

Entre los retos que tiene la educación en nuestro país se encuentra pensar que la Educación en Ciencias es necesaria para dar respuesta a las exigencias de la sociedad actual. El Congreso Nacional de Enseñanza de la Física se convierte en una de las condiciones planteadas por las comunidades que reflexionan sobre planteamientos para buscar horizontes de sentido. Este evento, que se celebra cada dos años, reúne docentes de Física de todos los niveles educativos: investigadores en enseñanza de la Física, físicos, entes gubernamentales y empresariales relacionados directamente con la educación; todos ellos interesados en compartir, reflexionar y discutir en torno a propuestas, prácticas, nuevos enfoques, estrategias y teorías de la problemática educativa de la enseñanza y del aprendizaje de la física en los diferentes contextos educativos del país.

En el congreso se manifiesta un espectro variado de opciones, reflexiones, propuestas, iniciativas e investigaciones. Asimismo, cuenta con la participación de académicos e investigadores nacionales e internacionales, constituyendo así uno de los centros de interés de la dinámica que se vive durante su realización. Los logros, dificultades, obstáculos y elaboraciones de la comunidad permiten evidenciar líneas de investigación que definen y caracterizan la comunidad de educadores en Física, a partir de fundamentos históricos y epistemológicos de la enseñanza, el aprendizaje y la didáctica de la Física. De igual forma, entran a revisar los fundamentos de prácticas, procesos y metodologías de investigación. Así, cada participante encuentra opciones para cambiar, contextualizar y transformar la forma de ver el mundo del aula desde la Física y los fenómenos que se presentan en ella; esencia fundamental de la comunidad de profesionales en docencia de la física.

Los artículos de este número de la Revista corresponden a las comunicaciones presentadas en el VIII Congreso Nacional de Enseñanza de la Física y la Astronomía en las siguientes temáticas:

- Historia y Epistemología de la Física y la Astronomía y su relación con el proceso de enseñanza-aprendizaje de estas ciencias: esencialidad y desarrollo.
- Retos y perspectivas de la enseñanza de la Física en la formación de profesionales del siglo XXI.

- Aportes contemporáneos de la pedagogía y la didáctica al proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física y la Astronomía.
- La formación de docentes en Física en el contexto colombiano: retos y perspectivas.
- La experimentación en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física y la Astronomía: relación teoría-práctica.
- El uso de las TIC en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física.
- Enseñanza de la Astronomía en los diferentes niveles educativos.
- Trabajos de investigación en astronomía.
- Trabajos de investigación en Física.

Esto nos permite dar a conocer las últimas tendencias sobre el proceso de enseñanza de la Física y la Astronomía a nivel mundial y latinoamericano, en todos los niveles educativos, así como los retos y desafíos para formular tendencias educativas contemporáneas que han de conducir a la educación colombiana a la generación de propuestas educativas pertinentes.

Rosa Nidia Tuay Sigua
Presidente de la Asociación Colombiana de profesores de Física
rtuay@pedagogica.edu.co

DOI: <http://dx.doi.org/10.14483/udistrital.jour.RC.2017.27.a1>

Una aproximación al concepto de movimiento rotacional por medio de la bicicultura

An approach to the concept of rotational movement through Bicicultura

Uma abordagem ao conceito de movimento de rotação através Bicicultura

Omar Danilo Vargas Gutiérrez¹
Jorge Jonathan Mancipe Peña²

Resumen

La Bicicultura es una apuesta que no solo está relacionada con la bicicleta, o su uso en el laboratorio de física. También permite generar cambios en torno a aspectos sociales, culturales e ideológicos. En ese sentido, la Bicicultura busca establecer una alternativa para la enseñanza de la física y el cambio en la manera de pensar y construir cultura y ciudadanía. Son muchos los fenómenos físicos presentes en la bicicleta, por tanto, nos centraremos en construir, caracterizar y formalizar un fenómeno en particular para implementar en el aula: la rotación. Ante la situación planteada anteriormente, se asume al estudiante como un ente capaz de construir conocimientos por sí mismo, permitiendo construir significados a medida que va aprendiendo.

Palabras clave

Bicicultura, enseñanza de la física, rotación, campo de velocidades, velocidad angular.

Abstract

The Bicicultura is a bet that is not only related to the bicycle, or use in physics laboratory. It also allows changes generate around social, cultural and ideological aspects. In that sense, the Bicicultura seeks to establish an alternative to the

¹ Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá- Colombia. Contacto: omardvargasg@gmail.com

² Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá- Colombia. Contacto: dfi_jmancipe828@pedagogica.edu.co

	<p>teaching of physics and the change in thinking and build culture and citizenship. There are many physical phenomena present on the bike, therefore we will focus on building, characterize and formalize a phenomenon particular to implement in the classroom: the rotation. Given the situation described above, the student is assumed as an entity capable of building knowledge itself, allowing construct meaning as you learn.</p> <p>Key words Bicultura, teaching physics, rotation, velocity field, angular velocity.</p> <p>Resumo O Bicultura é uma aposta que não está apenas relacionada com a bicicleta, ou uso em laboratório de física. Ele também permite que mudanças geram em torno de aspectos sociais, culturais e ideológicas. Nesse sentido, o Bicultura procura estabelecer uma alternativa para o ensino da Física e da mudança no pensamento e da cultura de construção e cidadania. Há muitos fenômenos físicos presentes na moto, portanto, vamos nos concentrar na construção, caracterizar e formalizar um fenômeno particular para implementar na sala de aula: a rotação. Dada a situação apresentada acima, o aluno assume-se como uma entidade capaz de construir o próprio conhecimento, permitindo construir significado como você aprende.</p> <p>Palavras chave: Bicultura, ensinando física, rotação, campo de velocidade, a velocidade angular.</p>
--	--

La naturaleza nos sorprende cada instante con multitud de fenómenos que despiertan nuestra curiosidad, nos incita a mirar a nuestro alrededor y descubrir fenómenos cotidianos que tienen explicaciones a la luz de la ciencia.

(Ángel Rodríguez Lozano)

Innovemos con la Bicultura

El propósito de esta ponencia es plantear cómo por medio de la bicultura podemos experimentar y construir explicaciones a fenómenos físicos. Son muchos los fenómenos que se pueden abordar por medio de la bicultura, en este caso nos centraremos en los aspectos asociados a la rotación por medio de la bicicleta,

que pueden llevar al estudiante a motivarse a investigar en ciencias.

Esta propuesta surge de la necesidad de mirar varios modos de trabajar en la experimentación; pese a lo anterior, no hay que olvidar que la experimentación no se puede hacer al margen de los aspectos teóricos y conceptuales, ya que combinar estos dos aspectos provee de sentido y coherencia a los fenómenos que se estudian (Ferreiros & Ordoñez, 2002, pág. 64).

Esto nos lleva a pensar en preguntas orientadoras ¿Por qué una bicicleta y no un giroscopio u otro artefacto para incentivar la investigación en ciencias en el aula? ¿Cómo hacer una aproximación al concepto de movimiento rotacional a partir de la bicicultura? pueden ser preguntas de respuesta casi intuitiva, por ejemplo, el giroscopio es un dispositivo mecánico que sirve para medir y dar explicaciones a experiencias de rotación, pero no es una herramienta común en las escuelas, es decir, carecen de apropiación por parte de los estudiantes y por supuesto la intención es que puedan interiorizar la teoría y asociar el concepto al experimento; entonces, por qué no hacerlo por medio de algo que ya conocemos, es más fácil asimilar un concepto nuevo teniendo una experiencia previa con la que pueda ser relacionado (Abrahams & Miller ,2008). Así pues, la bicicleta se torna un elemento importante en la construcción formal de experiencias de rotación debido a que es una herramienta común y de fácil manipulación.

La Bicicultura y su enseñanza de la física

En el campo de la física la bicicleta tiene muchas cosas que enseñarnos, ya cada uno de los elementos que componen la bicicleta permite experimentar situaciones físicas, pese a su simple apariencia, la bicicleta encierra un montón de geniales ideas de diseño que la convierten en una herramienta óptima para experimentar en ciencias. Tal apreciación de lo anterior permite definir la intención de la propuesta, lo que nos incita a buscar que por medio de la bicicleta se pueden dar explicaciones a fenómenos físicos de rotación. Pero la bicicleta carece de sentido en el escenario académico, Por eso es importante abordarla desde *la "bicicultura"*, según (Horta, 2010 citado de Vargas. O y Salazar. K, 2015) la define como:

La bicicultura es una nueva expresión del Humanismo, de la cultura del amor y del respeto por el ser humano, la vida y la naturaleza, que surge cada vez con más fuerza y partidarios ante los desafíos civilizatorios que interpelan hoy a la humanidad, con una propuesta y una utopía posible: reorganizar las ciudades, redistribuir el principal espacio público urbano , el espacio vial, de forma más justa e integradora, ya no más en función de máquinas a petróleo u otras fuentes energéticas contaminantes y no renovables, sino en función del ser humano y su felicidad, buscando potenciar de todas las formas posibles la movilidad autónoma, libre, sana y sustentable, la movilidad a energía metabólica humana, para bienestar y felicidad de todos.

Así que la bicicultura no solo está relacionada con la bicicleta, o su uso en el laboratorio de física para explicar ciertos fenómenos, también, permite generar cambios en torno a aspectos sociales, culturales, ideológicos y hasta científicos. En ese sentido, por medio de la Bicicultura es posible que se generen cambios en la manera de enseñar física y así poder dar explicaciones alternas a fenómenos físicos, en nuestro caso particular, fenómenos concernientes a la rotación. Aparte de usar la bicicleta como un objeto de uso diario para el docente, será una herramienta para experimentar con fenómenos presentes en la física, permitiendo obtener una alternativa en el aula. También el estudiante podrá investigar con materiales de bajo costo y con instrumentos en los cuales ya poseen alguna habilidad, por tanto, la bicicleta puede facilitar la enseñanza-aprendizaje, así como afirma Hodson, que “A favor de dejar claro (...) que algunas técnicas de laboratorio permiten realizar otras actividades de aprendizaje útiles, y a favor de asegurarse de que la carencia de determinadas habilidades no constituye una barrera adicional para el aprendizaje” (Hodson, 1993, pág. 3).

En ese orden de ideas, empezamos a preguntarnos qué se entiende por rotación. El hecho de mover las piernas, manos, la cabeza o el simple hecho de hablar, son sucesos que implican rotación (Vargas y Salazar, 2015, pág. 16). En la bicicleta estos tipos de movimiento están presentes en los pedales, el manubrio, bielas, cadenilla, platos, piñones, pacha y claro, las ruedas mismas.

Formalización de la fenomenología de rotación con la rueda de bicicleta

Cuando los cuerpos rotan presentan un comportamiento extraño no solo para el sentido común, si no para los que podríamos llamar el sentido newtoniano desarrollado por quienes han asimilado el esquema newtoniano para las explicaciones de los fenómenos mecánicos (Ayala & otros, 2008). Por lo anterior, la bicicleta estática posee las bondades únicas de rotación, pero en movimiento se le atribuyen elementos traslacionales que no se evidencian en el esquema. Por esto, vamos a poner toda nuestra atención en las ruedas de la bicicleta³. Al girar la llanta experimenta fenómenos que pueden ser observados únicamente si ésta en rotación; por ejemplo al poner la rueda en un movimiento roto-translatorio por el suelo, ésta seguirá en equilibrio sin caerse durante intervalos de tiempo hasta que por factores externos como la fricción, hacen que disminuya gradualmente su movimiento a tal punto que esta cae; en contraste, si pusiéramos la rueda en las mismas condiciones pero sin que presente giro alguno, esta rueda se iría al suelo tan pronto la soltamos (Salazar y Vargas, 2015, pág. 16). Por tal motivo se puede deducir que el movimiento propio de la rueda que despierta nuestro interés, es el que concierne a la rotación.

Como se menciona anteriormente, el sentido común y la lógica del fenómeno nos permite concluir que la estabilidad de la rueda se genera cuando se imprime un movimiento de rotación, pero, ¿cómo definimos la rotación? En general ésta se puede definir cuando un cuerpo se encuentra en movimiento con respecto a un punto fijo del mismo (gira sobre sí mismo), entonces se dice que el cuerpo rota o tiene un movimiento de rotación, este punto, respecto al cual se mueve todo el cuerpo, se llama centro de rotación. Por dicho punto pasa el eje de rotación, y coincide con el centro de masa; aunque el cuerpo esté en rotación la velocidad en este punto es cero, y en los demás puntos su velocidad tangencial es diferente de

³ Esto no quiere decir que deje de ser importante la bicicleta y el movimiento bicicultural de tras de ella. sino que es una forma de presentar y construir de manera más simple la fenomenología de rotación.

ceros, por tal motivo, sería pertinente hablar de campo de velocidades y describirlo en relación a la distancia que cada punto tiene con el eje de rotación (ver figura 1).

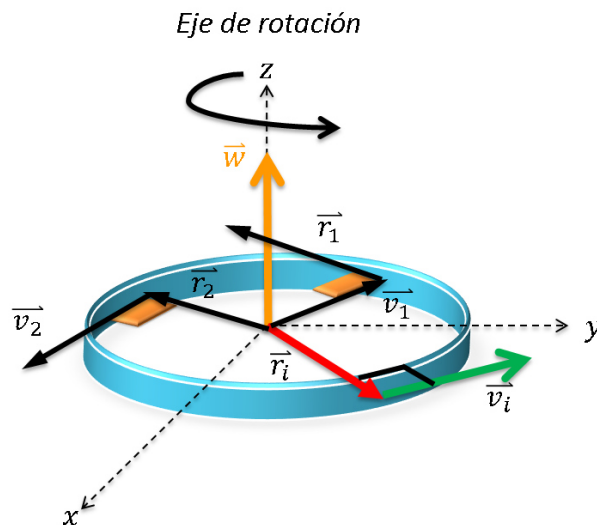


Figura 1. Esquema general que representa la velocidad angular de todos los puntos de la rueda caracterizando el estado de movimiento de toda la rueda con la magnitud vectorial $\vec{\omega}$

Fuente: Los autores

Ahora que definimos que por medio de la llanta podemos describir un campo de velocidades, Miraremos los puntos de la rueda con relación a la distancia del eje de rotación⁴ y su velocidad tangencial. Podemos concluir que todos los puntos siempre recorrerán un mismo ángulo sin importar el lugar donde se encuentren. La profesora María Mercedes Ayala afirma que Euler demuestra que el movimiento de estos puntos con relación al punto fijo es siempre un movimiento infinitesimal en el instante de tiempo t de la manera como sigue (Ayala, 2008):

$$\vec{v}(\vec{r}_p, t) = \vec{\omega}(\vec{r}_i, t) \times \vec{r}_p \quad [1]$$

⁴ Para un cuerpo en general, los sectores del cuerpo que son representados por medio de puntos que pasan sobre la línea que compone el eje de rotación no se moverán. En nuestro caso particular, serán todos los puntos que pasen sobre el eje z de nuestro sistema de coordenadas, y es análogo para nuestra al *eje de la manzana*

Esta forma funcional de velocidades constituye el movimiento de rotación de la llanta en todos los puntos la cual llamaremos velocidad angular, donde se representa con la letra $\vec{\omega}$ (omega) y es una magnitud de orden vectorial que tiene la dirección del eje de rotación. Esta magnitud representa como un todo el movimiento de la rueda y se vuelve fundamental para poder estudiar las causas que producen este movimiento de rotación.

Aparte de caracterizar y describir el movimiento rotacional, podríamos comenzar a preguntarnos ¿cuál puede ser la *causa* que produce el movimiento de nuestra rueda? Vamos a proponer el siguiente caso para la construcción dinámica de la rotación por medio de la bicicleta para que sea retomado y desarrollado ¿Empujando el pedal de la bicicleta podemos transmitir un impulso que haga rodar los neumáticos? ¿Cuál es la causa? Estos son casos que pueden ser abordados desde la bicicleta y lo dejamos en discusión para que sea retomado por quien se vea interesado en generar alternativas en la construcción de los fenómenos de rotación.

La Bicultura en el aula

Esta propuesta se basa en el modelo constructivista del aprendizaje activo. Novak afirma “el constructivismo intenta explicar cómo el ser humano es capaz de construir conceptos y cómo sus estructuras conceptuales le llevan a convertirse en las gafas perceptivas que guían su aprendizaje” (Novak, 1988 citado de Salazar y Vargas, 2015, pág. 42). En otras palabras, asume al estudiante como un ente capaz de construir conocimientos por sí mismo, es decir, que cada individuo construye significados a medida que va aprendiendo.

En ese mismo sentido, aparecen comportamientos extraños en los cuerpos que rotan o giran alrededor de un eje de rotación y es necesario hacer una construcción que permita organizar experiencias del sentido común con el formalismo del mundo científico. El profesor Luis María Gonzáles afirma que su explicación se aborda de manera vaga, poco concreta y alejada de la realidad, su

construcción fenomenológica se hace en el tablero y no suele ejemplificarse debido a su complejidad (González, 2010), por ende la bicicleta puede ocupar un papel fundamental por ser un artefacto bastante asequible donde es posible visualizar claramente fenómenos físicos con solo desmontar la rueda delantera para comenzar a experimentar. Pero no solo bastaría hablar de la bicicleta, pues si hacemos esto, tomaríamos la bicicleta como un instrumento para aplicar algo, o como si fuera un instrumento de laboratorio para refutar una teoría; el sentido es trascender e ir más allá, dando cabida a la idea de bicicultura, como una estrategia que genera toda esa construcción del pensamiento crítico para hacer partícipe a la ciudadanía de las diferentes dinámicas de nuestro mundo donde nos movemos o desenvolvemos, tanto socialmente, políticamente y culturalmente para ver propuestas alternativas que dan esas estructuras de organización de convivencia y ciudadanía.

Por otro lado, surge la necesidad de llevar la bicicleta al aula y toda su relación con la bicicultura, no solo para modificar las dinámicas actuales en la enseñanza, sino para reconocer que por medio de la bicicleta se puedan dar fenómenos bastante allegados a la realidad.

De otra parte, se sabe que existen varias metas a lograr en la educación científica, dentro de las cuales se encuentran el aprendizaje de conceptos y construcción de modelos, al igual que el desarrollo de habilidades experimentales y la resolución de problemas (Jiménez & Sammartí, 1997) las cuales ayudaran en la formación científica, en la interpretación de los modelos que explican la naturaleza, e incluso a que los estudiantes lleguen a una formulación de sus propios modelos que expliquen los fenómenos naturales.

CONCLUSIONES

Por medio de la bicicultura se pudo establecer una relación entre la bicicleta y las diversas experiencias en fenómenos relacionados con la física. En nuestro caso particular el movimiento rotacional, mostrando formas alternativas de enseñar la física.

Se pudo establecer una forma funcional de velocidades por medio de la rotación en la llanta de la bicicleta. A partir de esta forma funcional, se encuentra que todos los sectores o puntos que componen la llanta barren el mismo Angulo, dando como resultado una magnitud fundamental que representa como un todo el movimiento de rotación: la velocidad angular. Esta velocidad se representa con la letra $\vec{\omega}$ (omega) y es una magnitud de orden vectorial que tiene la dirección del eje de rotación.

Por último, se logra mostrar que el sentido este trabajo es trascender e ir más allá, dando cabida a la idea de bicicultura como una estrategia que genera toda esa construcción del pensamiento crítico para hacer partícipe a la ciudadanía de las diferentes dinámicas de nuestro mundo, tanto socialmente, políticamente y culturalmente para ver propuestas alternas que dan esas estructuras de organización de convivencia y de ciudadanía. A nosotros sólo nos queda aprovechar, los invitamos entonces a que disfrutemos un poco más de uno de los sistemas físicos más simples y misteriosos: la bicicleta. ¡A pedalear se ha dicho!

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abrahams, I., & Millar, R. (2008). Does Practical Work Really Work? A study of the effectiveness of practical work as a teaching and learning method in school science. *International Journal of Science Education*, 30 (14), 1945–1969.
- Abrahams, I. (2009). Does Practical Work Really Motivate? A study of the affective value of practical work in secondary school science. *International Journal of Science Education*, 31 (17), 2335–2353.
- Ayala, M. M., Romero, Á., Malagón, J. F., Rodríguez, O., Aguilar, Y., & Garzón, M. (2008). Los procesos de formalización y el papel de la experiencia en la construcción del conocimiento sobre los Fenómenos físicos.
- Ferreiros, F. & Ordoñez, J. (2002) Hacia una Filosofía de la Experimentación. *CRÍTICA, Revista Hispanoamericana de Filosofía*, 34 (102), 47–86.
- González Méndez, L. (2003). “la bicicleta en el laboratorio de física: una forma amena y divertida de aprender”. (A. R. On-line, Ed.) *Autodidacta: Revista*

- De La Educación En Extremadura, 48-61.
- Hodson, D. (1994) Hacia un Enfoque más Crítico del Trabajo de Laboratorio. Enseñanza de las Ciencias, 1encuentra2 (3), 299-313.
- Jiménez, a., & Sammartí, N. (1997). ¿Qué ciencia enseñar?, objetivos y contenidos en la educación primaria. España: ICE de la Universidad de Barcelona.
- Novak, J. (1988). Aprendiendo a aprender. Barcelona, España: MARTÍNES ROCA.
- Salazar, K & Vargas, O. (2015). La bicicultura como elemento organizador de experiencias alrededor de la rotación. Bogotá: Universidad pedagógica nacional.

