la figura 7, de donde se tomaron en cuenta los aspectos:

- A) Pensamiento figurativo que consideraron antes de realizar el experimento y lo que conocían del movimiento de caída libre, tiro vertical y tiro parabólico.
- B) Conocimiento previo y análisis del problema de Valentina en hoja y gráfica.
- C) Experimentación en el patio de la escuela para la realización del cohete hidráulico.

D) Análisis y modelación con el software de Tracker, identificación de variables e interpretación de gráfica.



MARTINEZ RAMIREZ OSCAR GRUPO: 3IV13

Aquí estan mis conclusiones referente a los videos y experimentos presentados por el grupo:
por parte del tiro parabolico:

1. La altura máxima, el tiempo de vuelo y el alcance horizontal del proyectil, depende exclusivamente de la velocidad inicial y del ángulo de lanzamiento.

2. El alcance horizontal máximo de un proyectil se logran cuando el ángulo de lanzamiento es de 45° .

por parte de la caída libre:

La conclusión más importante es que en la caída libre (no hay resistencia del aire) TODOS los cuerpos caen con la misma aceleración, y lo que pesen no influye en nada.

En el vacío, los cuerpos más pesados NO caen más Rápido que los más livianos.

por parte del programa tracker:

Tracker es un programa gratuito de análisis de video y construcción de modelos, el cual cuenta con las siguientes características o aplicaciones:

- seguimiento de los objetos en movimiento
- animación de algunos modelos en movimiento
- hacer experimentos con videos grabados en una posición
- generación de datos y analisis

[Responder](#) [Eliminar](#)



Hernández Cajero Becket

3IV13

Este experimento nos sirve y ayuda mejor a comprender la cinemática con sus tipos de movimiento, el que se analizó más a consideración fue movimiento parabólico, que al hacer una reacción la botella con la bomba de aire genera un lanzamiento sobre el plano "x" e "y" en el cual implica la velocidad, la distancia y el tiempo.

Hay diferentes tipos de movimiento, algunos son más lentos, o más rápidos que otros.

[Responder](#) [Eliminar](#)



LÓPEZ GARCÍA ALBA GISELA 3IV17

La realización del experimento del cohete hidráulico fue muy interesante ya que nos permitió analizar diferentes movimientos como lo son: tiro parabólico, tiro vertical, y caída libre, así como conocer la función del programa Tracker el cual facilita el análisis de estos movimientos, esto nos permitió darnos cuenta de como se grafican estos movimientos lo cual hubiera sido mucho más difícil que hacerlo con pael y lápiz, con esta experiencia aprendí que la tecnología nos ayuda de mucho y facilita la realización de algunas actividades, solo hay que saber aprovechar todos estos medios que hoy nos facilitan algunas cosas.

Figura 7. Comentarios recuperados del blog propuesto para la interacción de los estudiantes acerca de su experiencia

De acuerdo con los comentarios que se evidencian en el blog mostrado en la figura 7. Los estudiantes hacen énfasis en el conocimiento y aprendizaje de la importancia de las gráficas, además de considerar un sistema de referencia, identificando los movimientos que ocasiona el experimento de cohete hidráulico, además de la interpretación de las expresiones: "lento", "más lento", los estudiantes son de diferentes

equipos y manifiestan la comprensión de los conceptos, así como la representación de la situación en un sistema de referencia que involucra las variables de: posición, velocidad, tiempo y aceleración.

Conclusiones

Uno de los resultados que más destaca es que los estudiantes han ubicado e interpretado de manera correcta las gráficas generadas a partir de experimentos o como en el caso inicial de un problema. A pesar de que al inicio se presentaron algunas dificultades se ha logrado un aprendizaje que involucra la apropiación de los diferentes conceptos físicos en la adquisición de las bases de la lectura de gráficos relacionadas con el movimiento en el plano.

Con la herramienta Tracker el alumno ha puesto en práctica los conocimientos de:

- Calibración de escala como dato numérico de la medición en su video.
- Ubicación del sistema de referencia, convirtiendo posiciones en imágenes, tomando en cuenta los ejes coordenados y como puede haber una variación del ángulo para cualquier eje.
- Ajuste de posición de acuerdo al objeto que se va analizar identificando las variables que intervienen.
- Observación y análisis de las diferentes variables y la trayectoria seguida por el objeto de estudio.

Con lo anterior, se considera que los estudiantes alcanzaron un nivel de interpretación de gráficas de conceptual. Sin embargo, también se pueden proponer una transposición de información, utilizando los datos para cambiar variables.

Se considera aplicar la estrategia de enseñanza que permita el nivel de procesamiento de las gráficas en la Física, particularmente en el tema de la cinemática.