DOI: <http://dx.doi.org/10.14483/udistrital.jour.RC.2017.27.a2>

Conceptos y fenómenos: propuesta de reforma del plan de estudios en el bachillerato

Concepts and phenomena: proposal of syllabus reform in high school

Conceitos e fenômenos: proposta de reforma do plano de estudos no ensino secundário.

Efraín David Medina Galindo¹

Resumen

Uno de los problemas en la enseñanza de la física tiene que ver con el alejamiento de los contenidos con la realidad del estudiante, acarreando una pérdida de interés al punto de pensar que la física es innecesaria para su realidad cercana y profesional. Por lo anterior, esta reflexión tiene como objetivo proponer un cambio en el plan de estudios de física en el cual se articulen los conceptos con fenómenos físicos y artificiales facilitando y promoviendo el interés para la adquisición del conocimiento de la física. Para cumplir con este objetivo se vio la necesidad de investigar y analizar propuestas teóricas con base en el aprendizaje basado en fenómenos, modelización de la física, motivación y constructivismo, desarrollando una metodología de estudio de diseño y practica pedagógica expuesta por Rinaudo (2010), y teniendo como resultado inicial un acercamiento de lo que podría ser un plan de estudios basado en fenómenos, pero este resultado va más allá de cambiar los contenidos del plan de estudios, también plantea unas implicaciones curriculares como evaluación y un enfoque pedagógico que permitan la construcción de conocimiento científico.

¹ Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá - Colombia. Contacto: hxc_bogota@hotmail.com

Palabras Clave:

Plan de estudios, aprendizaje basado en fenómenos, motivación, fenómenos, modelización.

Abstract

One of the most important problems in the teaching of physics is the distance between the contents and the real context. It leads to loss of interest, thinking that physics is unnecessary for the real and professional context. Therefore, this reflexion aims to change the syllabus of physics in which concepts with physical and artificial phenomena are articulated facilitating and promoting the interest for the acquisition of physics knowledge. To achieve this objective it was compulsory to investigate and analyze a literature review based on phenomenon based learning, physics modeling, motivation and constructivism, developing a methodology of studies design and pedagogical practicum presented by Rinaudo (2010), and having as an initial result a nearness of a syllabus based on physical phenomena, but this result goes beyond to change the syllabus content, it sets out curriculum implications like evaluation and pedagogical approach that allows the construction of scientific knowledge.

Keywords:

Syllabus, phenomenon based learning, motivation, physical phenomena and modeling.

Resumo

Um dos principais problemas no ensino da física está na distância entre os conteúdos e a realidade conhecida pelo estudante, acarretando na perda de interesse, ao ponto de fazê-lo pensar que a física é desnecessária em sua vivência comum e profissional. Portanto, está reflexão propõe uma mudança no plano de estudos onde se articulem os conceitos com os fenômenos físicos e artificiais, facilitando e promovendo o interesse do conhecimento de física. Para cumprir este objetivo, foi observada a necessidade de investigar e analisar propostas teóricas com base na aprendizagem baseada em fenômenos, modelagem da física, motivação e construtivismo, desenvolvendo uma metodologia de estudo de projeto e prática pedagógica apresentada por Rinaudo (2010), tendo como resultado inicial uma aproximação do um plano de estudos baseados em fenômenos, mas este resultado vai mais além, pois fomenta implicações curriculares como avaliação e um

	<p>enfoque pedagógico que permita a construção do conhecimento científico.</p> <p>Palavras chaves: Plano de estudos, aprendizagem <i>baseada em fenômenos</i>, motivação, fenômenos e modelagem.</p>
--	---

INTRODUCCIÓN

En la enseñanza de la física, muchos aspectos son necesarios para tomar en consideración como los contextos, los estilos de aprendizaje y las estrategias de evaluación. Sin embargo, se debe dar prioridad a aquellos que conciernen con el desempeño de los estudiantes en relación con la disposición para la adquisición de un nuevo conocimiento. Hoy en día, los retos educativos están impulsando a los profesores hacia una evolución de la teoría y la práctica educativa, los educadores tienen que encontrar herramientas para el desarrollo de mejores procesos de aprendizaje y una de esas herramientas es la motivación dentro del aula.

Por lo cual surgen las siguientes inquietudes ¿Qué tanto aprovechamos la motivación para la apropiación del conocimiento científico? y ¿Qué tan motivados están los estudiantes en aprender física?

Estas preguntas lamentablemente tienen respuestas negativas teniendo en cuenta el trabajo de Hudson (1990) que indica que la mayoría de los estudiantes en edades entre 13 y 16 años les gusta el trabajo práctico o contextualizado y les aburre lo no aplicable. Con frecuencia lo que resulta atrayente es la oportunidad para poner en práctica métodos de aprendizaje más activos, para interactuar libremente con el profesor y con otros alumnos organizando el trabajo como mejor se adapte al gusto del alumno (Hodson, 1994).

Por lo tanto, la creación de un plan de estudios basado en fenómenos físicos y artificiales es importante porque estimula los procesos cognitivos de los estudiantes apropiando el conocimiento como lo menciona Greca (1995) “Cuando entendemos un fenómeno físico sabemos cuál es su causa y resultado, sabemos cómo iniciarlo, influenciarlo o evitarlo” con el fin que cada uno piense y desarrolle la imaginación, la preocupación por preguntar y participación en clase, puesto que el aprendizaje

de la física no es fácil si los estudiantes no tienen una actitud positiva ni motivación hacia el proceso de aprendizaje. Es importante para ellos entender que la física es una ciencia experimental que permite observar, razonar y analizar fenómenos.

¿SE ENSEÑA FÍSICA, PERO QUÉ SE APRENDE?

Uno de los principales problemas de la enseñanza de las ciencias es la descontextualización de los contenidos, por ello es importante buscar incrementar la apropiación del conocimiento en física, brindando la posibilidad de tener un proceso de enseñanza – aprendizaje secuencial y apto para la edad en que se encuentran los estudiantes, ya que los estándares de educación dan la posibilidad de manejar los contenidos por ciclos permitiendo proponer un orden específico de acuerdo a las necesidades, por esta razón es viable cambiar los contenidos enfocados en conceptos por fenómenos.

Por lo cual surge la necesidad de reflexionar sobre la posibilidad de un cambio de todos los planes de estudio en la asignatura de física basado en perspectivas alternativas, al respecto Etkina (2006) propone que “Cuando elegimos Investigar un fenómeno físico, primero se identifican los objetos involucrados. Entonces decidimos cómo vamos a estudiar estos objetos.” (p.16) donde se articule los conceptos con los fenómenos físicos y artificiales para que por medio de ese cambio se motive al estudiante acercarse a su contexto natural y cotidiano aprovechando la intuición. Así pues, sí se implementa dicha intuición y se construye nuevas concepciones en las enseñanzas se tendrán estudiantes mucho más motivados y con conocimientos aplicados en su entorno (Hewson y Beeth, 1995).

Casi siempre las clases de física son aburridas, como expresaban Solbes, Matarredona, Lozano y García (2009) que la falta de interés por el estudio de las materias científicas ha sido constatada por numerosas investigaciones y actualmente parece probado que este desinterés crece tanto con los años de escolarización como generación tras generación. Por lo anterior se sabe que las ciencias no generan interés en los estudiantes, como lo confirma Furió (2006)

basado en su estudio donde el 75% de los estudiantes no le interesan los estudios científicos ya que muchos de ellos tienen dificultades para interpretar una ecuación matemática y llevarla a la realidad. Por esta razón, es necesaria la modelación como estrategia para promover el aprendizaje de la física a partir de fenómenos físicos y artificiales donde el estudiante se siente en su contexto natural entendiendo que la física es aplicable en su entorno motivando al aprendizaje.

La autoestima de los estudiantes tiene una incidencia significativa en el rendimiento escolar, puesto que fomenta el interés de los estudiantes hacia el aprendizaje a través de prácticas pedagógicas atractivas y contextualizadas, las cuales tienen en cuenta sus necesidades, estilos y ritmos de aprendizaje, dando paso a la participación y a la autonomía de ellos.

APRENDIZAJE BASADO EN FENÓMENOS

Los fenómenos físicos son temas que los estudiantes encuentran en su contexto y que se utilizan con el fin de generar conocimientos y habilidades a través de la interdisciplinariedad, facilitando el desarrollo del razonamiento, pensamiento crítico y resolución de problemas, enfocándose en el aprendizaje de los estudiantes, por ello el docente debe ser un mediador que guíe este proceso de una manera detallada y adecuada.

Por lo demás, Silander (2015) afirma que el aprendizaje basado en fenómenos promueve en los estudiantes la imaginación y creatividad por medio de experiencias puesto que está fundado en la integración total y global de una situación específica, relacionando información y habilidades de diferentes asignaturas teniendo en cuenta varios procesos como el aprendizaje por indagación, aprendizaje basado en problemas, aprendizaje de proyectos y portafolios.

Asimismo, Silander (2015) expresa que en cada sesión de clase los estudiantes observan, analizan e investigan un tema. Por ende, los objetivos del aprendizaje basado en fenómenos son el aprendizaje profundo y la comprensión, por lo cual, el primer paso es la observación global del fenómeno en el contexto donde el

estudiante está inmerso, encontrando diferentes puntos de vista que permiten integrar varios temas siendo un proceso interdisciplinar. En el segundo paso, el estudiante se formula preguntas donde desarrolla la habilidad de responder de manera clara porque realmente ha generado un interés por el tema. Así pues, la nueva información es aplicada al fenómeno para resolver el problema, utilizando la teoría consultada contribuyendo de esta manera al aprendizaje, por esta razón uno de los procesos más importantes de este método es usar y aplicar la información internalizando su significado.

El aprendizaje basado en fenómenos desarrolla habilidades de comunicación, colaboración, creatividad, pensamiento crítico, visión global del contexto desde temprana edad, generando que los estudiantes se sientan competentes en su proceso de aprendizaje. Es por esto que los docentes son asesores y orientadores quienes brindan retroalimentación del proceso cotidiano y permanente de cada uno de ellos mostrando lo que han progresado proporcionando herramientas para que puedan corregir sus errores. Por ende, el constructivismo es el punto de inicio del aprendizaje basado en fenómenos, donde los estudiantes son parte activa de la construcción de conocimiento. La colaboración y trabajo en equipo construyen entornos de paz en medio de la diversidad de opiniones aprendiendo y disfrutando de su proceso de aprendizaje respetando a los otros. (Silander, 2015)

Por otra parte, Lyer (2015) menciona que la tecnología es una herramienta fundamental en el aprendizaje basado en fenómenos, ya que se usa para obtener información de consulta, construir conocimiento y presentar resultados finales. Los docentes pueden usar plataformas como Edmodo, Schoology, Flinnt, etc., para motivar a los estudiantes a participar en foros de discusión sobre fenómenos que pueden llegar a utilizar en su proyecto, generando pensamiento crítico en los estudiantes. Asimismo, el docente por este medio puede tener una comunicación eficaz e individual retroalimentando los temas y aclarando dudas.

IMPLICACIONES PARA LA ENSEÑANZA DE LA FÍSICA

El aprendizaje basado en fenómenos es ideal en la enseñanza de las ciencias por su carácter constructivista y de resolución de problemas donde la experiencia juega un papel importante en la enseñanza. Como señala Izquierdo (1999) los estudiantes solo comprenden las teorías científicas si ellos mismos reproducen las experiencias y esto solo se puede evidenciar dentro del contexto de los fenómenos.

Es por esto que esta reflexión permite a los docentes salirse del papel habitual y proponer de manera contundente un cambio que busca mejorar la aprehensión del conocimiento científico basado en autores con mucha experiencia en el tema como Steiner, Ekina, Hodson, entre otros que evidencian la necesidad de atraer a los estudiantes al conocimiento y específicamente el conocimiento científico ya que este no está dentro de los intereses naturales de los estudiantes.

Es por esto, que esta reflexión pedagógica reconoce la importancia de motivar a los estudiantes a aprender física a través del plan de estudios basado en fenómenos físicos y artificiales, con el fin de potenciar su independencia y motivación frente al proceso de aprendizaje y llevar a cabo el proceso pedagógico de una manera secuencial y efectiva acorde a su edad y habilidades.

IMPLICACIONES CURRICULARES

Dentro de los puntos destacados en la implementación curricular del plan de estudios del aprendizaje basado en fenómenos hay dos elementos que son importantes recalcar. Por una parte, se encuentra la orientación pedagógica que promueve el desarrollo de competencias y actitudes de los estudiantes enfocándose en construir fortalezas y no debilidades. El segundo elemento hace referencia al sistema de evaluación que se debe aplicar en la alfabetización científica por medio del aprendizaje basado en fenómenos donde la evaluación formativa es la indicada para identificar si el conocimiento fue adquirido y se puede aplicar a un contexto real evaluando lo que los estudiantes saben hacer y no lo que les hace falta. Un ejemplo

del cambio de componentes que deberá tener el plan de estudios del aprendizaje basado en fenómenos se describe en la siguiente tabla.

Tabla 1. Cambio de componentes

Conceptos	Fenomenología
Propiedades intensivas de la materia	Lluvia, ebullición y solidificación.
Hidrostática	Incremento del nivel de las mareas, volcanes y barcos.
Hidrodinámica (continuidad)	Avalanchas, ríos y la respiración.
Hidrodinámica (Bernoulli)	Vuelo de aviones, el viento y tornados.

Fuente: Los autores

Se puede ver en la tabla 1, que el concepto obligatorio presentado por los estándares de educación se encuentra de manera implícita dentro de los fenómenos.

CONCLUSIONES

A partir de lo escrito a lo largo de esta ponencia en la que se llevó a cabo una reflexión sobre la importancia del cambio de plan de estudios enfocado en el aprendizaje basado en fenómenos se evidencia la posibilidad de formar estudiantes críticos, autónomos capaces de convivir con el otro, respetando sus ideas y motivados a modelar el mundo que los rodea. (Silander, 2015).

El éxito que tiene el aprendizaje basado en fenómenos en la actualidad es indiscutible siendo utilizado como modelo de educación en países como Finlandia, pero esto no quiere decir que dicho sistema sea infalible y aplicable al contexto latinoamericano de manera desconsiderada. Por ende, articularlo con los métodos constructivistas investigativos y la evaluación formativa genera un modelo adecuado al contexto de la educación colombiana dispuesta a alfabetizar científicamente a sus ciudadanos desde la educación media.

Por tal motivo la invitación es que los profesores en ciencias naturales primero se capaciten para afrontar esta serie de retos y que segundo tomen el riesgo de implementar estas nuevas propuestas que tienen como único objetivo aumentar la calidad de la educación en Colombia.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Eugenia Etkina, A. w. (2006). El ron del los modelos en la enseñanza de la fisica . *The Physics Teacher*, 16.
- Furio, C. (2006). La motivación de los estudiantes y la enseñanza de la química una cuestion controvertida. *Educacion Quimica*, 222-227.
- Gadamer, H. (1999). educar es educarse. Heidelberg: Nuevas corrientes intelectuales .
- Greca I.M, M. M. (1998). Modelos mentales y aprendizaje de la fisica en electricidad y magnetismo . *Enseñanzas de las ciencias* , 290.
- Hewson, & Beeth. (1995). Enseñanza para un cambio conceptual:. *Enseñanza de las ciencias* , 25.
- Hodson, D. (1990). A critical look at practical work in school science. *School science review.*, 33-44.
- Hodson., D. (1994). Hacia un enfoque mas critici de un informa de laboratorio. *enseñanzas de las ciencias*, 300-301.
- Izquiero. (1999). Fundamento y diseño de las practicas escolares de ciencias experimentales. *enseñanzas de las ciencias* , 45-59.
- Lyer, H. (junio de 2015). *EdTech Meets Phenomenon Based Learning*. Obtenido de <http://edtechreview.in/trends-insights/trends/1981-edtech-meets-phenomenon-based-learning>
- Matarredona, S., & lozano , O. (s.f.). Analisis del uso de las ciencia recreativa en la enseñanza de materias cientificas y tecnicas en educacion secunadaria. *Enseñanza de las ciencias*, 1742.
- Rinaudio, M. C. (2010). Estudios de Diseño una perspectiva prometedor en la investigacion educativa. *Revista de Educacion a Distancia* , 4.

Silander, P. (2015). *PHENOMENON BASED LEARNING*. Obtenido de <http://www.phenomenaleducation.info/phenomenon-based-learning.html>

DOI: <http://dx.doi.org/10.14483/udistrital.jour.RC.2017.27.a3>

La actividad experimental en el aula: El caso de la caída de los cuerpos

Practical work in the schoolroom: The motion of falling bodies

Atividade experimental na sala de aula: o caso dos corpos em caída

Nohora Alejandra Hernández Cepeda¹
Jhayson Leon Palacio Rangel²

Resumen

El presente texto describe, desde la perspectiva de dos estudiantes de licenciatura en física de la Universidad Pedagógica Nacional, una clase de física en la que se propone hallar de forma experimental la aceleración gravitacional como característica única en el estudio de la caída de los cuerpos. Esta actividad nos invita a cuestionar el papel verificadorio de la actividad experimental en la clase de física, según la cual se confirma la teoría enseñada. Consideramos que la experimentación debe reconocerse como una actividad en la que teoría y práctica permiten a los actores de la comunidad educativa pensar, proponer, explicar e intervenir sobre su realidad, experimentar.

Palabras clave: experimentar, actividad experimental, teoría, caída de los cuerpos, papel verificadorio.

Abstract

This text is a description of a physics lesson in which the objective is find, through experimentation, gravitational acceleration like a unique feature of the falling bodies' motion. This activity invites us to ask for the verifiatory role of practical work in physics lesson. We consider experimentation must be recognized like an activity in

¹ Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá-Colombia. Contacto: dfi_nhernandezc857@pedagogica.edu.co

² Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá-Colombia. Contacto: dfi_jpalacios660@pedagogica.edu.co

	<p>which practice and theory allow to educative community think, propose, explain and intervene over their reality. Keywords: to experiment, practical work, theory, falling bodies' motion, verificatory role.</p> <p>Resumo Este texto descreve, a partir da perspectiva de dois graduandos em física da Universidade Pedagógica Nacional, uma aula de física em que se propõe achar a aceleração gravitacional experimentalmente como uma característica única no estudo da caída dos corpos. Esta atividade convida-nos a questionar o papel verificatorio da atividade experimental na aula de física experimental, segundo a qual a teoria ensinada é confirmada. Acreditamos que a experimentação deve ser reconhecida como uma atividade em que teoria e prática permitem os atores da comunidade educativa pensar, propor, explicar e intervir sobre a sua experiência de realidade.</p> <p>Palavras-chave: Experimentar, atividade experimental, teoria, caída dos corpos, verificatorio papel.</p>
--	--

INTRODUCCIÓN

En el contexto de práctica pedagógica inicial, orientada por el departamento de física de la Universidad Pedagógica Nacional, fue posible reflexionar sobre la clase de física de una institución educativa distrital, en particular, sobre la acción del docente en el aula al orientar prácticas experimentales. Evidenciamos que se disocia el experimento de la teoría en los procesos de formación en física en el aula, lo cual nos invita a dar cuenta de la situación que origina la reflexión para explicitar nuestra perspectiva sobre el papel del experimento y la teoría en la construcción de conocimiento en ciencia en el aula.

La caída de los cuerpos

La tendencia de los cuerpos a caer ha sido preocupación de muchos científicos a lo largo de la historia; fue Galileo quien, preguntándose por esta tendencia, se preocupó por la forma en la que los cuerpos caen, esto es, cómo se mueven.

Cuando los cuerpos caen cambian constantemente su velocidad, es decir, recorren en intervalos de tiempo iguales distancias cada vez más grandes, así, cuál es la razón para que el desplazamiento se dé de esta forma y no de otra es un cuestionamiento que invita a pensar en la razón de cambio de la velocidad, la aceleración.

Dado esto, considerábamos que la clase de física en la que se orientara una actividad experimental que tuviese en cuenta la pregunta anterior sería exitosa, pues invitaría a los sujetos a pensar sobre la forma en que los cuerpos se mueven, es decir, caracterizar el movimiento.

Reflexionando sobre la práctica

En la clase de laboratorio de física³ se planteó una práctica experimental en la que los estudiantes lanzarían esferas desde diferentes alturas y tomarían el tiempo de caída para hallar el valor de la aceleración debida a la gravedad. El tiempo se tomaría diez veces por cada altura a la que la esfera se dejara caer, esto con el objetivo de “eliminar el error de medida”. Con las dificultades de medición propias de una actividad tan rudimentaria, en cuanto a instrumento de medición respecta, las personas –nuestro grupo de estudiantes- tomaron tiempos y distancias en los que la caída libre tenía lugar.

Notamos que las personas desconocían qué medir, aun cuando la actividad se orientó con guía de laboratorio, lo que conllevaba directamente a desconocer

³ En la institución educativa en la que desarrollamos la práctica, la clase de física estaba constituida por cuatro horas de física teórica y dos horas de laboratorio de física a la semana.

para qué se medía, esto es, cuál era el objetivo de nuestra intervención en un fenómeno como este. De ese modo, nos preguntamos ¿hasta qué punto las personas eran conscientes de su actuar?, dado que, entendemos el experimento como una manera de intervención y transformación del mundo y la experimentación como la acción que nos permite llevar a cabo el experimento. La experimentación está orientada por las ideas de las personas o, por estilos de pensamiento (Fleck en Martínez y Huang (2016)), ya que, son estos los que determinan qué, cómo y por qué han de intervenir ciertos aspectos del mundo. Desde esta perspectiva, cuando el sujeto interviene lo hace de manera consiente, esto es, reconoce qué altera y cómo lo hace, por ello la experimentación y el experimento son propios del sujeto cuando este es quien transforma el mundo y sus ideas.

De acuerdo a lo anterior, la dificultad en la medición es, ante todo, un problema de sentido, es decir, cómo se mide, qué se mide, para qué se mide y por qué se mide. Frente a ello, las guías de laboratorio son restrictivas, dado que, dan las instrucciones para proceder, condicionando y limitando los modos de actuar, las preguntas y explicaciones que se derivan de la acción del estudiante.

Reconocemos que la forma en la que se estableció la práctica experimental no invitaba a las personas a preguntarse por la forma en la que los cuerpos se mueven, puesto que, se miden los tiempos de caída del cuerpo desde determinada altura para hallar la aceleración gravitacional con las ecuaciones de movimiento, pero, no se cuestiona sobre la manera en la que el cuerpo recorre esta distancia.

¿Qué objetivo tiene el docente al hacer que las personas midan tiempos para hallar la aceleración gravitacional? Esto nos invita a pensar que el docente da vida a la actividad experimental en el papel más relegado, esto es, como aquella que verifica para servir a la teoría. Una vez más, la tradición teoreticista trasciende a todos los niveles de la ciencia: la educación en ciencias se ve influenciada, puesto que, en la construcción de conocimiento científico en la escuela la actividad experimental verifica lo dicho en clase teórica y, de no ser así, se ha medido mal.

Las perspectivas radicales en las que se aboga por la supremacía de un saber con respecto al otro son comunes. La visión Popperiana, por ejemplo, establece a la teoría como el máximo representante en la construcción del conocimiento científico. Desde esta perspectiva, el papel del experimento se reduce a todo aquello que las teorías generen. Ferreiros y Ordoñez (2002) señalan que “el experimento ha quedado cautivo de la teoría: la teoría es lo primero y primordial, lo que antecede y acompaña el experimento, y por supuesto lo que resulta de él” (p.48). Así, esta perspectiva privilegia las ideas que anteceden, dirigen y determinan el experimento. El factor más importante es la teoría porque da cuenta de las leyes que gobiernan el comportamiento de la naturaleza.

Desde nuestro punto de vista, la actividad experimental que dice cómo proceder y qué debe hallarse no ha de catalogarse como tal, pues se busca algo que el docente y el grupo de estudiantes aceptaron como conocido. El problema no es que las personas orienten sus acciones por lo que conocen, el problema es que creyendo conocer, sus acciones no se orienten. En otras palabras ¿qué sentido tiene que las personas tomen algunos datos si no se cuestionan por lo que hacen?

Es importante aclarar que nuestra concepción sobre el papel de la actividad experimental en la escuela no establece que el experimento es una instancia de descubrimiento, es decir, que de él se deriva todo el conocimiento del mundo físico. Ian Hacking en su libro *representar e intervenir* cita a Francis Bacon para establecer que hemos de manipular nuestro mundo para aprender sus secretos, dado que, la experimentación tiene una vida propia en el sentido en que puede revelar todo aquello que ha de conocerse en la naturaleza. Consideramos que el experimento transforma el mundo, sin embargo, pensar que el experimento por sí solo es la llave para acceder a todos los secretos del mundo y, por tanto, tiene vida independiente de la teoría es una perspectiva reduccionista, pues desconoce el papel que juega la

teoría⁴al momento de experimentar y magnifica las ideas que resultan de la experimentación para elaborar la teoría.

Esta forma de orientar la clase de física establece una dicotomía entre teoría y experimento al hablar de la construcción del conocimiento científico. Tal disociación debe olvidarse, pues, se trata de admitir una relación dialógica, y no una relación de superioridad, entre teoría y experimento.

Van Fraassen, en su texto *The Scientific Image*, sugiere que el experimento interviene en la teoría tanto como la teoría en el experimento. Para él, el experimento guía la construcción teórica y la teoría guía el diseño experimental de forma tal que siempre se avanza en la construcción de conocimiento porque la relación entre teoría y experimentación se da en forma de una espiral ascendente: cuando el sujeto inicia –por ejemplo- por la teoría o por la experimentación, el conocimiento irá de experimento a teoría o de teoría a experimento transformando su mundo y sus ideas.

A modo de cierre, descartamos la idea de un punto de partida determinado, así como una única ruta, para construir conocimiento en ciencia. Entendiendo que la experimentación se orienta por nuestras ideas, tal como lo hemos señalado a lo largo del texto, es posible comprender por qué las personas intervenimos ciertos aspectos del mundo y no otros. Así mismo, la intervención transforma la parcela de mundo que hemos decidido afectar y, de forma análoga, nuestras ideas cambian. Una vez se experimenta nada puede ser como era porque toda intervención consiente implica un cambio de las ideas y las acciones del sujeto.

La actividad experimental en la escuela debería ser un espacio en el cual los docentes relacionemos las ideas de las comunidades científicas con las ideas de las personas. Así, el papel de la actividad experimental como estrictamente verificatoria carece de sentido, al igual que el experimento como instancia de

⁴ Entendemos que Hacking interpreta a las teorías como los constructos establecidos por las comunidades científicas. Nosotros, entre tanto, nos referiremos a las teorías como las ideas que las personas tienen sobre el mundo.

descubrimiento, porque no se corresponde con la forma en la que el conocimiento es construido: las ideas orientan las acciones, y las acciones generan otras ideas que a su vez propician acciones diferentes. La teoría no es superior al experimento, ni el experimento es superior a la teoría, ambos, en su reciprocidad, orientan la construcción del conocimiento científico.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Ferreiros, J. & Ordoñez, J. (2002) Hacia una Filosofía de la Experimentación. CRÍTICA, Revista Hispanoamericana de Filosofía, 34 (102), 47–86.

Hacking, I. (1998). Representar e intervenir. México: Paidós Ibérica.

Martínez y Huang (2016) Historia, Prácticas y Estilos en la filosofía de la Ciencia: hacia una epistemología plural, UAM, pp.1-58, En Prensa.

Van Fraassen (1980) The Scientific Imagen. Oxford: Clarendon Press

DOI: <http://dx.doi.org/10.14483/udistrital.jour.RC.2017.27.a4>

Conocimiento Didáctico de Contenido en la Enseñanza de la Óptica Geométrica

Pedagogical Content Knowledge of teaching Geometrical Optics
Ensino conteúdo Conhecimento no Ensino de Óptica Geométrica

Yaneth Angelica Puentes Daza¹

Jaime Duván Reyes Roncancio²

Resumen

Se presentan los resultados de investigación sobre el Conocimiento Didáctico de Contenido (CDC) en la enseñanza de la óptica geométrica de dos profesores de física de la ciudad de Bogotá. La metodología de orden principalmente cualitativa, complementada con datos cuantitativos, utilizó el análisis de la Representación de Contenido (ReCo) y protocolos de observación de clase. Los resultados permitieron identificar características particulares del CDC asociadas con aspectos como: el enigma de la luz, el color, los adelantos científicos y tecnológicos, la solución de ejercicios de rutina y no rutina, la confrontación experimental en la formación de imágenes en instrumentos ópticos, la fisiología y mecanismos del sentido de la visión. Se exponen las implicaciones de los hallazgos en términos de la toma de decisiones de los docentes en el campo profesional.

Palabras Clave: Conocimiento Didáctico de Contenido, Óptica Geométrica, Física, Enseñanza

¹ Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá-Colombia. ypuentesdaz@uniminuto.edu.co

² Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá-Colombia. jdreyesr@udistrital.edu.co

Abstract

Research results on Pedagogical Content Knowledge (PCK) in teaching geometrical optics of two teachers of physics Bogotá are presented. The methodology, mainly of qualitative order and complemented with quantitative data, used the Content Representation (CR) analysis and classroom observation protocols. The results allowed to identify particular PCK characteristics associated with aspects such as: the enigma of light, color, scientific and technological advances, solving routine and non-routine exercises, experimental confrontation of images formation on optic instruments, sight physiology and mechanisms. It presents implications of findings in terms of decision making of teachers in the professional field.

Keywords: Pedagogical Content Knowledge, Geometrical Optics, Physics, Teaching.

Resumo

Através da análise da representação de conteúdos (Reco) e protocolos de observação classe dois professores de física, suas características específicas identificadas em seu conhecimento didático do conteúdo (CDC) no ensino de óptica geométrica, associado aspectos como o enigma da luz, cor, avanços científicos e tecnológicos da óptica geométrica, resolução de exercícios de rotina e confronto experimental não de rotina na imagiologia instrumentos ópticos, fisiologia e mecanismos do sentido da visão e como corrigidas pelos defeitos ópticos de lentes tendo em conta o interesse ea criatividade do aluno. Os resultados da pesquisa mostraram a intenção de aprender com o tema da luz, mesmo que a sua abordagem é adotada em diferentes perspectivas, para o funcionamento da visão, seu envolvimento em instrumentos ópticos e conhecimentos prévios em ondas. Além disso, a importância de aprender óptica geométrica associados à tomada de decisão no campo profissional.

Palavras-chave:

Ensinando conteúdo de conhecimento, Óptica Geométrica, Física, Educação

INTRODUCCIÓN

Los desarrollos de Shulman (2005) sobre el conocimiento profesional del profesor posicionan la categoría Pedagogical Content Knowledge –PCK- (Conocimiento Didáctico de Contenido –CDC-) definida como una “... amalgama entre materia y pedagogía que constituye una esfera exclusiva de los maestros, su propia forma especial de comprensión profesional” (p. 11). En este sentido puede afirmarse que no es suficiente tener conocimiento sobre el contenido a la hora de enseñar, dado que este conocimiento lo transforma el profesor para así “...hacer comprensibles los conocimientos físicos a sus estudiantes” (Reyes. 2010, p. 17). En este sentido, Mora, W. & Parga, D. (2008) hacen referencia a la formación del CDC “por la integración de conocimiento–creencias del profesorado relacionado con el conocimiento disciplinar, el conocimiento histórico epistemológico articulado, el conocimiento psicopedagógico y contextual.” (p. 78). Por tanto, en el CDC se ponen en práctica aspectos relacionados con la didáctica, la materia a enseñar, para este caso la física, el contexto, los estudiantes, la experiencia del profesor y su formación, los instrumentos utilizados en la enseñanza, etc.

El propósito de la investigación consistió en determinar las características del CDC de dos profesores de física en lo que respecta a la enseñanza de la Óptica Geométrica

METODOLOGÍA

Desde un enfoque cualitativo principalmente y complementado con aspectos cuantitativos (Coffey, A., & Atkinson, P. 2003), se desarrollaron tres fases: a. **declarativa** relacionada con el diligenciamiento del protocolo Reconstrucción del Contenido –ReCo Loughran, J., Mulhall, P., & Berry, A. (2006); b. **de acción** asociada con los protocolos de observación de clase por parte de los investigadores y, c. **de análisis** de la información mediante Atlas-ti®.

RESULTADOS

Se presentan los resultados de forma diferenciada para cada uno de los casos estudiados. La estrategia analítica utilizada extrapola lo declarado en la ReCo respecto de las grandes ideas para la enseñanza de la óptica geométrica con lo observado en las clases.

Profesor Kevin

Se analizaron cuatro protocolos de observación de clase, permitiendo establecer su CDC en acción (Fig. 1).

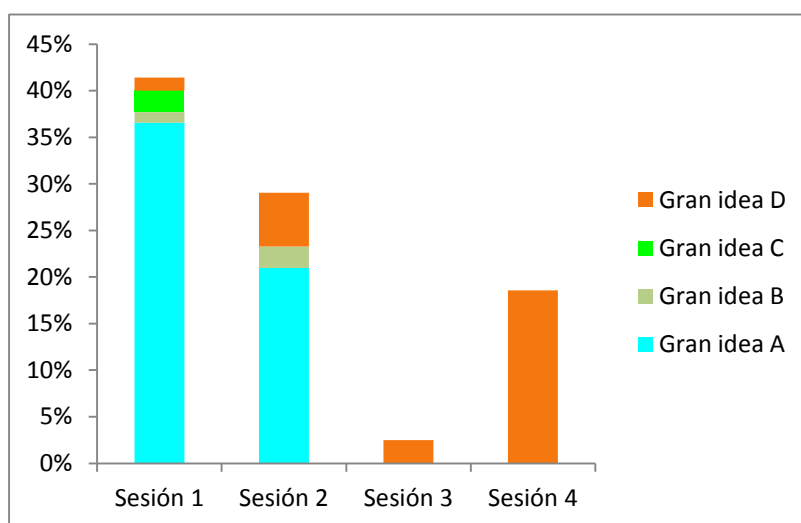


Figura 1. Frecuencia de las grandes ideas del profesor Kevin en cada sesión de clase

Fuente: Los autores.

En general el profesor Kevin da a conocer todas las grandes ideas de la ReCo, no obstante, la gran idea A (asociada con el enigma de la luz y el color) fue la idea que desarrolló en mayor grado en sus clases. En este sentido, Kevin intenta que los estudiantes aprendan las diferentes teorías propuestas en el comportamiento de la luz. Luego, por medio de algunas preguntas planteadas de la ReCo indaga por el

tema del color, donde surgen temas de interés ¿por qué los perros ven en blanco y negro? ¿Por qué algunas personas ven en rojo? ¿De qué depende el color del mar?

Con respecto a la gran idea C de la ReCo, solo es planteada en la sesión 1 relacionada a un “*problema de no rutina*” sobre posibilidad de observar microorganismos a simple vista.

Por otra parte, Kevin les propone a los estudiantes investigar más a fondo cada una de las teorías de la luz y los fenómenos relacionados con cada una de estas, plasmándola por escrito en un friso y socializándolos en grupos, de manera que llevaron a cabo la gran idea A y B, así surgieron inquietudes de los estudiantes sobre la influencia de la luz en el proceso de fermentación. Finalmente, para terminar con el fenómeno de la difracción, Kevin hace una analogía con las ondas del agua, para que los estudiantes tengan una mejor imagen de lo que está ocurriendo con la luz al pasar por la doble rendija.

Otro grupo de estudiantes presenta un experimento utilizando el video de un celular y el rayo de luz de un control de televisor para explicar las aplicaciones ópticas (idea B de la ReCo). Cabe resaltar la iniciativa por parte de los estudiantes al mostrar este experimento sin que el profesor se los pidiera.

Para sintetizar lo aprendido en la sesión uno y con la investigación realizada por los estudiantes, desarrollan en el tablero un mentefacto en el tablero cuyo tema central es la luz. Después, el profesor hace referencia a los campos profesionales asociados con la óptica geométrica. Para culminar con la clase, presenta un video sobre el funcionamiento de la visión y su relación con los lentes, esta intención fue presentada en la gran idea D.

Cabe resaltar que tanto en la sesión 3 y 4, solo se observa la gran idea D, cuando Kevin propone un taller en la caracterización de imágenes en lentes y espejos, y en la realización de un laboratorio en prismas y lentes, ambas guías se encuentran en la plataforma Edmodo® propuesta para el curso de física. De esta manera, los

estudiantes presentan inquietudes en cuanto al trazo de los rayos de luz dependiendo de la posición del objeto en las lentes, prismas y espejos, esto ya fue advertido por el profesor Kevin en la respuesta de la pregunta 5 de la gran idea D de la ReCo cuando indicaba la necesidad de un conocimiento previo de geometría en los estudiantes

No obstante, por falta de tiempo no se pueden resolver todas las dudas, esta dificultad fue mencionada por Kevin en la respuesta de la pregunta 4 de la gran idea D en la ReCo.

Profesora María

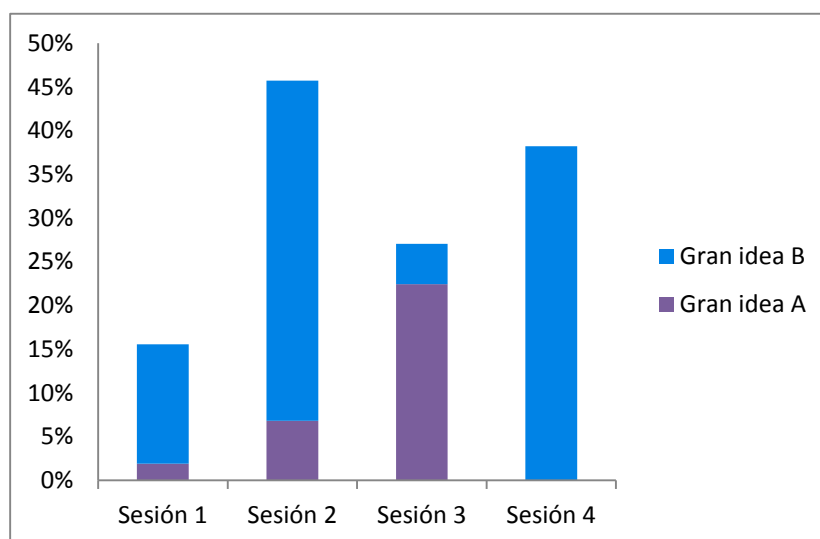


Figura 2. Frecuencia de las grandes ideas de la profesora María en cada sesión de clase.

Fuente: Los autores.

Se realizaron cuatro protocolos de observación de clase, en los cuales la gran idea B de la ReCo relacionada con la confrontación experimental “Concepto de imagen, formación de imágenes, instrumentos ópticos”, es desarrollada por más tiempo.

Una característica que se destaca aquí es el desarrollo experimental en cuanto a la formación de imágenes en espejos planos, espejos esféricos y las lentes. Su CDC es similar en la explicación de estos temas pues la profesora María explica primero en el tablero a través de gráficos la parte teórica con los rayos notables para los tres instrumentos ópticos, luego realiza el experimento propuesto para que los estudiantes en cada grupo observen como lo deben hacer con sus propios materiales. Es de resaltar cuando se plantean el experimento con espejos esféricos, como los estudiantes elaboran con la parte inferior de una lata de gaseosa un elemento que es un espejo esférico, de manera que son materiales de bajo costo para llevar a cabo el experimento propuesto sin dificultad alguna.

Además, cuando plantea ejercicios en la ley de Snell y en la caracterización de imágenes en los espejos y las lentes, la profesora María los desarrolla en el tablero tanto la parte matemática como la parte gráfica indicando que ambas deben coincidir, para esto es necesario realizarse a escala según el ejercicio propuesto, después los estudiantes los realizan individualmente y la profesora María coloca sellos en los cuadernos a medida que los finalizan como una estrategia para comprobar lo aprendido en clase.

Por otro lado, para el tema de la refracción, la profesora María por medio de un recipiente con jabón líquido y su dispensador explica cómo en algunos objetos se puede observar este fenómeno. Asimismo, la profesora María hace una analogía entre el índice de refracción y el coeficiente de fricción pues indican la composición de un material según las condiciones del medio. De esta manera, la interacción con los estudiantes en la explicación del fenómeno de la refracción es de distinguir en este tema, ya que a medida que la profesora María explica el tema, los estudiantes participan en el tablero para poner en práctica lo aprendido.

CONCLUSIONES

El CDC del profesor Kevin se destaca en el uso de herramientas de tecnología e información (TIC) para enseñar temas de difícil comprensión. Kevin propone problemas que denomina “*de no rutina*” plasmados desde el conocimiento físico pero articulados desde el CDC dependiendo de los sujetos y el contexto. También valida el uso de mentefactos como forma de sintetizar la información en la clase. Además, plantea preguntas de interés donde posibilita que sus estudiantes se acerquen a fenómenos cotidianos. Igualmente promueve la realización de talleres y laboratorios en la formación de imágenes en lentes y espejos implicando a sus estudiantes en procesos investigativos, aunque las dificultades presentadas por los estudiantes en el trazo geométrico de los rayos de luz en los instrumentos ópticos, hace necesario mostrar un ejemplo en el tablero para aclarar dudas.

El CDC de la profesora María da importancia a la confrontación entre teoría y experimentación, trazando primero los rayos de luz en los instrumentos ópticos en el tablero con la participación de los estudiantes, posteriormente realizando el laboratorio con instrumentos de bajo costo, y finalmente desarrollando un ejercicio donde debe coincidir la parte matemática con la parte geométrica de los fenómenos de la reflexión y refracción de la luz, de manera que los estudiantes tienen paso a paso la visualización de lo teórico con lo experimental de la óptica geométrica.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Coffey, A., & Atkinson, P. (2003). Encontrar el sentido a los datos cualitativos: estrategias complementarias de investigación. Universidad de Antioquia.

Loughran, J., Mulhall, P., & Berry, A. (2006). Understanding and Developing Science Teachers Pedagogical Content Knowledge. Sense publishers Vol (1), Rotterdam, The Netherlands.

Miles, M., & Huberman, M. (1994). *Qualitative data analysis: An expanded sourcebook*. Sage. Second Edition.

Mora & Parga. El conocimiento didáctico del contenido en química: integración de las tramas de contenido histórico epistemológicas con las tramas de contexto–aprendizaje. *Tecné, Episteme y Didaxis* N.º (24), 54-80

Reyes, J.D. (2010) Tendencias en investigación en el Conocimiento Pedagógico de Contenido de profesores de física en formación inicial. *Revista de enseñanza de la Física*. Vol. 23, N° 1 y 2, pp.7-19.

Shulman, L. (2005). Conocimiento y Enseñanza: Fundamentos de la nueva reforma. Traducción de Alberto Ide. *Revista de currículum y formación del profesorado*, 9 (2), pp. 1 - 30. *Education*, 43(4), 507-526.