Referencias

Idoyaga, I., Torti, H., Lorenzo, G. (2013) El significado de los gráficos: el procesamiento de los sistemas de representación. Memorias de la Reunión Nacional de Educación en la Física XVIII. Catamarca, Argentina.

Idoyaga, I., Lorenzo, G. (2013) Los gráficos. Conceptualizaciones, creencias y concepciones en educación superior. Memorias del IX Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias. Girona, España. 1771-1777.

Instituto Politécnico Nacional (2004). Geometría Analítica. Libro del Estudiante. IPN: Ciudad de México.

Instituto Politécnico Nacional (2006). Geometría Analítica. Libro del Profesor. IPN: Ciudad de México.

Molina-Toro, J.F., Villa-Ochoa, J.A., y Suárez, L. (2018). La modelación en el aula como un ambiente de experimentación-con-graficación-y-tecnología. Un estudio con funciones trigonométricas. *Revista Latinoamericana de Etnomatemática*, 11(1), 87-115.

Pantoja, R., Ulloa, R. y Nesterova, E. (2013). La modelación matemática en situaciones cotidianas con los software AVIMECA y MATHCAD. *Góndola*, 8 (1): 08-22.

Postigo, Y. y Pozo, J. I. (2000). Cuando una gráfica vale más que 1.000 datos: la interpretación de gráficas por alumnos adolescentes. *Infancia y Aprendizaje*, 90, 89-110.

Suárez, L. (2014). Modelación-graficación para la matemática escolar. Díaz de Santos: México.

Un principio de economía en los sistemas de numeración

Luis Angel Villamil Luna⁸⁸

José Antonio Peralta⁸⁸

lvillamil1100@alumno.ipn.mx, peralta@esfm.ipn.mx

Resumen

En el presente trabajo se mostrará un principio de economía presente en algunos sistemas de numeración, el cual explica el tránsito del uso de símbolo a la utilización de signos para representar cantidades.

Palabras clave

Principio de economía, símbolo, signo, signo raíz.

Introducción

Al estudiar el origen del conteo en las sociedades humanas, se observa que un factor importante de ello es la capacidad de simbolizar cantidades numéricas. Además, la forma en la que se crean los símbolos numéricos y en la que éstos evolucionan para dar paso a los signos numéricos da un indicio del funcionamiento del Principio de economía.

Marco Teórico

Jean Piaget, con base en sus investigaciones del desarrollo de la inteligencia en los niños, propuso en (1964), que ésta evoluciona a través de 4 estadios, los cuales reciben los siguientes nombres:

1. Estadio Sensorio – Motriz.
2. Estadio Preoperatorio.
3. Estadio Operatorio Concreto.
4. Estadio Operatorio Formal.

Además, junto con Rolando García, planteó en (1984), la hipótesis de que existe un paralelismo entre el desarrollo de la inteligencia en el niño y el desarrollo de la inteligencia a nivel histórico. Así, también la humanidad recorre los estadios mencionados anteriormente.

En particular, en el estadio preoperatorio se desarrolla la capacidad de crear representaciones gráficas de objetos y de acciones. Así, las sociedades que se ubicaron en este estadio fueron capaces de crear símbolos numéricos.

⁸⁸ Escuela Superior de Física y Matemáticas del IPN.

Sin embargo, conforme la humanidad fue evolucionando, hubo pueblos que destacaron con respecto a sus circunvecinos debido a sus capacidades bélicas, mercantiles, etc., creciendo por tanto la cantidad de personas y recursos que administrar, por lo que sus sistemas de numeración debieron desarrollarse, constituyéndose en lugar de símbolos, signos numéricos.

Defínanse los conceptos de símbolo y signo:

- Un símbolo posee una representación directa con su significado. Esto implica que dos símbolos con el mismo significado a su vez tengan una semejanza formal entre ellos.



Figura 1. Símbolos carreteros.

La primera señal indica un derrumbe en un camino, cuestión que la representa directamente, mientras que la segunda señal muestra a una persona realizando trabajo, situación formalmente semejante a lo que expresa. Por lo tanto, de acuerdo con la definición anterior, ambas señales constituyen ejemplos de símbolos.

- Un signo ya no tiene una semejanza formal que lo asocie directamente con su significado, sino que su relación se establece en base a una convención social.



Figura 2. Ejemplos de signos.

La primera señal indica riesgo de radiación. El vínculo entre esta imagen y su significado no tiene una semejanza formal, sino que es establecido por convención social, de la misma forma que la segunda imagen tampoco indica un sonido y mucho menos la nota en que se expresa. Se establece la relación de este grafo con su significado a partir de convención social. Por lo que, de acuerdo con la definición dada anteriormente, ambas imágenes constituyen signos.

¿Cómo se explica el tránsito del uso de símbolos al manejo de signos? Por medio del *Principio de Economía*, el cual consiste en simplificar la escritura de los símbolos numéricos creando para este fin a los signos numéricos. Tal simplificación permite una mayor capacidad de cuantificación.

Metodología

Se ejemplificará la presencia del principio de economía en algunos sistemas numéricos, destacando la presencia en un primer momento de símbolos numéricos y en un segundo momento, el surgimiento de los signos numéricos.

Resultados

a) Hueso de Ishango.

Es un resto óseo encontrado en la actual República Democrática del Congo en la década de los 60's, y que tiene una antigüedad de alrededor de veinte mil años. La particularidad de este vestigio arqueológico reside en que sobre él yacen talladas distintas marcas.



Figura 3. Hueso de Ishango.

De acuerdo con Miquel Albertí (2011): “El fenómeno matemático más plausible que puede deducirse de las marcas del hueso de Ishango es el establecimiento de una correspondencia 1-1 entre las marcas y otros objetos, lo que constituye la base de un recuento.”

Más aún, de acuerdo con las definiciones dadas previamente, el hueso de Ishango contiene símbolos, pues cada marca representa una unidad.

b) Numeración Sumeria.

El sistema de numeración sumerio surge en una de las primeras civilizaciones en la Historia que desarrollaron lenguaje escrito.

1		11		21		31		41		51	
2		12		22		32		42		52	
3		13		23		33		43		53	
4		14		24		34		44		54	
5		15		25		35		45		55	
6		16		26		36		46		56	
7		17		27		37		47		57	
8		18		28		38		48		58	
9		19		29		39		49		59	
10		20		30		40		50			

Figura 4. Numeración Sumeria.

Se observa que sus primeros nueve números son colecciones de unidades realizadas con cuñas verticales: una cuña representa al 1, dos cuñas representan al 2,..., nueve cuñas representan al 9. Sin embargo, una primera muestra del tránsito de símbolos a signos constituye el 10 sumerio. En lugar de realizar diez cuñas, colocan una de ellas en posición horizontal, y se le asigna el valor de 10 unidades.

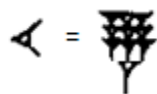


Figura 5. Una cuña horizontal equivalente a 10 cuñas verticales.

De acuerdo con la definición dada previamente, el diez sumerio es un signo. Más aún, concebir un signo para representar diez unidades es un ejemplo del Principio de Economía planteado anteriormente. Así, para los números 11 al 19, en lugar de colocar iguales cantidades de cuñas, se emplea el signo que representa 10 unidades, tornándose más económica las representaciones, tal como puede visualizarse en la figura 4.

Para representar al número 20, se emplean dos veces el signo de 10, en lugar de colocar 20 unidades o una vez el signo de diez junto con 10 unidades, exhibiéndose nuevamente el Principio de Economía. Situaciones análogas se cumplen para los números 30, 40 y 50.

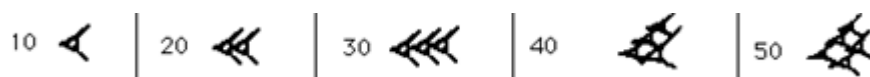


Figura 6. Representaciones sumerias de los números 10, 20, 30, 40 y 50.

Ahora bien, el número 60 sumerio es otro ejemplo de la aplicación del Principio de Economía. En lugar de representarlo con 6 signos correspondientes al 10, se le asocia el símbolo de la unidad, pero asociándole su nuevo valor en función de la posición, como se observa en la siguiente figura:

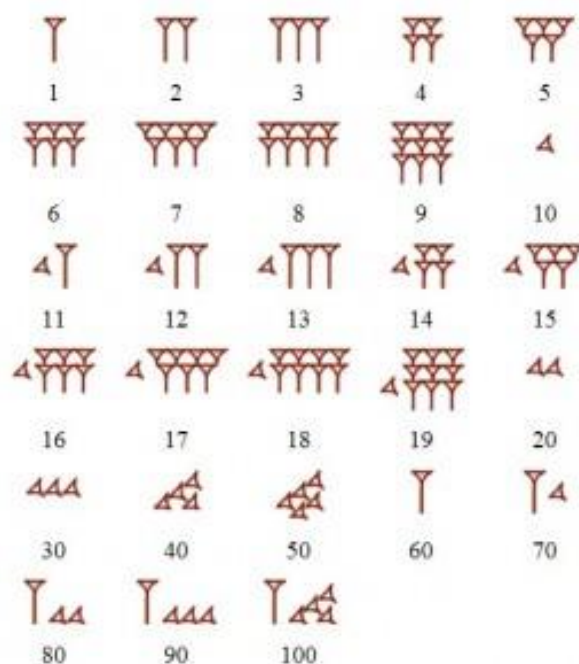


Figura 7. Posicionalidad del símbolo unidad.