DOI: <http://dx.doi.org/10.14483/udistrital.jour.RC.2017.27.a5>

De la interferencia a la difracción: estrategia didáctica para estudiantes de secundaria

Interference to diffraction: teaching strategy for high school students

Interferência de difração: estratégia de ensino para alunos do ensino médio

Diana Marcela Zabala Velandia¹
Freddy Monroy.Ramirez²

Resumen

En este trabajo se presenta el diseño e implementación de una estrategia didáctica para la enseñanza de los fenómenos de interferencia y difracción de la luz, dirigida a estudiantes de secundaria de una institución pública de Bogotá, Colombia. La estrategia desarrollada está compuesta por seis actividades planeadas utilizando la *Metodología de Aprendizaje Activo (MAA)*, cuyo objetivo es promover la construcción de los conceptos a través del desarrollo de prácticas experimentales sencillas con material de bajo costo y fácil consecución local. Esta estrategia permitió mejorar la comprensión de los fenómenos mencionados, lo cual se evidenció al analizar el desempeño de los mismos en las pruebas diagnóstico y final, utilizando como instrumento de medición la ganancia normalizada de Hake, la cual mostró que el 46 % de los estudiantes presentó una ganancia de aprendizaje alta, el 50 % evidenció ganancia media y el 4 % obtuvo una ganancia baja.

Palabras Clave: Estrategia didáctica, aprendizaje activo, interferencia, difracción, ganancia normalizada de Hake.

Abstract

This paper describes the design and implementation of a teaching strategy for teaching the phenomena of light's interference and diffraction, aimed at high school students from

¹ Universidad Nacional de Colombia, Bogotá-Colombia. dmzabalav@unal.edu.co

² Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia, famonroyr@unal.edu.co

	<p>a public institution in Bogotá, Colombia. The strategy developed is composed of six activities using the <i>Active Learning Methodology (ALM)</i>, which aims to promote the construction of concepts through the development of simple experimental practices with low cost material and easy local achievement. This strategy improved the understanding of said phenomena, which was evidenced by analyzing the performance of the same in the diagnosis and final tests, using as a measuring instrument normalized gain Hake, this showed that 46% of students presented a gain of high learning, 50% showed average 4% gain and low gain obtained.</p> <p>Keywords: Teaching strategy, active learning, interference, diffraction, Hake's normalized gain.</p> <p>Resumo Este artigo descreve a concepção e implementação de uma estratégia de ensino para ensinar os fenômenos de interferência e difração da luz, destinados a estudantes do ensino médio de uma instituição pública em Bogotá, Colômbia é apresentado. A estratégia desenvolvida é composta por seis atividades planejadas utilizando a <i>metodologia de aprendizado ativo (MAA)</i>, que visa promover a construção de conceitos através do desenvolvimento de práticas experimentais simples com material de baixo custo e de fácil realização local. Esta estratégia melhoraram a compreensão dos referidos fenômenos, o que foi evidenciado pela análise do desempenho dos mesmos nos testes de diagnóstico e final, utilizando-se como um instrumento de medição ganho normalizado Hake, esta mostrou que 46% dos estudantes apresentado um ganho de alta aprendizagem, 50% apresentaram ganho médio de 4% e baixo ganho obtido.</p> <p>Palavras-chave: Estratégia de ensino, aprendizagem activa, interferencia, difração, ganho normalizado de Hake.</p>
--	--

INTRODUCCIÓN

En la educación tradicional el docente y los libros de texto son los poseedores del conocimiento y el estudiante simplemente recibe las teorías científicas previamente establecidas, las cuales son llevadas al aula como verdades absolutas, siendo el experimento una herramienta de verificación de las mismas (Lakhdar, 2006). El

poco tiempo con el cual se cuenta para abordar los conceptos asociados a la óptica ondulatoria es una de las mayores dificultades, así lo manifestaron algunos docentes de física de diferentes instituciones educativas de la ciudad de Bogotá, Colombia, cuando se indagó sobre la metodología usada para la enseñanza de la óptica. Estas problemáticas de la enseñanza de la óptica ondulatoria, han generado una actitud evasiva por parte de los estudiantes frente al estudio de las ciencias naturales y a su vez un bajo rendimiento académico en las actividades de aula y pruebas estandarizadas.

Esta situación, generó la necesidad de plantear una estrategia didáctica que facilitara el proceso de enseñanza y aprendizaje de los fenómenos de interferencia y difracción de la luz. Dicha estrategia se diseñó con base en la *Metodología de Aprendizaje Activo (MAA)*, ya que esta promueve la construcción del conocimiento a través de prácticas de laboratorio sencillas y de la confrontación de las ideas de los estudiantes con los resultados obtenidos en las prácticas (Lakhdar, 2006).

Objetivos

General: Diseñar una estrategia didáctica utilizando prácticas experimentales que permitan a los estudiantes de grado undécimo, la comprensión fenomenológica del concepto de difracción de la luz a partir del concepto de interferencia.

Específicos:

1. Diseñar, con materiales de fácil adquisición, prácticas experimentales encaminadas a que los estudiantes identifiquen las características de las ondas mecánicas, describan los fenómenos ondulatorios, reconozcan los fenómenos de interferencia y difracción de la luz y evidencien la aplicación científica y tecnológica de dichos fenómenos.
2. Aplicar con los estudiantes de grado undécimo, todas las prácticas experimentales diseñadas, haciendo uso de la *MAA*.

3. Validar la eficiencia de la estrategia implementada a través de la cuantificación de los resultados de las pruebas de entrada y salida usando la ganancia normalizada de Hake.

MARCO TEÓRICO

El comportamiento ondulatorio de la luz es aceptado y formalizado a partir del trabajo de Thomas Young, quien en 1801 encuentra experimentalmente las condiciones que lo ocasionan. A partir de este trabajo y del realizado por Christian Huygens se logra explicar los fenómenos de interferencia y difracción de la luz (Tippens, 2009).

Sobre la interferencia

Para analizar la interferencia de la luz, tomaremos una de las prácticas desarrolladas en la estrategia planteada, la cual es similar a la realizada por Thomas Young. Se iluminó con un apuntador láser verde ($\lambda = 532 \text{ nm}$) un par de agujeros circulares de $0,1 \pm 0,01 \text{ mm}$ de diámetro, cuya distancia entre sus centros es de $0,2 \pm 0,01 \text{ mm}$. En una pantalla ubicada a 2 m de la lámina que contenía los agujeros, se obtuvo el patrón mostrado en la figura 1.

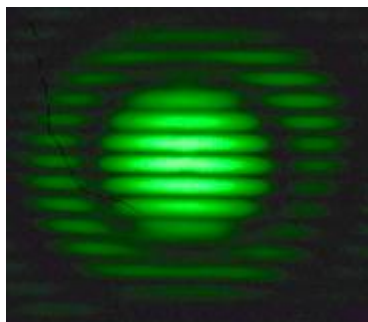


Figura 1. Patrón de interferencia obtenido al iluminar un par de rendijas circulares (fotografía de laboratorio). Fuente: Los autores.

En este patrón se observa un círculo central brillante, compuesto por franjas de igual intensidad luminosa y a su alrededor un anillo de menor intensidad luminosa. Las franjas horizontales del círculo central son características de un patrón de interferencia y los anillos son corresponden a un patrón de difracción.

El apuntador láser es la fuente primaria de luz, cuando ésta incide sobre agujeros o rendijas muy juntas y de dimensiones cercanas a la longitud de onda de la luz utilizada, estos agujeros se convierten en fuentes secundarias de luz, en otras palabras se obtienen dos fuentes de ondas electromagnéticas, según el principio de Huygens (Hecht, 2000). Las franjas brillantes de este patrón dan cuenta de la interferencia constructiva, es decir que en ese punto de la pantalla hubo una coincidencia entre las crestas o entre los valles de las ondas luminosas emitidas desde los dos agujeros, o sea que las ondas salen de los agujeros y llegan a la pantalla en fase. Las franjas oscuras corresponden a interferencia destructiva, ya que en el punto de la pantalla donde se ubican estas franjas hubo una coincidencia entre las crestas de las ondas emitidas por un agujero y los valles de las ondas emitidas desde el otro agujero, debido a un desfase de media longitud de onda entre las ondas incidentes, como se puede observar en la figura 2.

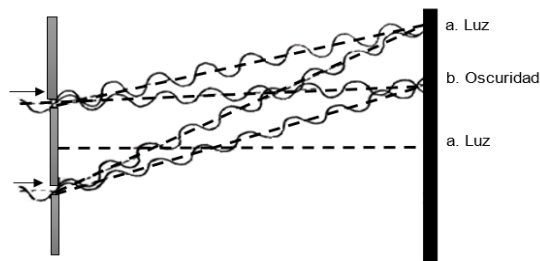


Figura 2. Representación de la formación de las franjas claras y oscuras de un patrón de interferencia.

Fuente: <http://www.librosmaravillosos.com/biografiadelafisica/imagenes/019.jpg>
(fecha: 29 de marzo del 2016)

De la interferencia a la difracción

En la figura 3 se muestra una secuencia donde se puede observar el cambio en el patrón de interferencia cuando se disminuye la separación entre los agujeros, sin modificar su tamaño, ni la distancia a la pantalla.

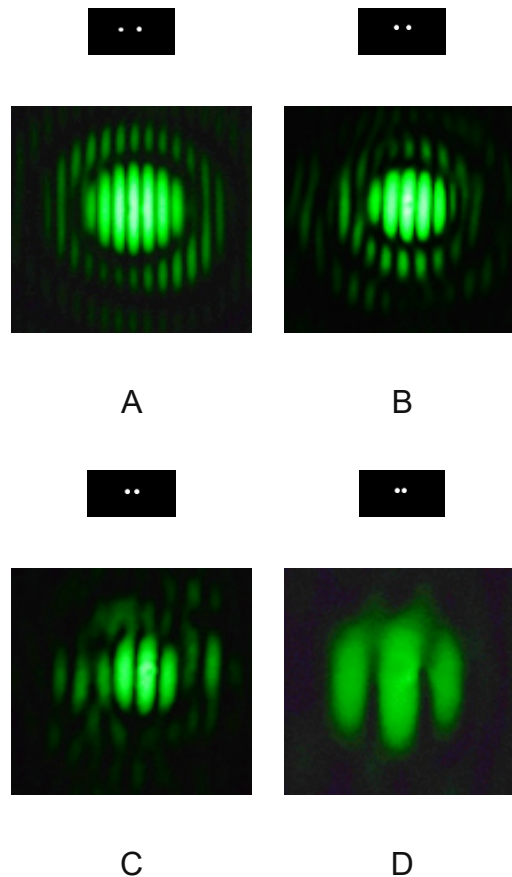


Figura 3. Variación de la separación de las franjas del patrón de interferencia debido a la reducción de la separación entre las rendijas circulares (fotografías de laboratorio). Fuente: Los autores.

Entre más próximos entre sí estén los agujeros, menor es la frecuencia de las franjas de interferencia; es de notar que en todos los casos hay una franja brillante en el centro del patrón. Si se acercan mucho más los agujeros, entonces se observará un patrón de difracción como el de la figura 4. De esta manera se puede concluir que

en el límite, la difracción es realmente una forma particular de interferencia, donde su diferencia radica en que el patrón de interferencia es generado por la luz que atraviesa los dos agujeros y el de difracción por la interacción de la luz con los bordes de los mismos, siendo esto la causa de la diferencia en la intensidad luminosa de las franjas características de estos patrones. Resumiendo: los máximos en un patrón de interferencia muestran todos iguales anchos e igual intensidad, mientras que en la difracción los máximos disminuyen de ancho e intensidad a medida que se van alejando del centro y se puede afirmar que la difracción es el producto de infinitas interferencias.

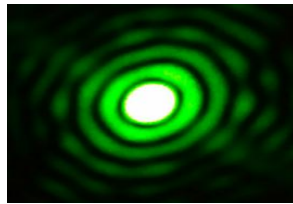


Figura 4. Patrón de difracción generado al iluminar una rendija circular (fotografía de laboratorio). Fuente: Los autores

Sobre la difracción

El fenómeno de difracción ocurre cuando el frente de onda de la luz se deforma, por ejemplo, cuando interactúa con algún obstáculo, ya sea un agujero o un borde muy fino, en este caso el círculo central brillante se genera por la luz que atraviesa el agujero y los anillos a su alrededor son generados por las ondas de luz que inciden sobre el borde de la rendija circular. Retomando el principio de Huygens, cuando una fuente primaria de luz incide sobre un borde muy fino, cada punto de este se convierte en una nueva fuente de ondas secundarias, de tal manera que el patrón obtenido en la pantalla se genera debido a la interferencia constructiva y destructiva entre las ondas emitidas desde cada punto del borde de la rendija, por lo tanto nuevamente se puede afirmar que la difracción es una forma particular de interferencia.

METODOLOGÍA

La ruta conceptual planteada a través de la estrategia diseñada, buscó conducir a los estudiantes desde el concepto de onda mecánica hasta la comprensión de los fenómenos de interferencia y difracción de la luz, como se muestra en la estructura general de la estrategia didáctica en la figura 5.

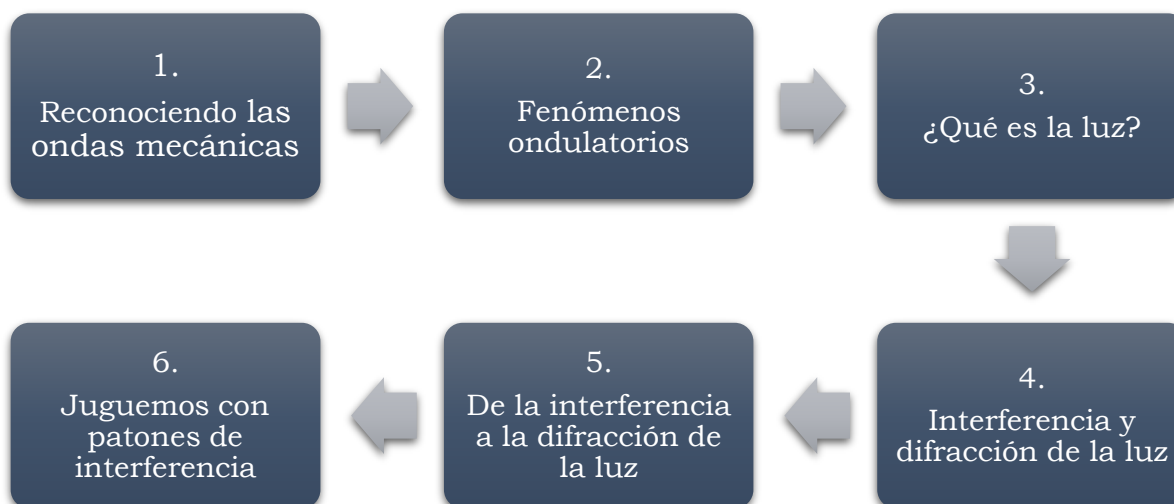


Figura 5. Esquema general de la estrategia diseñada. Fuente: Los autores.

Las actividades de la uno a la cuatro, se desarrollaron utilizando prácticas sencillas donde se generaron ondas en diferentes medios, con el fin de fortalecer la comprensión de los conceptos asociados a las ondas mecánicas y electromagnéticas, identificando sus características y los fenómenos de reflexión, refracción, interferencia y difracción, para ello se usó la cubeta de ondas, apuntadores láser y rendijas. Con esto se logró reconocer el comportamiento ondulatorio de la luz (figura 6) y establecer la diferencia en las intensidades luminosas de las franjas características de los patrones de interferencia y difracción.

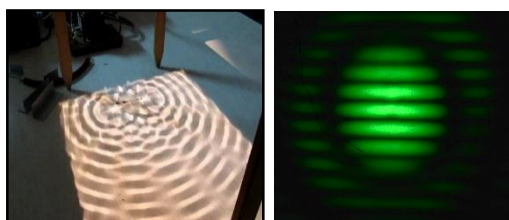


Figura 6. Comparación entre la interferencia de ondas mecánicas con la interferencia de ondas luminosas. Fuente: Los autores.

La actividad cinco se diseñó con el ánimo de lograr que los estudiantes comprendieran que la difracción es realmente una forma particular interferencia, disminuyendo la separación entre agujeros como se describió en el marco teórico.

La actividad final permitió ver algunas aplicaciones de los fenómenos de interferencia y difracción en diferentes contextos. En ella se realizaron animaciones, se mostró el efecto Moiré y algunas características de la metrología utilizando patrones de interferencia realizados en acetato.

Todas las actividades fueron estructuradas y aplicadas siguiendo la *MAA* (Lakhdar, 2006), la cual promueve la construcción de conocimiento a través de un proceso investigativo orientado por el docente. Cada actividad inició con una pregunta planteada a través de una práctica sencilla, posteriormente los estudiantes plantearon sus hipótesis en torno a esta, luego las discutieron con sus pares. Finalmente se realizó la práctica y se concluyó la actividad induciendo a los estudiantes a estructurar una explicación a lo observado teniendo en cuenta sus conocimientos previos y los construidos en las actividades anteriores.

RESULTADOS

La estrategia fue aplicada a un grupo de estudiantes de grado undécimo del Colegio Rafael Uribe Uribe IED, ubicado en la localidad 19 de la ciudad de Bogotá, Colombia. Para validar la estrategia, se aplicó una prueba diagnóstico, compuesta

por 15 preguntas, con la cual se pretendía determinar el nivel de comprensión de los estudiantes en torno a los conceptos básicos de las ondas mecánicas y los fenómenos de interferencia y difracción de la luz. Luego de aplicar las seis actividades, se aplicó una prueba final compuesta por las mismas 15 preguntas de la prueba diagnóstico más 5 preguntas de profundización. En la figura 7 se comparó el porcentaje de estudiantes que respondieron correctamente las preguntas de la prueba diagnóstico (%**ERCD**) con el porcentaje de estudiantes que respondieron correctamente las preguntas de la prueba final (%**ERCF**).

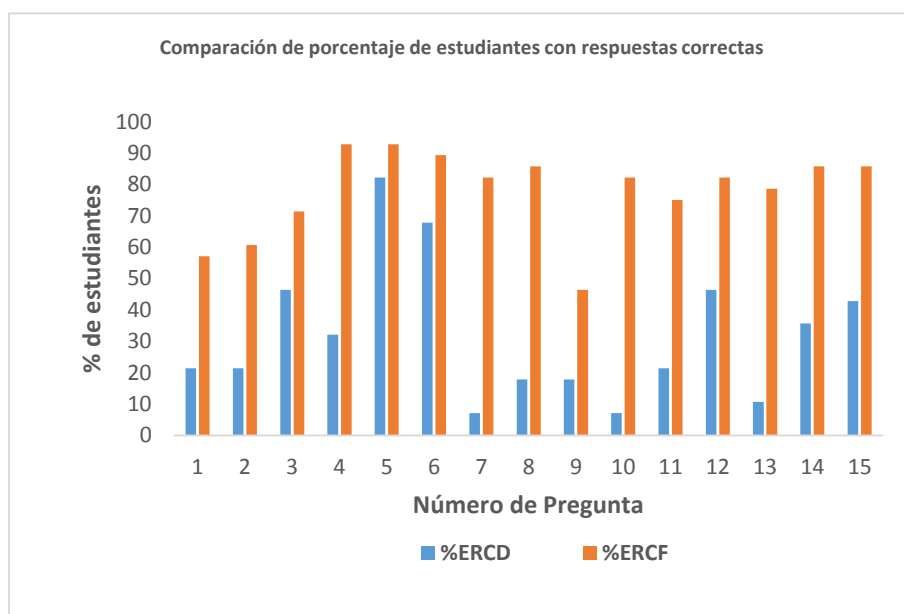


Figura 7. Comparación de los resultados obtenidos en las pruebas diagnóstico y final. Fuente: Los autores.

Aunque los estudiantes mejoraron su desempeño en todas las preguntas, el mayor avance se logró en las preguntas de la 7 a la 15, en las cuales se indagó sobre los fenómenos de interferencia y difracción de la luz y la relación entre estos. Así mismo, se puede observar que en las preguntas de la 1 a la 6 también hubo una mejoría significativa; estas se formularon con el ánimo de evidenciar la comprensión de los conceptos básicos de las ondas mecánicas.

Los resultados obtenidos también analizaron haciendo uso de la ganancia normalizada de Hake (Hake, 1998), la cual permite establecer la ganancia de aprendizaje obtenida por cada estudiante luego de la aplicación de una secuencia didáctica. Esta ganancia se calcula a través de la siguiente expresión:

$$\langle g \rangle = \frac{\langle \%RCF \rangle - \langle \%RCD \rangle}{100 - \langle \%RCD \rangle}$$

Donde **%RCF** es el porcentaje de respuestas correctas dadas por un estudiante en la prueba final y **%RCD** corresponde al porcentaje de preguntas correctas contestadas por el mismo estudiante. La ganancia normalizada de Hake ($\langle g \rangle$) permite categorizar los datos obtenidos en tres zonas de la siguiente manera: baja, si $\langle g \rangle$ está entre 0,0 y 0,3; media, si $\langle g \rangle$ está entre 0,3 y 0,7 y alta si $\langle g \rangle$ está entre 0,7 y 1,0. Al calcular la ganancia de aprendizaje en cada estudiante se obtuvo que el 4% evidenció ganancia de aprendizaje baja, el 50% ganancia media y el 46% ganancia alta.

CONCLUSIONES

A través de la aplicación de la estrategia planteada se logró determinar que el uso de la *MAA* facilita los procesos de enseñanza y aprendizaje de los conceptos, ya que promueve la construcción de los mismos partiendo de un problema inicial planteado a partir de una práctica experimental, el cual es abordado por estudiantes como un proceso de investigación.