Como se observa en la figura anterior con respecto a los números 11 y 70, el signo del número 10 y el símbolo unidad aparecen en distintas posiciones, donde el signo del diez conserva su valor en ambos casos, pero el símbolo unidad vale 60 unidades si se encuentra en la izquierda del signo del 10.

El Principio de Economía se muestra en el hecho de que no se asocia un nuevo signo para el 60, sino que un símbolo se transforma en signo en función de su posición.

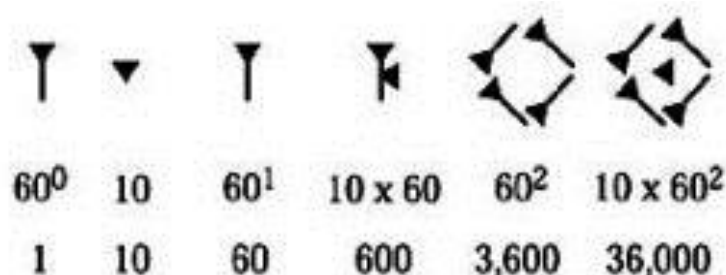


Figura 8. Posicionalidad del signo del 10 y del símbolo unidad.

En la figura previa se muestran las posiciones que ocupan el signo del número 10 y el símbolo unidad para representar a los números 600, 3600 y 36000. El Principio de Economía se refleja en tales signos.

c) Numeración Romana.

El sistema de numeración romano surge a partir de los contactos comerciales, culturales y militares que sostuvieron los romanos con gran parte de los pueblos de su tiempo. Conforme Roma fue expandiéndose y consolidándose al punto de formar el imperio más grande conocido hasta entonces, sus necesidad de conteo requirieron de un sistema con propiedades tales que les permitiesen administrar los recursos materiales, económicos y bélicos de que disponían.

En la figura siguiente se aprecia parte del sistema de numeración romano:

ROMAN NUMBERS													
1	I	5	V	10	X	50	L	100	C	500	D	1000	M
1	I	21	XXI	41	XL I	61	LXI	81	LXXXI	101	CI	151	CLI
2	II	22	XXII	42	XLII	62	LXII	82	LXXXII	102	CII	152	CLII
3	III	23	XXIII	43	XLIII	63	LXIII	83	LXXXIII	103	CIII	153	CLIII
4	IV	24	XXIV	44	XLIV	64	LXIV	84	LXXXIV	104	CIV	154	CLIV
5	V	25	XXV	45	XLV	65	LXV	85	LXXXV	105	CV	155	CLV
6	VI	26	XXVI	46	XLVI	66	LXVI	86	LXXXVI	106	CVI	156	CLVI
7	VII	27	XXVII	47	XLVII	67	LXVII	87	LXXXVII	107	CVII	157	CLVII
8	VIII	28	XXVIII	48	XLVIII	68	LXVIII	88	LXXXVIII	108	CVIII	158	CLVIII
9	IX	29	XXIX	49	XLIX	69	LXIX	89	LXXXIX	109	CIX	159	CLIX
10	X	30	XXX	50	L	70	LXX	90	XC	110	CX	160	CLX
11	XI	31	XXXI	51	LI	71	LXXI	91	XCI	121	CXXI	459	CCCLIX
12	XII	32	XXXII	52	LII	72	LXXII	92	XCII	122	CXXII	501	DI
13	XIII	33	XXXIII	53	LIII	73	LXXIII	93	XCIII	123	CXXIII	530	DXXX
14	XIV	34	XXXIV	54	LIV	74	LXXIV	94	XCIV	124	CXXIV	550	DL
15	XV	35	XXXV	55	LV	75	LXXV	95	XCV	125	CXXV	665	DCLXV
16	XVI	36	XXXVI	56	LVI	76	LXXVI	96	XCVI	126	CXXVI	707	DCCVII
17	XVII	37	XXXVII	57	LVII	77	LXXVII	97	XCVII	127	CXXVII	890	DCCCXC
18	XVIII	38	XXXVIII	58	LVIII	78	LXXVIII	98	XCVIII	128	CXXVIII	900	CM
19	XIX	39	XXXIX	59	LIX	79	LXXIX	99	XCIX	129	CXXIX	1500	MD
20	XX	40	XL	60	LX	80	LXXX	100	C	130	CXXX	1800	MDCCC

Figura 9. Sistema de numeración romano.

El caso del sistema de numeración romano representa una evolución cognitiva respecto a los sistemas anteriores. Comenzó siendo un sistema aditivo, por ejemplo, el cuatro era representado como IIII. Por otra parte, mientras el sistema mesopotámico utilizaba símbolos para representar a los nueve números dígitos (sin el cero) y un signo para el número 10, el sistema romano constituyó un signo nuevo para cinco unidades: V, es decir, la aparición de un signo en el sistema romano ocurre antes que en el sistema de numeración sumerio; mientras el sistema mesopotámico representaba a los números entre 10 y 59 con cuñas a la izquierda para las decenas y con cuñas hacia abajo para las unidades, el sistema romano creó un signo para el cincuenta: L. Por otra parte, en este último sistema se inventaron signos para el cien (C), para el quinientos (D), y para el mil (M).

En la siguiente tabla se muestra la relación existente entre los signos de la numeración romana:

Tabla 1. Relación entre los números primarios del sistema de numeración romano y el sistema de numeración indo-arábigo.

NÚMERO ROMANO	NÚMERO INDO-ARÁBIGO	RELACIÓN
I	1	$1 = 5^0$
V	5	$5 = 5^1$
X	10	$10 = 5^2$
L	50	$50 = 5^1 \cdot 10$
C	100	$100 = 5^2 \cdot 20$
D	500	$500 = 5^1 \cdot 100$
M	1000	$1000 = 5^2 \cdot 200$

La tabla anterior muestra los comienzos incipientes de la notación posicional, es decir, una *pseudoposicionalidad*. En el sistema de numeración actual, se tiene, por ejemplo: $1275 = 1 \cdot 1000 + 2 \cdot 100 + 7 \cdot 10 + 5 \cdot 1$. En el sistema romano, $1275 = \text{MCCLXXV} = 5 \cdot 200 + 5 \cdot 20 + 5 \cdot 20 + 5 \cdot 10 + 5 \cdot 2 + 5 \cdot 2 + 5 \cdot 1$.

Además de la propiedad aditiva y la *pseudoposicionalidad* del sistema de numeración romano, quizá su avance más significativo sea su primitiva propiedad sustractiva: en algún determinado momento, los romanos dejaron de escribir al cuatro como IIII y lo escribieron como IV (es decir una unidad antes del cinco), al nueve como IX en lugar de VIIII, al catorce como XIV en lugar de XIII, etc. Intelectualmente esto representa un progreso cognitivo trascendental, puesto que los romanos estaban en camino de dominar la operación inversa de la suma, que es la resta.

En la creación de nuevos signos y en la constitución de la *pseudoposicionalidad* se ejemplifica la presencia del principio de economía. Más aún, los romanos consiguieron representar unidades de millar a partir de los números que poseían, colocando una línea sobre de ellos, como se observa en la siguiente figura:

$$\overline{\text{IV}} = 4000$$

$$\overline{\text{V}} = 5000$$

$$\overline{\text{VI}} = 6000$$

$$\overline{\text{VII}} = 7000$$

$$\overline{\text{VIII}} = 8000$$

$$\overline{\text{IX}} = 9000$$

$$\overline{\text{X}} = 10000$$

Figura 10. Unidades de millar en el sistema de numeración romano.

Por último, si los romanos hubiesen concebido al cero, estuvieran cerca de crear el primer sistema de numeración de la historia con estructura matemática de grupo. No obstante, su sistema satisfizo las necesidades para los que fue construido.

d) Numeración Maya.

Este sistema de numeración es de igual manera aditivo, sin embargo, la novedad de él consiste en su carácter *posicional*.

Considere la siguiente figura:

0	1	2	3	4	65	66	67	68	69
5	6	7	8	9	70	71	72	73	74
10	11	12	13	14	75	76	77	78	79
15	16	17	18	19	80	81	82	83	84
20	21	22	23	24	85	86	87	88	89
25	26	27	28	29	90	91	92	93	94
					95	96	97	98	99
					100				

Figura 11. Numeración maya.

En este sistema se crean signos para los números 0 y 5. El punto simboliza a la unidad. Del uno al diecinueve, esta numeración no tiene diferencia alguna con otros sistemas, en cuanto a su carácter aditivo, pero a partir del veinte, resalta su valor posicional. En dicho número, el punto no representa la unidad, representa al 20. El cero completa el lugar que deja el punto cuando sube de posición. Para el número 21, el punto inferior sí representa la unidad, pero el punto superior no, sino representa al veinte, es decir, un mismo símbolo adquiere dos valores distintos, dependiendo su posición. Por esta razón, el sistema maya es posicional. En la imagen de la derecha, la posicionalidad de este sistema es más claro. Por ejemplo, con setenta y seis, los tres puntos de arriba representan tres veintes, es decir, sesenta; y las tres líneas horizontales y el punto restante representan el dieciséis. En notación moderna, para el sistema maya $76 = 3 \cdot 20^1 + 16 \cdot 20^0$.