Aunque en la estrategia realizada no se abordó en detalle la formalización matemática, se aplicaron algunas actividades que aproximaron a los estudiantes a este proceso, en ellas se pudo observar que los estudiantes relacionaron con mayor facilidad los resultados de las prácticas realizadas con su descripción matemática.

Al calcular el promedio de la ganancia de aprendizaje de los estudiantes se obtuvo $\langle \bar{g} \rangle = 0,63$. Esto indica que la estrategia aplicada presentó una eficiencia del 63%.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Hake, R. (1998). "Interactive – engagement versus traditional methods: A six – thousand – student survey of mechanics test data for introductory physics courses". American Journal of Physics. Vol 66 (1), 64 – 74.

Hecht, E. (2000). "Óptica". Addison Wesley Iberoamericana S.A. Madrid.

Lakhdar, Z. et al (2006). "Aprendizaje activo de óptica y fotónica. Manual de entrenamiento". Unesco.

(MEN) Ministerio de educación nacional. (2004). "Estándares básicos de competencias en ciencias naturales y ciencias sociales: Formar en ciencias ¡el desafío!". Colombia.

Osuna, G. et al. (2007). "Planificando la enseñanza problematizada: el ejemplo de la óptica geométrica en educación secundaria". Enseñanza de las ciencias 25(2), 277-294, Alicante.

Serway, R., Faughn, (2001). "Física 5° edición". Pearson Education. México.

Tippens, P. (2009). "Física II. Conceptos y aplicaciones". McGraw-Hill Interamericana. Bogotá, Colombia.

DOI: <http://dx.doi.org/10.14483/udistrital.jour.RC.2017.27.a6>

La fotosíntesis: una mirada a nivel molecular

The photosynthesis: a look at the molecular level

A fotossíntese: um olhar sobre o nível molecular

Mariana Ximena Barbosa Vega¹
Mauricio Rozo Clavijo²

Resumen

La fotosíntesis, como proceso vital, debe comprenderse alrededor de tres ejes: físico, químico y biológico. La concepción de este fenómeno desde un enfoque interdisciplinar es necesaria y trascendental. No solo permite abordar el tema con mayor rigor, profundidad y propiedad en torno a las relaciones entre los factores bióticos (moléculas de clorofila) y los abióticos (radiación electromagnética), sino elaborar reflexiones de carácter más humano, donde se interpele acerca de nuestro papel como causantes de un creciente cambio en las condiciones del medio en el cual se realiza este proceso. Quizá un análisis desde esta perspectiva, nos conlleve a tomar conciencia de la manipulación de la naturaleza y de las condiciones de equilibrio necesarias para la vida en la tierra.

Palabras Clave: Fotosíntesis, Moléculas, Radiación electromagnética, Fotones, Manipulación de la naturaleza.

Abstract

Photosynthesis as a vital process, it should be understood around three axes: physical, chemical and biological. The conception of this phenomenon from an interdisciplinary approach is necessary and transcendental. Not only can address the issue more rigor, depth and property around the

¹ Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá-Colombia. dfi_mxbarbosav890@pedagogica.edu.co

² Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá-Colombia. mclavijo@pedagogica.edu.co

	<p>relationships between biotic factors (chlorophyll molecules) and abiotic (electromagnetic radiation), but produce reflections of more human character, where he challenged him on about our role as causing a growing change in the environmental conditions in which this is done. Perhaps an analysis from this perspective, lead us to become aware of the manipulation of nature and the equilibrium conditions necessary for life on earth.</p> <p>Keywords: Photosynthesis, molecules, electromagnetic radiation, photon, manipulation of the nature.</p> <p>Resumo A fotossíntese como um processo essencial, deve entender-se em torno de três eixos: física, química e biológica. A concepção desse fenômeno a partir de uma abordagem interdisciplinar é necessária e transcendental. Não só pode abordar a questão mais rigor, profundidade e propriedade em torno das relações entre os fatores bióticos (moléculas de clorofila) e abióticos (radiação eletromagnética), mas produzem reflexões de caráter mais humano, onde ele desafiou-o em papel como causando uma mudança cada vez maior nas condições ambientais em que isto é feito. Talvez umas análises a partir dessa perspectiva levem-nos a tomar consciência da manipulação da natureza e as condições de equilíbrio necessárias para a vida na terra.</p> <p>Palavras-chave: Fotossíntese, moléculas, radiação eletromagnética, fótons, manipulação da natureza.</p>
--	--

INTRODUCCIÓN

La crisis global actual es evidente; inundaciones y sequías, hambrunas y obesidad, pandemias que diezman la población en números considerables, guerras devastadoras, especies en vía de extinción (y extintas), aumento de la población en cantidades desbordantes generando un crecimiento de la pobreza a niveles nunca antes vistos, excesivo consumo y explotación de recursos naturales a causa de la industrialización, un antropocentrismo desmesurado y el evidente calentamiento del globo terrestre que amenaza con la extinción de la raza humana, en palabras de Gilberto Cely Galindo: “La crisis ambiental, ocasionada por el hombre, amenaza de

muerte tanto al planeta como a la misma especie humana, que pasa de victimaria a víctima por su mala conducta” (Galindo, G. 2008, p.4).

Nuestra existencia depende de un delicado equilibrio que ha subsistido durante millones de años. Pareciera ser que la línea entre el equilibrio y el caos está a punto de volverse invisible y aquel equilibrio del cual depende nuestra existencia se está rompiendo de una manera abrupta. La biosfera, capa de la tierra que alberga a los organismos vivos, es afectada por nuestras formas de vida. Esta parte orgánica de nuestro planeta, junto con su soporte abiótico, subsiste en unas condiciones muy específicas. Las plantas realizan todos sus procesos biológicos necesarios que permiten generar las condiciones para la vida de los demás organismos del planeta. ¿Qué sucedería si alguna de las condiciones fuera afectada en lo más mínimo? ¿Se podría generar un cambio en el equilibrio que mantiene la vida en la tierra? ¿Cómo es el proceso de absorción de la luz (fotón) que llega a la célula vegetal y cómo esta responde? ¿Cómo se transmite la energía absorbida por la célula y a la vez por el sistema molecular de la planta?

Estas son algunas preguntas que surgen cuando se quiere indagar sobre el proceso físico, químico y biológico que se da en el fenómeno fotosintético, ya que un cambio en la radiación electromagnética podría afectar a las moléculas de las plantas y producir una reacción contraria a la observada.

La fotosíntesis es un proceso biológico que constituye la forma de alimentación del reino vegetal. Sintetizar es juntar o unir cosas y en este proceso biológico es indispensable la luz. Aunque sea un proceso biológico, la interacción con la luz como componente abiótico, hace necesaria una explicación a nivel físico. Es gracias a la luz que se desencadenan ciertos procesos químicos y se observan efectos biológicos. En el presente trabajo se pretende describir en detalle la fotosíntesis a nivel molecular desde una concepción física, química y biológica, con la luz como factor necesario e imprescindible. Por lo tanto, se realizará la descripción del proceso de la fotosíntesis en torno a algunas concepciones imperantes en la física:

la luz entendida como un cuanto de energía o "fotón", pues el efecto cuántico es indispensable para hacer una descripción del fenómeno.

El proceso de la fotosíntesis es incondicional para nuestra existencia. Una mirada molecular a este proceso podría acercarnos a la comprensión de ciertas condiciones para realizar este proceso y como es afectado por un cambio mínimo de ellas.

La Fotosíntesis

La Fotosíntesis, es un fenómeno fisiológico en el que un orgánulo de la célula vegetal absorbe un fotón y promueve un electrón a un estado de excitación. Las moléculas excitadas transfieren la energía a sus vecinas desencadenándose una serie de eventos químicos cuyo fin es el de formar el enlace químico que la almacena. En otras palabras, la energía absorbida por la célula se transfiere a un centro de reacción donde se inicia la química de la vida.

Los materiales empleados en estas reacciones son el anhídrido carbónico de la atmósfera, el agua y los minerales del suelo. Este fenómeno fisiológico, es ciertamente el más importante de todos los que se desarrollan en la biosfera. La supresión de la fotosíntesis de una región del globo (por el empleo masivo de agentes químicos tóxicos para la vegetación, por ejemplo) provoca una perturbación local del equilibrio de la biosfera tan profundo, que la región se transforma inevitablemente en desierto.

El análisis del fenómeno a nivel cuántico, permite dar cuenta de las reacciones que se llevan a cabo en un sistema denominado cloroplasto. Finalmente interesa indicar que el complejo fotosintético es el "cable" por el que se transmite la energía hacia el centro reactivo, es decir, a la formación del enlace químico.

Por otro lado, en la fotosíntesis se enfatiza un doble aspecto del proceso; uno correspondiente a la toma de energía por la planta verde y el otro a la toma de CO₂

exterior. Ello lleva a dividir las reacciones metabólicas de la fotosíntesis, a nivel celular, en dos grandes grupos:

a) Las reacciones luminosas, correspondiendo a la fase inicial de aprovisionamiento energético a expensas de la luz solar que en general obedecen a tres leyes fundamentales formuladas por Einstein: 1. Sólo las radiaciones luminosas absorbidas pueden dar lugar a reacciones fotoquímicas. 2. En toda reacción fotoquímica, el proceso primario es la absorción de un cuanto de energía luminosa (fotón) por una molécula activa. 3. Todos los fotones absorbidos por un conjunto de moléculas excitables no hacen que todas las moléculas intervengan uniformemente en el proceso fotoquímico.

b) Las reacciones oscuras no son independientes de las reacciones luminosas, ya que corresponden esencialmente a la absorción de CO₂ y a la incorporación del carbono en los productos de la fotosíntesis.

Por otro lado, comprender la naturaleza de la luz es fundamental para la explicación del fenómeno de la fotosíntesis, ya que es necesario entender las propiedades que transporta: energía y momento (Valea Á, 1998).

La interacción de la radiación electromagnética con la materia puede ser de dos tipos: interacción con electrones ligados (átomos y moléculas) e interacción con electrones libres, conocido como efecto Compton. La que concierne para este caso es la primera interacción. El resultado de la absorción de energía, por parte de los átomos o moléculas es, en primera instancia, la formación de un estado excitado (que equivale simplemente a decir un estado con elevada energía). Este estado excitado es inestable, y por tanto, tiende a perder el exceso de energía de diversas formas (procesos fotofísicos y fotoquímicos). Estas formas incluyen desde la simple re-emisión en forma de radiación di-polar eléctrica, debido a que los electrones actúan como dipolos que oscilan forzosamente y los átomos re-emiten la energía, hasta completar una reacción química.

Interacción Fotón-Molécula

La fotosíntesis es un proceso vital en nuestro planeta. Las condiciones que permiten la vida, únicas en todo nuestro sistema solar, dependen de este proceso debido a que la fotosíntesis pone a las plantas al inicio de toda red trófica: su manera de alimentarse por medio de la luz ayuda a la subsistencia del resto de las especies, herbívoras en su gran mayoría (Natalia, 2014); así mismo, ayuda a la subsistencia de todos los seres que dependen de la producción de oxígeno y regula los niveles de dióxido de carbono en nuestra atmósfera.

Asociamos este concepto a un proceso netamente biológico; lo describimos por medio de las condiciones orgánicas del medio, tales como la morfología de las plantas o las redes tróficas. Sin embargo, este proceso se lleva a cabo gracias a una serie de condiciones abióticas que deben describirse como procesos físicos. Estas condiciones son la necesidad de luz, entendida como onda electromagnética y fotón, el comportamiento de las moléculas y la interacción entre estos dos factores. La importancia de la descripción de este fenómeno radica en la conexión existente entre los parámetros físicos, químicos y biológicos de la naturaleza. Para entender la fotosíntesis es necesario tener en cuenta estos aspectos. Además, la descripción del proceso fotosintético implica comprender la naturaleza dual de la luz. Disciplinalmente tiene grandes aportes: descripción de la interacción de la radiación-materia, específicamente la vegetal; comprensión del mundo de una manera más global, relacionando los aspectos físicos, químicos y biológicos; descripción de los fenómenos a nivel microscópico por medio de los efectos sobre las estructuras macroscópicas, descripción de los fenómenos del entorno alrededor de las teorías físicas que imperan en esta ciencia y comprensión de la ínter conexión de toda la naturaleza como una sola estructura viviente (Feynman Richard P., 1963).

El ser humano y la naturaleza

El fenómeno que aquí se intenta describir hace parte de la realidad que constantemente tratamos de comprender. No es un evento ajeno a ninguna persona pues la mayoría tiene conciencia de la importancia del mismo. Sin embargo, muchos asumimos el entendimiento de estos procesos, como, por ejemplo, que se libera oxígeno y se toma dióxido de carbono, aunque nunca lo hayamos visto o tratado de explicarlo de una manera consistente. También muchos asumimos que para la realización de este proceso es ineludible la necesidad de luz, pero no es usual preguntarse cuál es la naturaleza de la luz. Este tipo de premisas, que para algunos son verdades irrefutables, demandan una comprensión del mundo más allá de la que podemos construir a partir de nuestros sentidos. “Un átomo es un cuerpo que no se puede dividir en dos. Una molécula es la parte más pequeña posible de una sustancia dada. Nadie ha visto nunca o manejado molécula alguna. Por consiguiente, la ciencia molecular es una de esas ramas del saber que se ocupa de cosas invisibles e imperceptibles para nuestros sentidos, y que no pueden ser sometidas a experimentación directa.

La mente humana se ha quedado perpleja ante muchas cuestiones difíciles. ¿Es el espacio infinito, y si lo es, en qué sentido? ¿Es el mundo material infinito en extensión, y están todos los lugares de esta extensión llenos por igual de materia? ¿Existen los átomos, o es la materia infinitamente divisible?” (Maxwell, 1873). Esta comprensión requiere de un imaginario muy abstracto y organizado. La construcción de este tipo de explicaciones, que, sin duda, son idealizaciones del mundo en que vivimos, ha sido la base de las teorías físicas. Esto contribuye a los procesos de formalización por medio de la construcción de fenomenologías.

Nuestras costumbres y formas de vida amenazan nuestra propia existencia. La supervivencia de la raza humana (y de todas las especies) está al borde del colapso. El asunto de la supervivencia que creíamos resuelto, nuevamente nos ocasiona intrincados problemas. Tal vez ya no es primordial la búsqueda de comida, techo o

protección para prolongar nuestra existencia, pero hoy nuestra supervivencia corre peligro. El ser humano ha sido capaz de manipular la naturaleza para ponerla a su servicio afectándola de una manera tal, que ha acelerado su propia evolución cambiando su entorno radicalmente. Quizá con la descripción de este proceso, dando relevancia a la importancia de la luz, se puedan construir reflexiones interesantes alrededor de la crisis ambiental que protagonizamos actualmente.

PERSPECTIVAS

El desarrollo del trabajo se realizará a partir de una perspectiva fenomenológica, teniendo en cuenta que el fenómeno es lo que aparece frente a una conciencia. “Las descripciones e interpretaciones que demandan la comprensión de un fenómeno exigen la organización de una serie de experiencias y observaciones organizadas” (Malagón S, 2013.). El fenómeno se presenta tal como es y el proceso de observación se convierte en un conjunto organizado de cualidades. El sujeto, en el transcurso de la observación va transformando sus explicaciones a medida que se producen nuevas organizaciones. El motivo de hacer un experimento es crear un campo de fenomenologías para producir esquemas teóricos que permiten hacer generalizaciones; a esto se le conoce como formalización. Esto hace parte de una construcción más profunda de conceptos y de ideas que se relacionan con aspectos o variables que si se pueden apreciar. Es por tal razón, que en la investigación el realizar experimentos es indispensable para la formalización de ciertos conceptos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Feynman Richard P., L. R. (1963). *The Feynman lectures on physics, mainly mechanics, radiations and heat*. Addison - Wesley publishing company.

Galindo, C. (2008). Una Mirada Bioética del proceso de globalización. *Revista Latinoamericana de Bioética*, 14-21.

- Malagón S, S. O. (2013.). La actividad experimental: construcción de fenomenologías y procesos de formalización. *Praxis Filosófica nueva serie.*, Vol. 1(36), 119 - 138.
- Maxwell, J. C. (1873). *Moléculas*. Inglaterra: Philosophical Magazine.
- Mazliak, P. (1976). *Fisiología vegetal, nutrición y metabolismo.* . Barcelona.: Edición omega, S.A.
- Natalia, O. F. (2014). *Fotosíntesis*. Hidalgo: Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. .
- Valea Á, A. G. (1998). *Radiación infrarroja y ultravioleta-tecnología y aplicaciones*. Madrid: McGRAW- HILL.

DOI: <http://dx.doi.org/10.14483/udistrital.jour.RC.2017.27.a7>

Aproximaciones al concepto de energía: implicaciones para su enseñanza

Approaches to the concept of energy: implications for teaching

Abordagens para o conceito de energia: implicações para o ensino

Lina Fernanda Prieto Rivera ¹

Resumen

El presente documento tiene como propósito mostrar al lector algunos aspectos relacionados con la dificultad que representa para los estudiantes de grado once aproximarse al concepto de energía. En este sentido se busca que, por medio del eje de investigación, aportes contemporáneos de la pedagogía y la didáctica al proceso de enseñanza-aprendizaje de la física, los estudiantes construyan sus propias conceptualizaciones sobre lo que es la energía. A través de observaciones realizadas durante la práctica pedagógica en una Institución Educativa de la ciudad de Bogotá, durante un periodo académico se logró precisar las explicaciones iniciales que plantean los estudiantes frente al concepto, la transversalidad del mismo, el tratamiento que recibe en los libros de texto y la forma en la que se enuncia en los estándares curriculares; dichos análisis permitieron concluir que se precisa abordar el concepto desde situaciones vinculadas a la vida del estudiante.

Palabras Clave: Energía, transformación, movimiento, calor, enseñanza.

¹ Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá, Colombia. Contacto: dfi_lprieto985@pedagogica.edu.co

	<p>Abstract</p> <p>This document is intended to show the reader some aspects related to the difficulty for eleventh grade students approach the concept of energy. In this sense it is intended that through research axis, contemporary contributions of pedagogy and teaching the process of teaching and learning physics, students build their own conceptualizations about what is energy. Through observations during the pedagogical practice in an educational institution in the city of Bogota, during an academic period was achieved clarify the initial explanations posed by students to the concept, mainstreaming thereof, the treatment it receives in books text and the way stated in the curriculum standards; these analyzes led to the conclusion that accurate approach the concept from situations related to the student's life.</p> <p>Keywords: Energy, transformation, movement, heat, teaching.</p> <p>Resumo</p> <p>Este documento destina-se a mostrar ao leitor alguns aspectos relacionados com a dificuldade para alunos do décimo primeiro abordar o conceito de energia. Neste sentido, pretende-se que através do eixo de investigação, as contribuições contemporâneas da pedagogia e ensinar o processo de ensino e aprendizagem da física, os alunos construir suas próprias concepções sobre o que é a energia. Através de observações durante a prática pedagógica em uma instituição educacional na cidade de Bogotá, durante um período lectivo foi conseguido esclarecer as explicações iniciais colocadas por estudantes ao conceito de mainstreaming, da mesma, o tratamento que recebe em livros texto e o caminho indicado nos padrões curriculares; estas análises levaram à conclusão de que a abordagem precisa o conceito de situações relacionadas com a vida do estudante.</p> <p>Palabras-chave: Energia, transformação, movimento, calor, ensino.</p>
--	--

INTRODUCCIÓN

Los desarrollos matemáticos y disciplinares le han permitido a la física mostrar la energía expresada en términos numéricos y asociada con sus manifestaciones, pero el concepto en sí, en algunos momentos puede ser confuso, pues a simple

vista los cambios que experimenta pareciese no tener una causa evidente, por lo tanto, el presente trabajo pretende resaltar las implicaciones de abordar este concepto en el aula con estudiantes de distintos grados escolares.

De hecho algunas palabras que los estudiantes asocian a la energía son movimiento, calor, fuerza y trabajo estas relaciones son las que se encuentran generalmente en textos educativos que toman los maestros como fundamento en sus clases de física, es así que el documento propone tres aspectos a analizar en lo concerniente a la enseñanza del concepto de energía junto con unas aproximaciones al mismo, estos aspectos centran su interés en: Conceptualización de la energía sin contemplar un concepto propio, explicar las temáticas que se asocian a la energía en los actuales libros educativos utilizados para la enseñanza y finalmente recordar que hablar de energía reconoce que los estudiantes de grado once relacionen la energía y su entorno.

Hablar de energía como un concepto definido

Durante la práctica pedagógica realizada en la Institución Educativa Morisco IED de Bogotá se hizo evidente que los estudiantes muestran, en términos generales, mucha antipatía e indiferencia frente al estudio de las ciencias naturales. En particular hacia el estudio de la física, lo cual se ratifica en expresiones como: “la física es muy difícil, tiene muchos números”, “no le encuentro relación a la física con las situaciones que pasan en mi casa, y si en algún momento lo relaciono después no sé solucionar problemas que sean de aplicaciones cotidianas” es así como las clases transcurren de manera superficial sin lograr entender el tema que se explica.