También los mayas estuvieron cerca de construir un sistema numérico con estructura de grupo. Poseían elemento neutro, pero no inversos. No obstante, el carácter posicional de su sistema es reflejo de su gran capacidad intelectual.

Más aún, se observa una evolución en el principio de economía: no se trata solamente de crear signos y más signos, lo cual tendería a ser menos económico, sino que gracias a la posicionalidad no se necesita tener gran cantidad de signos debido a que cualquiera de ellos adquiere diferentes valores en función del lugar que ocupa en la notación de un número dado.

Conclusiones

De acuerdo con lo escrito anteriormente, se observa que en la constitución de los sistemas de numeración existe una transición de símbolos a signos, de acuerdo con el principio de economía. Esta evolución se enmarca dentro de los estadios de la inteligencia descritos por Piaget. Y más aún, el uso de signos también se desarrolla de acuerdo con lo planteado por Piaget, pues los signos evolucionan de una convención social que los crea, indicio de la inteligencia operatoria concreta, hasta su manipulación propiciada por el carácter posicional que adquieren los sistemas de numeración, lo cual es un reflejo de la inteligencia formal.

Referencias

Piaget, Jean, *Seis estudios de psicología*, Origen/Planeta, Colección Obras Maestras del Pensamiento Contemporáneo No. 3, 1985, páginas 14-15.

Albertí, Miquel, *Planeta matemático. Un viaje numérico por el mundo*, RBA Coleccionables, S.A., Colección “El mundo es matemático” No. 9, 2011, pág. 20.

Villamil Luna, Luis Angel, *Estudio introductorio de la génesis del concepto del número*, tesis para obtener el grado de Licenciado en Física y Matemáticas, ESFM – IPN, 2019, dirigida por el Fís. José Antonio Peralta. Examen profesional aprobado el 25 de febrero de 2019.

Educación y empleo: algunos mitos y realidades- Reynaldo Rocha Chávez

Luz Ma. González Álvarez⁸⁹

El doctor Reynaldo Rocha estudió su licenciatura en la Escuela Superior de Física y Matemáticas, así como su maestría. Asimismo, es doctor en educación por la Universidad Anáhuac México, y es miembro del Consejo Mexicano de Investigación Educativa.

En esta ocasión se le invitó con la intención de que diera algunas orientaciones metodológicas a los estudiantes, en cuanto a la realización de investigación educativa. Para lograr dicho objetivo presentó uno de los trabajos que está realizando, dentro del paradigma cuantitativo de la investigación, en el que analiza la relación entre la educación y el empleo, partiendo de información del logro académico de los mexicanos, así como de sus ocupaciones y niveles de ingreso. Dicho trabajo sirvió como objeto de estudio, puesto que presentó el proceso que sigue para realizarlo, argumentando cada paso que ha dado, de manera que analizó el proceso investigativo minuciosamente.

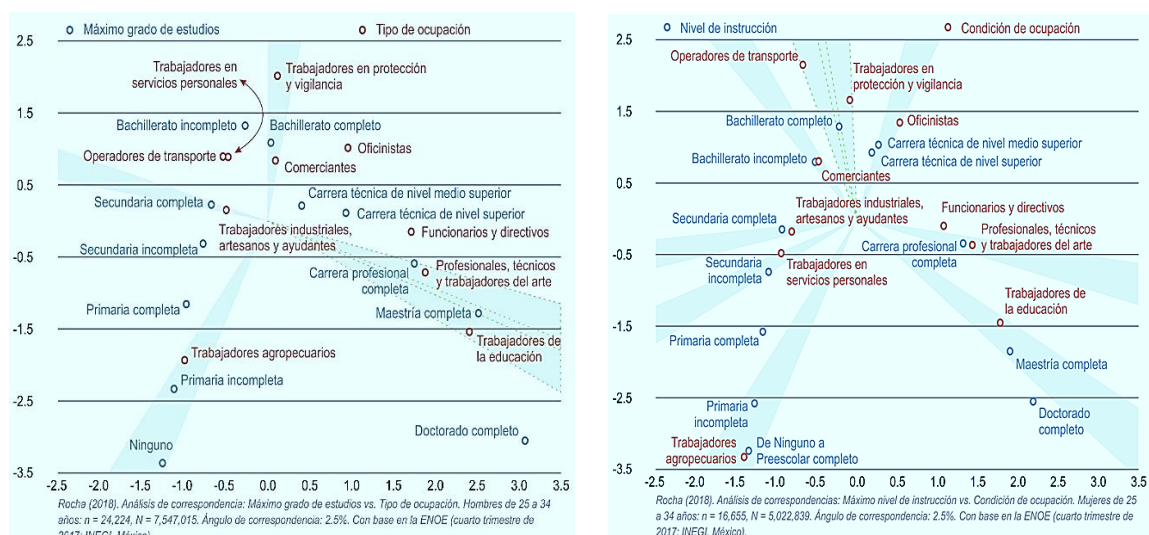
Al inicio presentó información, datos, hechos, y ante ellos declaró que no son ideológicamente discutibles, puesto que son evidencias tomadas de una realidad, y enfatizó que el conocimiento sí es ideológicamente discutible, puesto que implica una interpretación de la información, datos, hechos, desde la mirada del investigador.

La información que mostró la obtuvo de las respuestas que se obtuvieron mediante la Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo (ENOE) que aplica el Instituto Nacional de Estadística y Geografía de México (INEGI), correspondientes al cuarto trimestre de 2017. Dicha información muestra que el 28% de los adultos de 25 a 64 años logramos completar el bachillerato, pero al restringir el dato a los adultos jóvenes, que están entre 25 y 34 años, el 49% tiene estudios de bachillerato completo o más, prácticamente la mitad de toda la población actual de esas edades ha concluido el bachillerato. Explicó que entre los adultos jóvenes, del total que se inscriben al bachillerato, el 92% lo concluye, pero no lo hacen todos de inmediato, sino que algunos lo interrumpen y regresan después de hasta 10 años, hay oportunidad de ir y venir, pero finalmente el 92% logra egresar, de entre los cuales el 33% concluye su bachillerato en un centro escolar o modalidad diferente a la en que inició, es un fenómeno bastante común.

El 82% de los jóvenes de escasos recursos interrumpieron su instrucción en algún momento antes de terminar el bachillerato y solamente el 21% de ellos retomaron sus estudios eventualmente. El 32% de los jóvenes de escasos recursos interrumpieron su instrucción en forma definitiva al concluir la secundaria. En el caso de los

⁸⁹ Escuela Superior de Física y Matemáticas del Instituto Politécnico Nacional.

jóvenes con mayores recursos, solo el 36% interrumpieron su instrucción antes de terminar el bachillerato, el 57% de ellos retomaron sus estudios eventualmente, y sólo el 14% concluyó definitivamente su instrucción antes de terminar el bachillerato. Cuando el 86% de las personas en México logren alcanzar el nivel de bachillerato, se podría declarar que se ha universalizado este nivel educativo, porque el 14% restante corresponde a quienes no pueden hacerlo por razones personales, capacidades, etc. Hoy, el resto de la deserción es debido a la falta de recursos materiales o simbólicos.



Para mostrar la relación que se presenta entre las ocupaciones y los diferentes niveles de instrucción, presenté una serie de gráficas, cada una para una cohorte de 10 años de edad, y de manera separada las que corresponden a hombres y a mujeres. Los puntos en las gráficas representan ocupaciones económicas o niveles de instrucción. En su explicación hizo notar ciertas regularidades, por ejemplo, que casi todos los trabajadores Agropecuarios tienen primaria incompleta, y enfatizó que mientras más cerca del origen se encuentre un punto, significa que la asociación o patrón representado es más disperso, mientras que los puntos que se ubican más lejos, indican que casi todos sujetos están en el mismo nivel de instrucción u ocupación económica. El ángulo dice el estatus de la ocupación económica de acuerdo con el nivel de instrucción de quienes la ejercen.

La primera puntualización metodológica que hizo se refiere a la elección de la población, ya que todas las personas deben estar en las mismas condiciones para poder comparar resultados y así asegurar la validez de los mismos. En este caso, están incluidas todas las personas que tienen los niveles de escolarización analizados, pero que trabajan 35 horas o más (criterio para interpretar que la persona tiene un trabajo de tiempo completo, de acuerdo con el estándar de la INEGI), puesto que se les tiene que preguntar por sus ingresos salariales. Como el número de personas

es de 36 millones, se normalizó de manera lineal, utilizando la ecuación de la recta, para trabajar con números del 1 al 1000.

Posteriormente presentó unas tablas, en las cuales relacionó el máximo nivel de instrucción de cada persona, para cada cohorte de edad (de 10 años), en el que indicó el salario promedio en cada casilla. A partir de los datos comentó que todos los niveles salariales varían en el mismo orden que los niveles de instrucción, excepto “bachillerato incompleto”. Los que tienen bachillerato incompleto tienen un ingreso ligeramente superior al que tienen los de bachillerato completo. Ante esto mencionó un hecho que se presentó antes, que hay un 14% de personas que no concluyen el bachillerato, las cuales pertenecen a las familias que reciben ingresos altos.

Esta observación fue la base para plantear una hipótesis, lo cual es el segundo punto para la presentación metodológica:

Una hipótesis es que no terminan el bachillerato porque tienen una opción para ganarse la vida que les permite una renta salarial superior, incluso a las de sus colegas que sí concluyen el bachillerato. O sea, ese conjunto de personas que no concluyen el bachillerato están viviendo en niveles relativamente altos ingresos y, al tener un medio para sostener su nivel de vida, les es atractivo no terminar el bachillerato.