Este tipo de expresiones utilizadas por los jóvenes para referirse al estudio de la física, no son una novedad, pues ellos tienen la impresión de que el estudio de la ciencia tiene un grado de dificultad muy alto, lo cual hace que sientan miedo por aproximarse a la misma. Esta percepción es compartida por algunos estudiosos, quienes consideran que las ciencias poseen un alto grado de dificultad en su

enseñanza pues “Comprenderlas requiere poner en marcha procesos cognitivos más complejos que repetir” (Pozo, 1992, pág. 8). Con esta afirmación Pozo rescata que el aprendizaje de algunos conceptos de la ciencia demandaría un esfuerzo cognitivo del sujeto, que supera la experiencia concreta.

De acuerdo con lo anterior, enseñar física nos remite a pensar que no es solo transmitir datos para que sean memorizados, sino que es necesario posibilitar la construcción de comprensiones que le permitan a cada estudiante dar razón de lo que pasa en su vida cotidiana y en la naturaleza. Muchos de los conceptos que se enseñan en la escuela están próximos a la vida de los estudiantes, es más, muchos de ellos se constituyen en elementos para explicar el funcionamiento de artefactos, máquinas y hasta el de su propio cuerpo, uno de ellos es el concepto de *energía*.

Según los estándares curriculares el concepto de energía debe ser enseñado desde los grados inferiores; sin embargo, antes de establecer cuándo debe enseñarse es importante precisar qué implicaciones cognitivas demanda el aprendizaje de este concepto, pues cuando se intenta definirlo resulta complejo y ambiguo encontrar las palabras que le permitan a un individuo expresar una definición al respecto. Si de manera informal se indaga sobre esta definición a un grupo de jóvenes se encuentran respuestas como: “La energía es la emanación medible de un suceso”; “ Ummm... es que no sé, pero sería la capacidad que tiene la materia manifestada en fuerza que sirve para producir trabajo”; “Es una entidad intangible, la cual tiene la capacidad de generar movimiento trabajo y calor” ; “Yo creo que la energía es aquello que permite el movimiento o el funcionamiento” ; “La energía es la forma en la que se expresan una serie de procesos culturales”; “La energía es una esencia que permite realizar cualquier acción” ; “La energía es un fenómeno térmico que permite el movimiento de un cuerpo” ; “Es un fenómeno físico que se manifiesta en luz, calor y movimiento” ; “Es cuando nuestro cuerpo hace una serie de movimientos”; “Pues no sé, creo que es un flujo de calor o corriente que despliega el cuerpo”; “Es como la capacidad y fuerza para actuar ya sea física o mental”; “La

energía es una entidad que no se puede coger (intangibles) y se manifiesta por medio de trabajo, movimiento y calor” Por lo tanto aunque la energía no tiene un concepto definido algunos estudiantes intentan dar explicación a lo que no es observable y que parece desconocido.

Adicionalmente, es un concepto que se relaciona con las diferentes disciplinas de las ciencias. Hace parte de la biología, la química y la física; del documento de Estándares Curriculares del MEN se pueden resaltar algunos ejemplos: identifico situaciones en las que ocurre transferencia de energía térmica en los cambios de estado de algunas sustancias; describo y verifico el efecto de la transferencia de energía térmica en los cambios de estado de algunas sustancias; describo y relaciono los ciclos del agua de algunos elementos y de la energía de los ecosistemas; establezco relaciones entre las diferentes fuerzas que actúan sobre los cuerpos en reposo o en movimiento rectilíneo uniforme y establezco condiciones para conservar la energía mecánica.² Otro ejemplo que ilustra el grado de complejidad del concepto de energía ocurrió cuando ingresé a la clase en la que se abordó dicho concepto. En una clase con estudiantes de grado 11 donde el profesor titular presentó este tema, se observó que los jóvenes expresaban diferentes inquietudes como: ¿La energía la puedo ver?, “Es la energía algo que no se puede ver, pero que, si la sentimos”, ‘¿El calor es energía?, ¿Qué pasa si hay un objeto más caliente que otro? Estas preguntas muestran la energía no solo como manifestación sino la relación de la energía con los procesos termodinámicos que son basados en transferencias, transformaciones y cambios de temperatura.

Al respecto de la enseñanza del concepto de la energía Hierrezuelo (1986) formaliza un estudio con 413 estudiantes de grados superiores y por medio de entrevistas y cuestionarios escritos recoge los datos que son importantes para evidenciar que en los estudiantes de bachillerato la definición de energía aun no es del todo clara, pues existe una relación arraigada entre fuerza y energía, ya que a la energía la

² Ministerio de Educación Nacional Estándares Básicos de Competencias en Ciencias Naturales.

definen como la capacidad de fuerza que tiene un cuerpo para moverse, en este sentido la energía también es asociada a las actividades que realizan las personas, pues si ejercen un movimiento tienen energía. Por lo cual en este estudio se realizan experimentos con la intención de que los estudiantes expliquen el fenómeno en términos de energía y es de allí donde J. Hierrezuelo (1986) afirma que “Los alumnos tienden a describir el fenómeno observado sin utilizar el término energía”.

La cita anterior pone de manifiesto que las experiencias realizadas en el aula con el fin de relacionar la energía y el entorno es algo difícil de lograr, pues el experimento se muestra como una posible forma para acercar al estudiante a lo que el maestro quiere que comprendan, y es así que en este estudio Hierrezuelo realizó un experimento donde los estudiantes debían describir el funcionamiento de un motor eléctrico que elevaba cierto peso y posteriormente les formulaba una serie de preguntas relacionadas con el término energía. Sin embargo las respuestas dadas al funcionamiento del motor no están relacionadas con el término de la energía pues todo está asociado a la energía como fuerza, las explicaciones por partes de los estudiantes se muestran arduas pues para el caso de un motor eléctrico la energía no es muy evidente y la explicación que se da es desde la forma dinámica mas no desde la energética por ende el funcionamiento del motor es asociado a la energía eléctrica pues si esta enchufado este tendrá un movimiento.

Los textos académicos y la definición de energía

Un análisis realizado a los libros de texto de física utilizados para estos grados, pues cuando se observa en detalle se precisa que la forma en la que definen el concepto se refiere exclusivamente a fórmulas matemáticas asociadas con el trabajo, otro concepto que en los libros aparece y que posiblemente está alejado de la vida cotidiana de cada estudiante y hace difícil su comprensión.

Revisando el libro de Santillana Física 10 “Movimiento, Fuerzas, Energía, Fluidos y Termodinámica” para educación media se muestran conceptos físicos que son

desarrollados a partir de un texto informativo con el que se abre cada capítulo, para el caso de la energía se menciona primero el trabajo y es desde allí donde se desprende la conceptualización de la energía mecánica, se asocia el término con su manifestación pues si se da, habrá la posibilidad de transferencia de energía de un cuerpo a otro. Es en este libro educativo se da un mayor desarrollo al concepto mostrando en cada una de sus páginas ejemplos, imágenes, ecuaciones que hace que la orientación a lo más complejo sea la adecuada, el libro permite a los estudiantes reconocer que la energía es intangible y lo que se logra observar son sus manifestaciones pues éste muestra los diferentes tipos de energía y sus transformaciones en la naturaleza.

Sin embargo, el libro Investiguemos 10 Edición octava, Editorial Voluntad, se presenta la energía como una relación entre la conservación de los recursos naturales y la crisis energética que desde hace muchos años el planeta está sufriendo, el libro muestra la matematización de las energías potencial y cinética, estas anteriores como las más conocidas en los procesos físicos. Así mismo al final de cada capítulo el libro hace un glosario con conceptos claves para entender lo que ya se explicó por medio de imágenes, ecuaciones y figuras.

Hablemos de energía desde la cotidianidad del estudiante

La importancia de desarrollar actividades didácticas que posibiliten el estudio de la energía de una manera activa donde el estudiante logre vincular los desarrollos y las formalizaciones matemáticas frente al concepto con elementos de su vida cotidiana, justamente el poder hablar de energía le permitirá al estudiante explicar eventos como: ¿Por qué se enciende la nevera?, ¿Qué pasa si enciendo el televisor?, ¿Por qué el bombillo se enciende? O ¿Si nuestro cuerpo posee energía?, por tanto, las formulaciones matemáticas no bastaran si no se tiene una conceptualización que permita identificar diferentes situaciones que hagan parte de la explicación de la energía y sus manifestaciones.

Entendemos por energía mecánica a la sumatoria de energía cinética y potencial, esto es posible de comprender a partir del cambio de alturas que se experimenta en una montaña rusa; este ejemplo ilustra que, si se plantea un contexto próximo al estudiante, le resultará más sencillo elaborar explicaciones propias.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abero, L., Berardi, L., Capocasale, A., Garcia, S., Rojas, R., (2015). *Investigacion educativa. Abriendo puertas al conocimiento*. Montevideo, Uruguay: C.

Ascofade. (2004). *Estándares Básicos de Competencias en Ciencias Naturales y Ciencias Sociales*. Bogotá: Cargraphics S.A.

Ballesteros, M. A. (2011). Aprendizaje mediado con estudiantes que presentan deficiencia cognitiva en aulas inclusivas. *Una experiencia didáctica para aproximar a los estudiantes a la comprensión de la transformación de la energía*. Bogotá, Colombia: Universidad Pedagógica Nacional.

Bruce, L. R. (1975). *ENERGY: Historical Development of the concept*. Estados Unidos.

Doménech, J. L., Gil-Pérez, D., Gras, A., Guisasola, J., Martínez-Torregrosa, J., Salinas, J., . . . Valdés, P. (2003). *La enseñanza de la energía: una propuesta de debate para un replanteamiento global*. Madrid: C.

Hierrezuelo, J., & Molina, E. (1990). Una propuesta para la introducción del concepto de energía en el bachillerato. *Enseñanza de las ciencias*, 23-30.

Michael, W. (1983). Some alternative views of energy. *Physics Education*, 214-217.

- Michinel, J. L., & D'alejandro, A. (1994). El concepto de energía en los libros de texto: De las concepciones previas a la propuesta de un nuevo sublenguaje. *Investigación y experiencias didácticas*, 369-380.
- Pozo, J. I., & Gómez, M. Á. (1992). *Aprender y enseñar ciencia. Del conocimiento cotidiano al conocimiento científico*. Madrid: Morata.
- Quintero, O. (2012). *Una propuesta para enseñar energía: visita a un Parque de atracciones como una forma de observar, experimentar y analizar el tema*. Medellín: Universidad Nacional de Colombia.
- Vega, J. C. (2009). Software educativo: semillas de ciencia. *Una estrategia para la estimulación de habilidades de pensamiento en estudiantes del sector rural a partir del estudio de las fuentes y manifestaciones de la energía*. Bogotá, Colombia: Universidad Pedagógica Nacional.

DOI: <http://dx.doi.org/10.14483/udistrital.jour.RC.2017.27.a8>

Enseñanza para la comprensión y trabajos prácticos: Estrategia de aula para la aproximación al ciclo de Stirling

Teaching for understanding and practical works: Classroom strategy for approximation to the Stirling cycle

Ensinar para a compreensão e práticas works: Estratégia de sala de aula para a aproximação do ciclo Stirling

Yuly Andrea Gualtero Martínez¹
Yuly Hadblydy Rivera Vargas²

	<p>Resumen En este artículo se presenta un informe final de investigación que hace referencia a la incidencia de una estrategia de aula basada en el enfoque de Enseñanza para la Comprensión, trabajos prácticos y el motor de Stirling, en el aprendizaje sobre ciclos termodinámicos de estudiantes del grupo de Termodinámica de la Licenciatura en Física de la Universidad Pedagógica Nacional.</p> <p>Palabras Clave: Enseñanza para la Comprensión, motor de Stirling, trabajos prácticos, estrategia de aula, ciclos termodinámicos.</p> <p>Abstract This article is a final research report that refers to the incidence of a classroom strategy approach based on teaching for understanding, experimental lab work and the Stirling engine in a Physics student learning group from the</p>
--	--

¹ Colegio Bilingüe Clermont, Bogotá – Colombia. Contacto: yuly.gualtero@clermont.edu.co

² IED Diego Montaña Cuellar, Bogotá – Colombia. Contacto: yrivera31@gmail.com

	<p>Universidad Pedagógica Nacional about thermodynamic cycles.</p> <p>Keywords: Teaching for Understanding, Stirling engine, practical work, classroom strategy, thermodynamics cycles.</p> <p>Resumo Neste artigo um relatório final de pesquisa que se refere à incidência de uma estratégia de aula baseada na ensino para a compreensão, trabalho prático eo motor Stirling no grupo de aprendizagem dos ciclos termodinámicos, nos grupos de Física pela Universidade Pedagógica Nacional.</p> <p>Palavras-chave: Ensino para a Compreensão, motor Stirling, trabalho prático, a estratégia de sala de aula, ciclos termodinámicos.</p>
--	--

INTRODUCCIÓN

En este trabajo se da a conocer el informe final de una propuesta de investigación, que inició con la contextualización de una problemática alrededor de la enseñanza de los ciclos termodinámicos y terminó con el diseño y ejecución de una estrategia de aula que giró en torno a tres aspectos fundamentales; en primer lugar se mencionaron los conceptos físicos que subyacen el ciclo y motor de Stirling, en segundo lugar se habló acerca del enfoque de enseñanza para la comprensión y finalmente se nombró la importancia de la implementación de los trabajos prácticos en la enseñanza de la física. Estos tres aspectos se trabajaron mediante la metodología de investigación-acción, la cual dio paso a la planeación, la ejecución en el aula y por último el análisis obtenido para cada uno de los estudiantes sobre los cuales se aplicó la estrategia.

Objetivos

General:

Analizar la incidencia de una estrategia de aula, en el nivel de comprensión de los estudiantes sobre ciclos termodinámicos a propósito de un fenómeno físico: el Motor de Stirling.

Específicos:

- Contextualizar el grupo de termodinámica de la Licenciatura en Física de la Universidad Pedagógica Nacional.
- Diseñar la estrategia de aula teniendo en cuenta las consideraciones teóricas de Enseñanza para la Comprensión y trabajos prácticos en el aula.
- Implementar la estrategia de aula con algunos estudiantes del curso de termodinámica de la Licenciatura en Física de la Universidad Pedagógica Nacional.
- Sistematizar los resultados del diseño e implementación para dar cuenta del nivel de comprensión de los estudiantes acerca de los ciclos termodinámicos.

MARCO TEÓRICO

Se construyó un referente teórico, desde un componente disciplinar Motor y ciclo de Stirling donde se muestran las características principales de dicho motor. Además, se presentó el enfoque de Enseñanza para la Comprensión como una propuesta pedagógica que toma importancia porque privilegia la comprensión como fundamento del trabajo escolar (Stone, 1999), generando que los alumnos internalicen y utilicen sus conocimientos dentro y fuera de las aulas.

Finalmente se dio a conocer la postura de los trabajos prácticos donde se consideró que el papel de éste en la enseñanza de las ciencias es importante para integrar lo conceptual y lo fenomenológico.

Motor y Ciclo de *Stirling*

Lo que ahora se llama Motor de Stirling, fue la patente británica (G 4 081 AD-1816) presentada por el sacerdote escocés Robert Stirling, en el año 1816 llamada SOBRE MÁQUINA DE VAPOR Y AHORRO DE COMBUSTIBLE, en ésta se plantea la disminución del consumo de combustible en hornos y destilerías, debido a la transmisión de calor mediante un regenerador (Fig. 1).

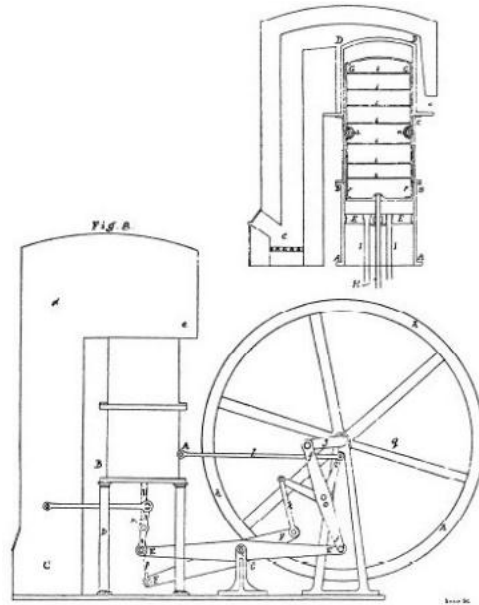


Figura 1. Patente original Robert Stirling.

Fuente: Los autores.

Durante muchos años el Motor de Stirling no tuvo relevancia a nivel industrial ni educativo debido al interés por los motores de combustión interna, actualmente ha tomado auge debido a la versatilidad que presenta en su fuente de alimentación, considerando el problema energético mundial (Cordova, 2008). Existen los motores de configuración tipo Alfa, tipo Beta y tipo Gamma.

En la investigación se presentó una descripción minuciosa y detallada del ciclo de Stirling a partir una de las configuraciones (Fig. 2), así mismo, la comparación que se da con el ciclo de Carnot que es de especial importancia para el estudio de la termodinámica.



Figura 2. Motor de Stirling

Fuente: Los autores.

Enseñanza para la comprensión

La comprensión se puede estudiar a partir del *criterio de desempeño flexible*, donde los sujetos, a partir de un tópico (se debe entender en esta línea como un tema), son capaces de explicar, justificar, extrapolar, vincular y aplicar. Como se observa, esta definición se refiere al *hacer*, y surgen los desempeños de comprensión, que pueden ser entendidos como actividades que van más allá de la memorización y la rutina, las cuales van apoyadas de algoritmo básicos.

El enfoque de Enseñanza para la Comprensión visto desde el criterio de desempeño flexible abarca cuatro pilares fundamentales como estrategia en el aula, los cuales son: tópicos generativos, metas de comprensión, desempeños de comprensión y evaluación diagnóstica continua. La investigación que se presenta se desarrolló teniendo en cuenta este enfoque.

Trabajos prácticos

Los maestros consideran el trabajo práctico como una herramienta para descubrir leyes, realizar informes, diarios de laboratorio y mantener el interés de los alumnos, mientras que los estudiantes lo consideran una forma para adquirir técnicas de

experimentación y comprobar las teorías. Sin embargo, los trabajos prácticos que fueron considerados en esta investigación se conciben como espacios de manipulación directa con los fenómenos, donde se deja de lado los pasos para desarrollarlos y preguntas cerradas dirigidas a los estudiantes, permitiendo que esta perspectiva genere reflexiones y discusiones acerca de lo que sucede en relación con cada práctica.

METODOLOGÍA

Esta investigación de tipo cualitativa, se trabajó con el enfoque de investigación acción siendo éste un proceso que se da en forma de espiral (Figura 3), se plantearon cuatro etapas importantes donde se ejecuta y analiza la estrategia de aula que se construye, las etapas son: Contextualización, Diseño, Ejecución y Sistematización y Resultados

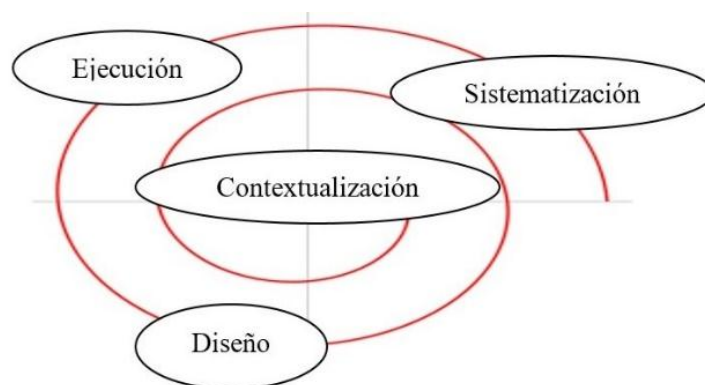


Figura 3. Esquema de metodología de Investigación-Acción

Fuente: Los autores.

En relación con la contextualización, se realizó una observación pasiva al grupo de termodinámica del Departamento de Física de la UPN. A partir de esta, se plantea un diseño de actividades para el aula basándose en el enfoque de EpC, en el cual se presenta una ruta de trabajo para la implementación que guía los planes de clase elaborados para cada una de las sesiones, los cuales constan de tres momentos:

inicio, actividad y cierre, donde se evidencian los trabajos prácticos propuestos desde la perspectiva anteriormente mencionada.

A continuación, se muestran los esquemas de la unidad de termodinámica que se llevó a cabo con el grupo de estudiantes de termodinámica de la licenciatura en física.