Para todos los demás niveles sucede lo contrario, si no completan un nivel, van a tener un nivel de ingreso más abajo en comparación con los que sí lo hicieron. Si se tiene un bachillerato bivalente y se concluye la carrera técnica, sacar la célula y el título, si importa, teniendo retribuciones salariales significativamente mayores.

Nivel último de instrucción	25-34 años	35-44 años	45-54 años	55-64 años
Preescolar completo	388	398	405	397
Primaria incompleta	483***	488***	483***	447***
Primaria completa	537***	559***	541***	512***
Secundaria incompleta	578***	585***	599***	555***
Secundaria completa	587***	608***	611***	595***
Bachillerato incompleto	630***	693***	675***	696***

Bachillerato completo	629***	675***	687***	668***
Carrera técnica de nivel medio superior	671***	714***	717	709***
Carrera técnica de nivel superior	685***	760***	703***	618***
Carrera profesional completa	780***	827***	826***	800***
Normal	---	---	885	638***
Maestría completa	862***	921***	932***	941***
Doctorado completo	726***	923	946***	935***

Una tercera puntualización es la elección de la muestra representativa, lo que es fundamental en las investigaciones cuantitativas, para poder realizar generalizaciones válidas: Para que obtengas una muestra representativa de la región que te interese, ya sea una ciudad, una zona semirural o una zona rural, necesitas muestrear 1000 hogares, digamos que me interesa la Cd Mx y necesito además 1000 hogares de Hermosillo, pero después tengo un problema, debido a que con 1000 hogares de Hermosillo y 1000 en la Ciudad de México estoy sobre representando a la población de Hermosillo, porque la Ciudad de México está más densamente poblada. Entonces tengo que multiplicar por un factor de expansión cada registro de la Ciudad de México, para ello lo repito tantas veces como lo indica el factor de expansión, que es un peso de compensación con respecto a la población de Hermosillo. Pero después tengo otro problema, como les pregunto a las personas por su ingreso, algunas me contestan y otros no; la no respuesta ocasiona sesgo. Ese peso tiene que compensar también que ciertas personas tienden a no contestarme, en general los que más ganan y también los que se dedican a actividades ilícitas. Ese sesgo, como ya está identificado, se compensa con los factores de expansión.

Para concluir la conferencia, como un plus con respecto a lo que se le solicitó, hace una comparación entre lo que es información y lo que es conocimiento científico. Afirma que, no importa lo contundentes que sean los datos, esto no es conocimiento científico, a pesar de que esos hechos son reproducibles, son válidos y si yo vuelvo a medir con la misma estrategia voy a obtener otra vez los mismos resultados (debido a la reproducibilidad que tiene esa muestra). Sin embargo no es conocimiento científico, es información.

La construcción del conocimiento científico es como si vieran las estrellas del cielo, en una ciudad con smog, son unos cuantos puntos muy escasos y el resto de la

realidad está oculta, lo que vemos son unas cuantas cosas de la realidad, tenemos que cubrir los espacios vacíos, y para ello construimos teorías, las teorías no son más que los cuentos o las historias que hacemos para completar todo eso que no conocemos, pero esas teorías tienen que ser coherentes con esos datos, la historia tiene que ajustarse a esos cuantos puntitos, así es como se genera el conocimiento científico.

Los datos que tomamos los contrastamos y los acomodamos con los datos que otros han recabado, y con las explicaciones que otros han dado a sus datos, y después escogemos una historia, una narración que encaje bien con todos los datos, esa historia es una teoría, y esa teoría sí es conocimiento científico y decimos que está respaldada por datos empíricos porque “pasa por ellos”.

Para ejemplificar, contó la historia que construyó con los datos presentados antes. Esa historia es la discusión de los datos, en ella intercaló citas de otros autores en las que fue intercalando interpretaciones para los datos de las gráficas y tablas que mostró antes, hasta llegar a una conclusión, que es una respuesta verosímil, argumentada con base en los datos empíricos.

Para terminar, mencionó cómo el conocimiento se va construyendo poco a poco, compartiendo con otros colegas las historias elaboradas a partir de los datos, mediante publicaciones y participaciones en congresos, principalmente, para ir las mejorando. Como ejemplo dijo que de la investigación que presentó lleva apenas citados 8 artículos, que espera llegar a 44.

Instituto Politécnico Nacional Escuela Superior de Física y Matemáticas

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,
Tel. (55) 57296000 Ext. 55343

www.esfm.ipn.mx

ISSN: XXXX XXXX