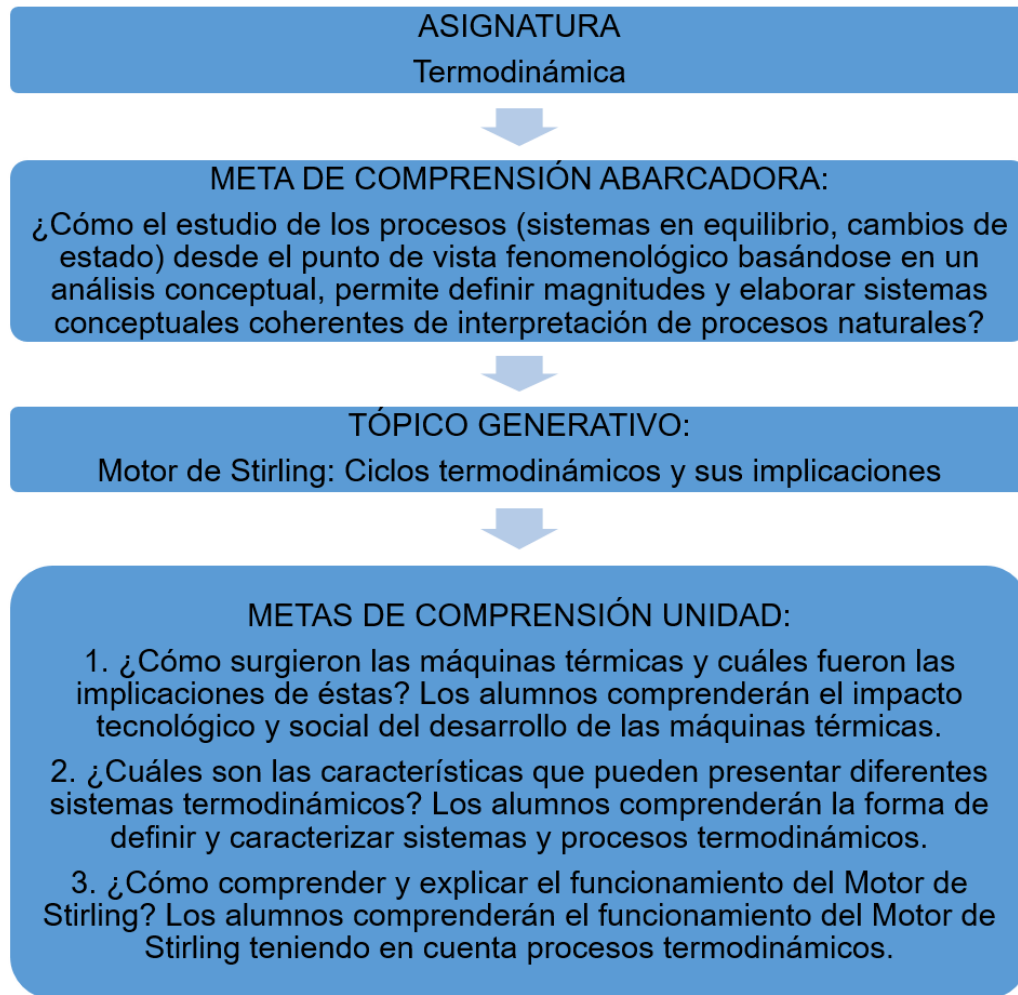


Figura 4. Esquema general de la unidad de termodinámica.

Fuente: Los autores.

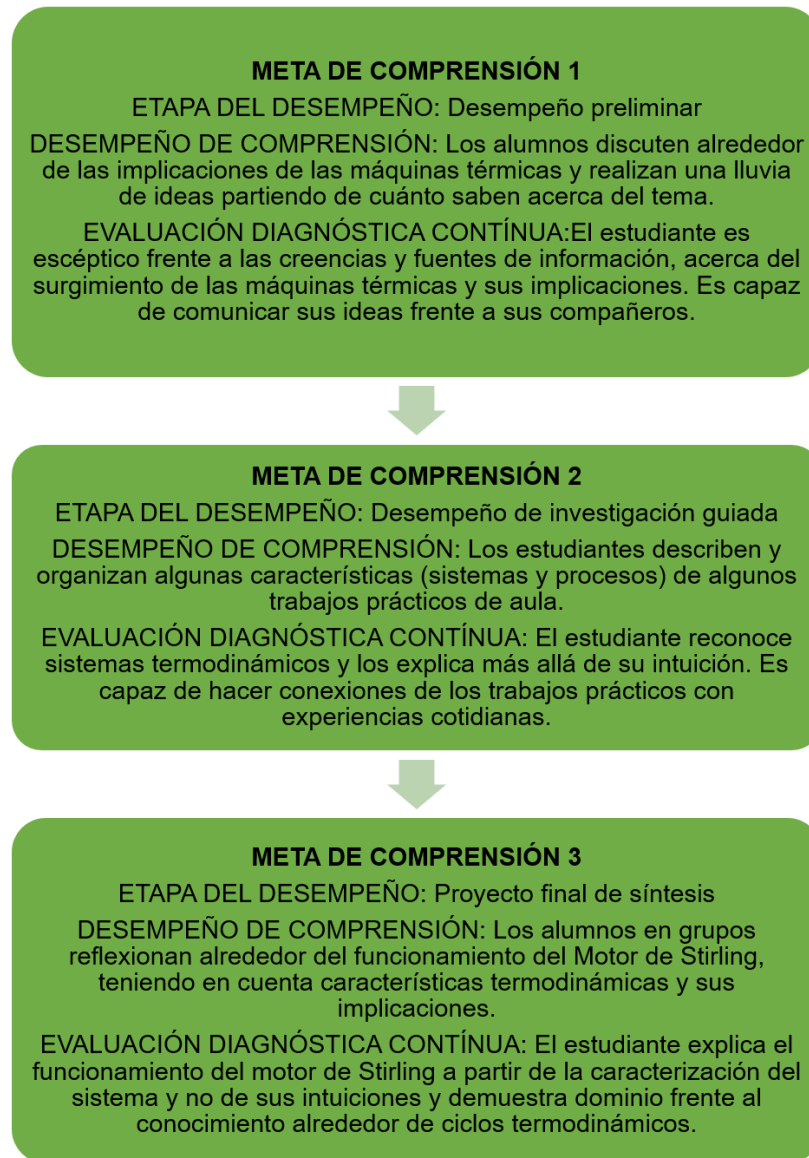


Figura 5. Desempeños de comprensión de acuerdo con las metas de la unidad temática. Fuente: Los autores

Intervención

La intervención en el aula se realizó con seis estudiantes del grupo de Termodinámica en espacios extra clase, se lleva a cabo en cuatro sesiones de dos horas cada una y la información es recopilada en hojas de actividad resueltas por los estudiantes. A partir de la información obtenida de las hojas de actividad y filmaciones, se realizó el proceso de sistematización y análisis de los niveles de

comprensión alcanzados por cada uno de los estudiantes, teniendo en cuenta las dimensiones de EpC y ajustadas a cada una de las clases que se presentan en las figuras 4 y 5.

CONCLUSIONES

Como se evidenció la estrategia de aula se caracterizó por tener aspectos fundamentales dentro del diseño, ejecución y sistematización, es así que se presentan las conclusiones de dicha estrategia y para cada uno de los aspectos que la fundamentan así:

La estrategia de aula seguida por una ruta de trabajo como la planteada y dentro de la metodología de investigación-acción en el aula, permitió establecer niveles de comprensión acerca de la caracterización del ciclo termodinámico del Motor de Stirling, haciendo que el conocimiento adquirido por los estudiantes cobrara sentido dentro de marcos diferentes al académico. Aunque no todos los estudiantes alcanzaron el último nivel de comprensión, se evidenció que se encuentran en el proceso y que las intervenciones aportaron elementos para que se diera el avance y logaran mayores niveles de comprensión.

El motor constituyó una herramienta fundamental dentro de la estrategia de aula, ya que la ruta de trabajo propuesta giraba en torno a su caracterización termodinámica de manera cualitativa, en este sentido permitió que los estudiantes afianzaran lo visto de sistemas y procesos termodinámicos sobre un fenómeno específico y real.

El conocimiento de los estudiantes del enfoque de Enseñanza Para La Comprensión, permite que el curso tenga una orientación, ya que los estudiantes saben las rutas de trabajo desde el inicio de la intervención en el aula, la forma de evaluación concertada entre los estudiantes y orientadores permitió que fueran partícipes activos del proceso. Por tal razón EpC constituyó una herramienta para hacer planeaciones de intervención en el aula, ya que no se guía por temáticas sino invita al docente a preguntarse acerca de lo qué se debe enseñar, cómo hacerlo y el sentido que tiene para sus estudiantes.

Los trabajos prácticos que se llevaron a cabo en la ruta, se plantearon como herramientas para la reflexión y discusión de diferentes situaciones, en ellos se esperaba el planteamiento de hipótesis por parte de los estudiantes y la explicación acerca de lo sucedido, al proponerlos de esta manera se dejó de lado seguir un método específico y una organización establecida de datos o pasos para realizar las experiencias.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Amengual, R. (17 de septiembre de 2004). Análisis de la evolución histórica de las máquinas térmicas durante el periodo 1826-1914, a través de las patentes españolas de la época. Madrid, España: Universidad Politécnica de Madrid.

Barberá, O., & Valdés, P. (1996). El trabajo práctico y la enseñanza de las ciencias: una revisión. *Investigación y experiencias didácticas*, 365-369.

Cordova, E. (2004). Visión de crisis energética y calentamiento global, consecuencias en América Latina y el Perú. (págs. 2-11). Lima: Universidad Nacional de Ingeniería.

Hodson, D. (1994). Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. *Enseñanza de las Ciencias*, 299-313.

Maciel de Oliveira, C. (2003). La investigación-acción como estrategia de aprendizaje en la formación inicial del profesorado. *Revista Iberoamericana de Educación*, 91-109.

Ortiz, Y., & Riaño, J. (2008). Procesos adiabáticos: un enfoque experimental para su enseñanza. Bogotá, Colombia.

Perrone, V. (1999). ¿Por qué necesitamos una pedagogía de la comprensión? En M. Stone, *La Enseñanza para la Comprensión: vinculación entre la investigación y la práctica*. (págs. 35-68). Buenos Aires: Paidós.

Stone, M. (1999). La Enseñanza para la Comprensión, vinculación entre la investigación y la práctica. Buenos Aires: Paidós.

Vidal, W. (octubre de 2008). Diseño de un Motor de Stirling tipo gamma de baja diferencia de temperatura. Diseño de un Motor de Stirling tipo gamma de baja diferencia de temperatura. Santiago de Chile, Chile: Universidad de Chile

DOI: <http://dx.doi.org/10.14483/udistrital.jour.RC.2017.27.a9>

La medición del tiempo: caracterización y construcción del instrumento y la unidad de medida

Timekeeping: characterization and construction of the instrument and the measurement unit

A marcação do tempo: caracterização e construção do instrumento e a unidade de medida

Eliana Solanyie Vargas Romero ¹

Resumen

El siguiente documento presenta una reflexión acerca de las compresiones que se dan en el aula de clases alrededor de la medición del tiempo, se busca que por medio del eje fundamental que orienta esta investigación, la experimentación en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la física, relación teoría-práctica, los estudiantes puedan elaborar explicaciones frente a la caracterización de la magnitud del tiempo a través de la organización de su experiencia sensible, la elaboración de formas de medida, la construcción de magnitudes, el planteamiento de problemas conceptuales frente a las teorías que se abordan entorno al *tiempo*.

Palabras Clave: Tiempo, medición, escala, unidad de medida, instrumento de medida, experiencia sensible, experimento en el aula.

Abstract

The following document presents a reflection on compressions that occur in the classroom around time measurement, it is intended that through the fundamental axis that guides this research, experimentation in the process of teaching and learning physics , relationship

	<p>between theory and practice, students can develop answers regarding the characterization of the magnitude of the time through the organization of their sensory experience, developing ways to measure building magnitudes, the approach of conceptual problems facing the theories that environment are addressed <i>time</i>.</p> <p>Keywords: Time, measurement, scale, unit of measure, measuring instrument, sensible experience, experiment in the classroom.</p> <p>Resumo O documento a seguir apresenta uma reflexão sobre as compressões que ocorrem na sala de aula em torno de medição do tempo, pretende-se que através do eixo fundamental que orienta esta pesquisa, a experimentação no processo de ensino e aprendizagem de física , relação entre teoria e prática, os alunos podem desenvolver respostas sobre a caracterização da magnitude do tempo através da organização de sua experiência sensorial, desenvolvendo maneiras de medir magnitudes de construção, a abordagem de problemas conceituais de frente para o teorias que ambiente são abordados ao mesmo <i>tempo</i>.</p> <p>Palavras-chave: tempo, de medição, escala, unidade de medida, instrumento de medição, experiência sensível, experiência em sala de aula.</p>
--	--

INTRODUCCIÓN

Por el propósito pedagógico que orienta este documento en torno a las reflexiones que se construyen alrededor del concepto del tiempo dentro del aula de clases se busca que los estudiantes establezcan vínculos con eventos de la cotidianidad como la gestación de un bebe, el surgimiento de canas, el crecimiento de las plantas, la maduración de las frutas e incluso los recuerdos que llegan a la mente humana; para así, construir explicaciones de sus experiencias y contrastarlas con otros o con la teoría y reorganizar sus comprensiones.

Al respecto, se ha observado en las prácticas como docente en formación, que usualmente el papel del experimento en el aula se limita a la identificación de la medición como la acción o proceso a la que se le atribuyen números que resultan

de un instrumento para medir la propiedad en cuestión del cuerpo o del sistema considerado y de esta manera, no permiten que el estudiante se cuestione acerca de cómo se construye una unidad de medida y por ende un instrumento de medida que dé cuenta del paso del tiempo. Por lo anterior, en este documento se abordan algunas reflexiones frente a como el estudiante organiza su experiencia sensible y la relaciona con lo que aprende en el aula de clases, con la intención de construir la unidad e instrumento de medida y por ende la magnitud del tiempo.

De esta manera, la experimentación en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la física, relación teoría-práctica, permite una indagación más amplia frente a los planteamientos, la dinamización y el enriquecimiento de la actividad experimental en el aula de clases, ya que, esta debe ser considerada como un proceso intencional de la enseñanza de la física en la que se privilegian la construcción de explicaciones y comprensiones frente a las teorías entorno a la medición del tiempo.

Acerca de lo que se quiere reflexionar

Desde la práctica como docente en formación realizada en el colegio I. E. D Instituto Técnico Rodrigo de Triana ubicado en la ciudad de Bogotá, se ha logrado evidenciar que usualmente los docentes de ciencias naturales asumen que el utilizar el *tiempo* en la resolución de problemas implica que el estudiante ha construido una idea de esta magnitud. Sin embargo, al indagar por estas comprensiones, se observa que el estudiante si es consciente del paso del tiempo, pero no de lo que este concepto representa. Así pues, al pensar en el tiempo se considera que está presente en todas partes, pero no ocupa un espacio, se puede medir, pero no se puede ver, oír, oler o tocar, por lo tanto, este concepto queda desprovisto de sentido y se reduce a “algo” que simple y sencillamente transcurre.

En este orden de ideas, el tiempo se hace evidente únicamente en la lectura de un reloj, es decir que únicamente el leer el resultado que arroja el instrumento de medida supondría la construcción del concepto. De esta manera, De Andrade plantea que:

Usualmente los aparatos de medida, mediante los cuales se realizan estos procesos de asignación numérica y de vínculo entre los planteamientos

teóricos y los efectos sensibles, son entendidos como cajas negras que producen lecturas cuando son aplicados a sistemas físicos. (De Andrade, 2007 como se cita en Malagón, 2011, p.27)

Al respecto, se ha observado que las dinámicas del aula no permiten que el estudiante se cuestione acerca de cómo se construye una unidad de medida y por ende un instrumento de medida que dé cuenta del paso del tiempo. De esta manera, se ha evidenciado que los docentes de ciencias naturales, en especial los de física, le asignan un papel al experimento como una herramienta que comprueba o refuta teorías de la medición del tiempo, presentadas como información, donde el profesor asume que al mostrar contenidos a los estudiantes y hacerles la comprobación por medio del experimento, ellos construirán una imagen del concepto y serán capaces de resolver problemas. Visto así, el papel del experimento es tomado como la prueba real de lo que está diciendo la teoría.

El experimento y la construcción de magnitudes

Al ver al experimento desde esta perspectiva, la teoría resulta siendo el camino que permite saber en qué consiste, qué efectos produce, qué se debe observar y qué se debe medir, lo que conlleva a ver cómo funciona el mundo físico desde una organización de leyes y la estructuración de estas teorías. En este sentido la teoría es vista como el resultado del experimento, generando así, una relación entre teoría experimento.

De esta manera, al experimento se suelen asignar algunas características, una de ellas es el papel que juega la medición, puesto que en la física es conocido particularmente como la acción o proceso donde se suelen asignar números los cuales son atribuidos al mundo físico mediante la aplicación de un instrumento que permita medir una propiedad del fenómeno en estudio, al respecto Malagón y Ayala plantean que:

No obstante este reconocimiento, al pasar al ámbito de la enseñanza de las ciencias, se insiste en la relación directa entre la medición y la asignación de cantidades. Por ello, el análisis de los procesos de construcción de diversas trabajadas en las ciencias y sus formas de medida puede aportar

elementos importantes para la actividad pedagógica de las ciencias. (Malagón y Ayala, 2011, p.26)

Sin embargo, no se trata de solo medir y preparar el objeto de medición, sino también saber con qué dispositivos se debe hacer y cómo es la forma de medir, con el fin de poder entender la actividad experimental, de esta manera, tal comprensión conduce a pensarse si el instrumento mide lo que debe medir o si realmente funciona adecuadamente para el sistema físico de estudio, es así, donde no se limita a la medición simplemente a la precisión de un instrumento, a las técnicas de medida y al procesamiento de datos.

Por lo anterior, en las ciencias naturales, en particular en la enseñanza de la física, los instrumentos de medida son tomados por los estudiantes como cajas que emiten resultados, desconociendo por completo su construcción y como se llegó a darle un patrón de medida, desde esta perspectiva, los instrumentos de medida deberían ser dispositivos en los que es necesario tener fe ciega en ellos.

Al respecto, se plantean condiciones que se deben imponer en los procesos de medida para que sus resultados sean consistentes con las propiedades de las magnitudes físicas.

Para Helmholtz “los atributos de objetos, que permiten la distinción de mayor, igual o menor al ser comparados con otros similares se denominan *magnitudes*” (Helmholtz, 1887 como se cita en Malagón, 2011, p.27), de esta manera, se aginados dos aspectos importantes a las magnitudes físicas, en primer lugar se denota el relativo, que se refiere a las condiciones que se cumplen para afirmar qué características en particular de un cuerpo es igual, menor o mayor que el otro, es decir, se atribuyen criterios de comparación. En segundo lugar, se asigna el segundo aspecto que se denomina criterio de aditividad, que se refiere a la combinación física de dos objetos de manera que pueda haber criterios de comparación de modo que estos criterios se puedan considerar magnitudes a los que se les puede designar un número.

La comprobación de estas características se da por medio de la comparación de una propiedad del objeto, con otro que sirva de patrón, de forma que arroje un resultado. Es así como el proceso de construcción de la medida se da por los

siguientes aspectos, la clasificación, es la separación de objetos con características comunes entre ellos, donde el criterio de ordenación de estos cuerpos son sus propiedades en particular, que, aunque no se fijen por medio de una escala numérica, si provee ordenación, es decir, hablan del orden de las cualidades por grado de mayor a menor.

Es así, como se le atribuyen dos aspectos de carácter dual que permiten la construcción de la magnitud; el cualitativo que hace referencia a una cualidad o propiedad del sistema considerado, y a su vez el aspecto cuantitativo, que puede ser pensado en grados o intensidades, se puede decir si la cualidad es mayor, igual o menor en un caso respecto a otro, así como el número de veces que lo es.

De esta manera, las anteriores consideraciones permiten establecer una relación entre la magnitud, la manera en cómo se debe medir y las comprensiones que se crean alrededor de la teoría de estudio.

Caracterización de la magnitud del tiempo en la enseñanza de la física

Para caracterizar la magnitud del tiempo, es necesario considerar que, a los cuerpos, fenómenos, o procesos se les suele asignar características, propiedades o cualidades que permiten identificarlos, las cuales se pueden determinar mediante la observación. De esta manera, el producto de esta observación es la organización de la experiencia sensible que permite de forma dinámica dar origen a la construcción de magnitudes con las que se describe el campo fenomenológico² al que se articula.

También, es importante resaltar que la actividad de construir magnitudes y sus formas de medida están ligadas con la elaboración y conceptualización del fenómeno a abordar, de modo que se genera un vínculo entre la experiencia sensible y el concepto del fenómeno que da lugar a la construcción del instrumento

² Se entiende como campo fenomenológico el hecho de describir un cuerpo de conocimientos que relacionan entre sí distintas observaciones empíricas de fenómenos, de forma consistente con la teoría fundamental, pero que no se deriva directamente de la misma. Por ejemplo, pueden usarse expresiones algebraicas simples para modelar observaciones o resultados experimentales acerca de diferentes longitudes, masas y escalas de tiempo, a pesar del hecho de que las expresiones en sí mismas no pueden ser derivadas (o aún no han sido) de la teoría fundamental de dicha área de conocimiento.

y la escala de medida, es decir, que las magnitudes y las formas de medida no son externas al fenómeno. Al respecto, Francisco Malagón plantea que:

Una red teórica transforma un conjunto de alambres, resortes y tornillos en un instrumento de medida convirtiendo marcas y coincidencias en números con una significación, la de las relaciones entre ciertas magnitudes, siendo un instrumento de medida la concreción de la teoría en que se basa. (Malagón, 2002 como se cita en Malagón, 2011, p.27).

Así pues, no se puede asumir la medición simplemente como el producto que arroja un instrumento de medida al analizar un evento en particular, ya que implica entre otras cosas, comprender cuáles son sus escalas de medida, los instrumentos con los que se hace esta operación y las teorías que se abordan acerca de la medición del tiempo, asumiendo una manera diferente de ver la actividad experimental.

Por lo anterior, es necesario generar dos reglas que permitan dar paso a la construcción de la magnitud del tiempo: una regla de igualdad y una que defina la unidad, ambas se basan en procesos periódicos, por ejemplo, la oscilación de un péndulo, la rotación de la tierra, la salida del sol, etc., siendo así el reloj un instrumento que permite originar un proceso periódico. En estos términos, el reloj de sol mide el tiempo mediante el movimiento periódico del sol a través del cielo. De esta manera, durante miles de años los científicos basaron sus unidades de tiempo sobre la longitud del día, esto es, sobre la rotación periódica de la tierra.

Por ende, es necesario comprender plenamente el concepto de *periodicidad*, esencial en la definición de unidades de tiempo. Para ello es importante distinguir dos significados de *periodicidad*, en el sentido débil que se refiere a un proceso periódico³ que se repite una y otra vez; el latido del pulso, la salida del Sr. Pérez de su casa, y en el sentido fuerte se asocia por ejemplo a los movimientos de la rueda catalina de un reloj bien construido, son periódicos (Carnap 1985).

³ A veces, periódico significa que un ciclo total de fases diferentes se repite en el mismo orden cíclico.

Puesto en estos términos, la enseñanza de la física no busca la repetición de información sino la construcción de argumentos que les permitan a los estudiantes hablar acerca de las comprensiones que tienen alrededor de la medición del tiempo.

Así pues al propender por dinámicas en el aula que busquen que el estudiante construya conocimiento frente a la medición del tiempo desde su experiencia, se busca que por medio del experimento evidencien que no es posible una separación entre la teoría y la actividad experimental, ya que estas mantienen una relación dinámica que permite que el estudiante forme conocimientos por medio de la observación y el registro de datos, de manera que genere vínculos entre el concepto y la forma en la que se obtienen los resultados mediante aparatos diseñados para tal fin.

Por lo anterior, se espera seguir ahondando en las teorías alrededor del tiempo, con el fin de acrecentar las comprensiones que se generan en el aula de clase para así brindar más aportes a esta investigación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Carnap, R. (1985). La medición y lenguaje cuantitativo. El tiempo. En R. Carnap (Ed.), Fundamentación lógica de la física (pp. 72-79

Malagón, J. Ayala M. & Sandoval M. (2011). Construcción de magnitudes y organización de fenomenologías. Una propuesta para la actividad experimental en la enseñanza de las ciencias. En M. Ayala, J. Malagón y S, Sandoval (Ed.) El Experimento En El Aula, Comprensiones De Fenomenología Y Construcción De Magnitudes. Bogotá, Colombia: Universidad Pedagógica Nacional.

Wales, J. (2016) Fenomenología (Ciencia). Recuperado De: [https://es.wikipedia.org/wiki/Fenomenología_\(Ciencia\)](https://es.wikipedia.org/wiki/Fenomenología_(Ciencia))

DOI: <http://dx.doi.org/10.14483/udistrital.jour.RC.2017.27.a10>

**La producción de conocimiento en el análisis del fenómeno dualidad onda –
partícula en mecánica cuántica**

**Production of knowledge in the analysis of the phenomenon wave duality -
particle in quantum mechanics**

**Produção do conhecimento na análise da dualidade fenômeno de onda -
partícula na mecânica quântica**

Nelly Yolanda Céspedes Guevara¹

	<p>Resumen Al pensar la educación en Física en torno a un tema específico como es el de la enseñanza de la Mecánica Cuántica, se puede establecer conexiones desde la perspectiva de producción de conocimiento que permita problematizar el acercamiento a un enfoque fenomenológico y a un análisis interpretativo de los esquemas teóricos tradicionales. Los procesos de enseñanza y aprendizaje de la Mecánica Cuántica han sido protagonistas de una serie de formulaciones y tratamientos teóricos, que han hecho parte de los esquemas de trabajo de la disciplina.</p> <p>Palabras Clave: Producción de conocimiento, Mecánica Cuántica, Modelación, Fenómeno, Enfoque.</p> <p>Abstract When thinking about education in physics around a specific topic such as the teaching of quantum mechanics, you can make connections from the perspective of knowledge</p>
--	--

¹ Universidad Santo Tomás, Bogotá - Colombia. Contacto: nellycespedes@ustadistancia.edu.co

	<p>production that allows problematize the approach to a phenomenological approach and an interpretive analysis schemes traditional theoretical. The teaching and learning of quantum mechanics have been involved in a number of formulations and theoretical treatments, which have become part of the schemes of work discipline.</p> <p>Keywords: Production of knowledge, Quantum Mechanics, Modeling, Phenomenon, Focus.</p> <p>Resumo Ao pensar sobre a educação em física em torno de um tema específico, como o ensino de mecânica quântica, é possível fazer conexões a partir da perspectiva de produção de conhecimento que permite problematizar a abordagem a uma abordagem fenomenológica e um esquemas de análise interpretativa tradicional teórico. O ensino ea aprendizagem da mecânica quântica ter sido envolvido em uma série de formulações e tratamentos teóricos, que se tornaram parte dos regimes de disciplina de trabalho</p> <p>Palavras-chave: Produção de conhecimento, Mecânica Quântica, Modelando, Fenómeno, Foco.</p>
--	---

INTRODUCCIÓN

La investigación presentada hace parte del trabajo de la tesis doctoral, el problema de investigación se encuentra ubicado en el escenario de acercamiento a la conceptualización de fenómenos físicos a través de esquemas clásicos (modo 1 de producción de conocimiento), en donde se hace necesario realizar un tránsito hacia la consideración de los fenómenos y su explicación en los contextos.

Objetivos

Los objetivos de la investigación estuvieron centrados en: 1. Proponer nuevos abordajes en los procesos de producción de conocimiento en torno a una disciplina como la Mecánica Cuántica; 2. Identificar los esquemas de producción de conocimiento de los estudiantes frente a la dualidad onda - partícula desde el modo

2 de producción de conocimiento; 3. Construir estrategias de comprensión del fenómeno dualidad onda – partícula desde el modo 2 de producción de conocimiento desde la Educación en Ciencias.

MARCO TEÓRICO

Los aportes teóricos presentados en la investigación desarrollada en la tesis doctoral se enfatizaron en varios aspectos, uno de ellos desde el proceso de formalización de las teorías físicas a partir de los planteamientos de Ayala y otros (2008) quienes establecen que la formalización determina los escenarios reales de las formas de conocer en física. Desde los fundamentos históricos en el desarrollo de la Mecánica Cuántica a través de los planteamientos de Rivadulla (2002) quien afirma que los avances de la Mecánica Cuántica han determinado una serie de progresos en la explicación de los diferentes fenómenos naturales; Levy-Leblond (1990) presenta desarrollos teóricos teniendo como base el análisis del contexto donde se produce el fenómeno estudiado.

La comprensión del fenómeno dualidad onda – partícula, a través de los planteamientos de Sánchez (2001) quien presenta el fenómeno de la dualidad onda – partícula a través del estudio de la radiación del cuerpo negro y el comportamiento de la luz.

La fenomenología aplicada a la física y en particular a la Mecánica Cuántica a partir de los planteamientos de Husserl citado por la Stanford Encyclopedia of Philosophy (2003) en donde se asume que la fenomenología identifica la intencionalidad de los procesos de conocimiento.

La educación en ciencias desde la perspectiva fenomenológica de la Mecánica Cuántica a partir del planteamiento de Henao y Stipcich (2008) quienes exponen que la educación en ciencias provee una serie de proyecciones y necesidades desde el contexto de la producción de conocimiento, encontrando aspectos

comunes con Gibbons y otros (1997) quienes también refieren la producción de conocimiento a la contextualización de los fenómenos.

El análisis de la comprensión del fenómeno dualidad onda – partícula a través de los planteamientos sobre modelos y modelización de Tuay (2011) quien asume que un modelo es un mediador entre la teoría, los fenómenos y los datos.

Desde la perspectiva de la producción de conocimiento, el modo 1 se encuentra ubicado en el escenario de lo matemático, es decir, la producción de conocimiento clásica que privilegiaba los entornos matemáticos. Mientras que, el modo 2 de producción de conocimiento se preocupa por el eje central de la teoría, el cual se direcciona hacia el estudio de los fundamentos teóricos de un conocimiento.

En este sentido, los modelos en ciencias naturales establecen una serie de estructuras conceptuales y prácticas que proporcionan los elementos particulares para la comprensión de un fenómeno de cualquier índole, Tuay (2011) afirma que “la percepción de los modelos, como mediadores entre las teorías, fenómenos y datos, permiten ubicarlos en la concepción práctica considerándolos como los mediadores independientes entre la teoría y los datos” (p. 23).

METODOLOGÍA

La metodología de investigación se encuentra centrada en la perspectiva cualitativa que permite abordar las preguntas de investigación y los objetivos de estudio.

El enfoque metodológico hace referencia al objeto de estudio desde los fundamentos teóricos de la fenomenología que sustentan la metodología cualitativa de investigación.

De acuerdo a la pregunta de investigación y a los objetivos planteados en la tesis doctoral, la investigación se estructuró en 3 fases principales, determinadas a partir de la aplicación de una serie de instrumentos apoyados en el análisis obtenido en las categorías.

La primera fase consistió en la aplicación del instrumento Cuestionario de Múltiples Ítems (CMI), en el cual se buscaba que los participantes a través del análisis de una serie de palabras identificarán los contextos en donde podrán establecerse escenarios de conocimiento para la descripción de dichas palabras.

La segunda fase consistió en la aplicación de un taller de contextos, en donde a través de 4 actividades secuenciales se les pedía a los participantes que encontrarán espacios de contexto que les permitiera encontrar conexiones entre las palabras y los espacios de discusión para identificar los desarrollos en la producción de conocimiento del fenómeno estudiado.

La tercera fase consistió en determinar los compromisos de cada participante con el proceso de producción de conocimiento a través de una entrevista que permitiera encontrar esa interacción de los esquemas de conocimiento con el análisis de un fenómeno de la Mecánica Cuántica.

RESULTADOS

Los resultados encontrados a lo largo del desarrollo de la investigación estuvieron centrados en la formulación de categorías de análisis que permitieran generar esquemas de producción de conocimiento desde los procesos fenomenológicos.

La categoría Formalización del Fenómeno que se encontró en el análisis de la aplicación de los instrumentos fue establecida desde los referentes teóricos aportados por Ayala y otros (2008), quienes presentan los procesos de formalización como una estructura sólida de abordaje de los escenarios matemáticos, Para el abordaje de esta categoría en el análisis de los instrumentos aplicados, se buscó una coherencia interna entre los criterios y los subcriterios propuestos por los participantes en el instrumento CMI; en cuanto, al taller de análisis de contextos se buscó que los participantes reconocieran en diferentes escenarios procesos de comprensión de los fenómenos. Como instrumento final, se aplicó una entrevista semiestructurada, que permitiera realizar un proceso de

retroalimentación con los participantes de cada uno de los instrumentos aplicados con anterioridad.

La categoría Comprensión del Fenómeno, desde los aportes teóricos revisados en la tesis doctoral se encuentra apoyada en Fourez (1994) quien afirma "...La representación dominante de las ciencias parte del supuesto de que la observación captaría las cosas tal y como son sin que intervenga ningún elemento humano" (p. 5). En cuanto a la aplicación del instrumento CMI y el abordaje de esta categoría se logró una interpretación del fenómeno desde las consideraciones de los criterios analizados por los participantes, destacando la conexión presentada entre los criterios de la disciplina (física) y los criterios del contexto (entorno, ciencias de la salud).

El taller de aplicación de contextos para esta categoría proporcionó una red de saberes aplicados hacia la responsabilidad que se tiene en el acercamiento a un fenómeno de la naturaleza.

En cuanto a la entrevista final, esta categoría proporcionó un espacio de reconocimiento de los criterios planteados en el CMI, ya que confirmó la escogencia realizada por la mayoría de los participantes.

La categoría Contextualización del fenómeno, fue propuesta desde los aportes teóricos de Clemente (2000) quien afirma "...el sistema físico como una abstracción de la realidad que se hace al seleccionar de la misma algunos observables relevantes"; (p. 7), lo que implica que desde el abordaje del fenómeno se puede percibir la realidad de los contextos de aplicación.

En la aplicación del instrumento CMI desde el trabajo con esta categoría se logró una interpretación del fenómeno desde el modo 2 de producción de conocimiento. En cuanto al taller de aplicación de contextos en esta categoría se identificaron una serie de coincidencias en los análisis de los participantes.

Con respecto a la entrevista final, el análisis de esta categoría permitió encontrar una serie de enlaces entre el fenómeno observado y las caracterizaciones de cada uno de los aspectos analizados con los demás instrumentos.

CONCLUSIONES

Desde el abordaje teórico presentado en el desarrollo de la investigación de la tesis doctoral, se puede ver que el modo 2 de producción de conocimiento trabajado por Gibbons y otros (1997), proporciona un camino de transición en la forma cómo se trabajan los enfoques de conocimiento en la física, ya que, esta forma de trabajo prioriza el análisis del contexto, con la finalidad de encontrar explicaciones concretas a fenómenos naturales.

Al mismo tiempo, el acercamiento a los enfoques de conocimiento desarrollados en la tesis doctoral indujeron el tipo de metodología utilizada, ya que al ser cualitativa se implementa un análisis desde el fenómeno, restando un poco de importancia al formalismo matemático presente en el estudio y desarrollo de estructuras cognitivas en procesos de acercamiento al conocimiento en física, reemplazadas por el análisis de contexto y sus implicaciones en los estudiantes al momento de conceptualizar un fenómeno desde su proceso de ocurrencia.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ayala, M., Garzón, I. Malagón, F (2008). Los procesos de formalización y el papel de la experiencia en la construcción del conocimiento sobre los fenómenos físicos. Colombia: Bogotá y Medellín, Universidad de Antioquia, Universidad Pedagógica Nacional, p. 129.
- Clemente, A. (2000). Física cuántica para filo – sofas. Fondo Cultura Económica. FCE. La ciencia para todos, 3° edición.
- Fourez, G. (1994). La construcción del conocimiento científico. Madrid, Ediciones Narcea

- Gibbons, M., Limoges C., Nowotny H., Shchwartzman S., Scott P., &Trow M. (1997). La nueva producción del conocimiento. Barcelona, España: Ediciones Pomares – Corredor S.A.
- Henao, B. y Stipcich S., (2008). Educación en ciencias y argumentación: la perspectiva de Toulmin como posible respuesta a las demandas y desafíos contemporáneos para la enseñanza de las Ciencias Experimentales. En: Revista Electrónica de la Enseñanza de las Ciencias, 7 – 1.
- Lévy Leblond, J. (1990). Quantics: Rudiments of Quantum Physics. Madrid, España: Elsevier Science Publishers.
- Rivadulla, A (2002). Prefacio. En: Física Cuántica y Realidad, Facultad de Filosofía, Universidad Complutense de Madrid
- Stanford Enciclopedia of Philosophy. (2003). Phenomenology. November. Disponible en: <http://plato.stanford.edu/entries/phenomenology/#1>
- Schwarz, C y otros (2009). Models: Defining a Learning Progression for Scientific Modeling. En: Paper presented at the Learning Progressions in Science (LeaPS) Conference, June 2009, Iowa City, IA
- Tuay, N. (2011). Aproximación al debate de los modelos científicos desde una perspectiva inferencialista. Universidad Nacional de Educación a Distancia, UNED, España. Tesis doctoral.
- Tuay, N. (2012). El papel de los modelos en la práctica científica. En: Revista Científica. Universidad Distrital Francisco José de Caldas. No. 16, Julio – Diciembre, 109 – 117.

DOI: <http://dx.doi.org/10.14483/udistrital.jour.RC.2017.27.a11>

Causas de la enajenación de la juventud por lo ambiental: estudio de caso

Causes of the alienation of youth at environmental: Case Study

Causas da alienação da juventude no ambiente: estudo de caso

Marlen Rodríguez González¹
Olga Lucía Castiblanco Abril²

	<p>Resumen</p> <p>El presente trabajo analiza las causas de la enajenación de la juventud por lo ambiental, en una Institución Educativa Distrital, desde la perspectiva de los enfoques <i>Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente CTSA</i>, las <i>Cuestiones Sociocientíficas CSC</i>, así como el impacto de los <i>Proyectos Escolares Ambientales PRAE</i>. Este análisis se realizó a partir de una muestra de datos obtenida por medio de rejillas de observación y entrevistas semiestructuradas. La investigación, hace parte del macro proyecto “Interrelaciones entre los resultados de investigación en la enseñanza de las ciencias y las practicas docentes”, del Grupo de Enseñanza y Aprendizaje de la Física – GEAF de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, y se perfila como una investigación de carácter cualitativo debido a las características de las variables a analizar (manifestaciones, actitudes) sin analizar los datos de manera estadística.</p> <p>Palabras Clave: Enajenación, apropiación, ciencia, tecnología, ambiente, sociedad.</p>
--	--

¹ Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá-Colombia. Contacto: herzwoman@gmail.com

² Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá-Colombia. Contacto: ocastiblanco@yahoo.com

	<p>Abstract</p> <p>This paper analyzes the causes of the alienation of youth for environmental, in a District Educational Institution, from the perspective of approaches Science, Technology, Society and Environment CTSA, Questions social scientific CSC, as well as the impact of School Projects Environmental. This analysis was conducted from a sample of data obtained through non-participant observation grids, applied to students. The research is part of a broader Group Project Teaching and Learning of Physics of the University Francisco José de Caldas, and is emerging as a qualitative research due to the characteristics of the variables to be analyzed (demonstrations, attitudes) without analyzing the data statistically.</p> <p>Keywords: Alienation, appropriation, science, technology, environment, society.</p> <p>Resumo</p> <p>Este artigo analisa as causas da alienação da juventude para o meio ambiente, em uma Instituição de Ensino District, a partir da perspectiva de abordagens Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente CTSA, questões sociais científica CSC, bem como o impacto dos projectos de escola ambiental PRAE. Esta análise foi realizada a partir de uma amostra de dados obtidos através de redes de observação não participante, aplicado aos alunos. A pesquisa é parte de um amplo projeto de Ensino e Aprendizagem Grupo de Física da Universidade de Francisco José de Caldas, e está emergindo como uma pesquisa qualitativa, devido às características das variáveis a serem analisadas (manifestações, atitudes) sem analisar os dados estatisticamente.</p> <p>Palavras-chave: Alienação, apropriação, ciência, tecnologia, meio ambiente, sociedade.</p>
--	---

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo analiza las *causas de la enajenación de la juventud por lo ambiental*, en una IED, desde la perspectiva de los enfoques de *Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente - CTSA* y *Cuestiones Sociocientíficas - CSC*, en

su relación con el impacto de los *Proyectos Escolares Ambientales - PRAE*. La investigación se concibió como aporte al desarrollo efectivo de proyectos escolares en los cuales, el docente, requiere de la transversalidad de contenidos y aprendizajes en ciencias, desarrollados en otros espacios académicos, como base para la formación del estudiante.

El proyecto buscó contribuir al desarrollo del macro proyecto de investigación del GEAF, titulado **“Interrelaciones entre los resultados de investigación en la enseñanza de las ciencias y las practicas docentes”**.

El enfoque *CTSA*, se tomó como referente teórico debido a que aportaba un marco de referencia para analizar las capacidades críticas y reflexivas de los estudiantes frente al aprendizaje de contenidos ambientales, involucrando las diferentes áreas del conocimiento. También sirvió de referencia para analizar la estructura curricular diseñada en el marco del PRAE, y su grado de contextualización frente a problemáticas ambientales próximas al entorno de la IE.

El enfoque de *CSC*, permitió justificar de forma teórica el *por qué* los contenidos en ciencias, deben incorporar relaciones en las que se evidencien sus implicaciones sociales y ambientales. Tanto el enfoque *CTSA* como el enfoque *CSC*, figuran como referentes teóricos complementarios en sus contenidos, principios y supuestos básicos.

La hipótesis que se formuló para el estudio de caso, es que la enajenación de la juventud por lo ambiental está relacionada con la no aplicabilidad de los conocimientos adquiridos por los estudiantes durante el proceso de formación escolar en áreas del núcleo común, en los escenarios de educación ambiental implementados en el marco del PRAE institucional.

La pregunta de investigación a resolver fue la siguiente: ¿Por qué la enajenación de la juventud por lo ambiental, a pesar de recibir formación al respecto?

Objetivos

General

- Contribuir al macro proyecto “Búsqueda de interrelaciones entre los resultados de investigación en la enseñanza de las ciencias y las prácticas docentes para el estudio de las posibilidades reales de aplicar resultados de investigación en las prácticas docentes”.
- Identificar las causas de la enajenación de los estudiantes frente al compromiso con la sostenibilidad del medio ambiente en un estudio de caso.

Específicos

- Contribuir en la comprensión de conceptos orientadores para la formación de estudiantes comprometidos con el cuidado de su entorno, bajo un enfoque de enseñanza de las ciencias.
- Contribuir en la formulación de criterios para el desarrollo de competencias de pensamiento científico y ciudadano, que fortalezcan los procesos de educación ambiental.

MARCO TEÓRICO

El enfoque CTSA, contempla las influencias y relaciones contenidas en estos ámbitos como criterio de valoración para la enseñanza de las ciencias en escenarios académicos. Su inclusión como referente de enseñanza, permite identificar directrices para el diseño de currículos que aporten a la formación de ciudadanos capaces de identificar, desde la crítica y la reflexión, los vínculos entre las ciencias, la innovación productiva, la preservación de la naturaleza y la satisfacción de necesidades sociales (Ibarra, 2010), esto es, la relación existente entre la apropiación de valores éticos y el aprendizaje de las ciencias. (Santos, 2001)

Aplicado a la enseñanza en el aula, el énfasis en el dimensionamiento de las relaciones CTSA, prevé una doble dimensión de la enseñanza de las ciencias en relación con los sujetos académicos:

En primer lugar, busca asignar al estudiante un rol en el cual, el aprendizaje científico le permitiera visualizar el *cómo* los problemas abordados desde el pensamiento científico reflejan principios, valores y elementos morales relacionados con su entorno y su cotidianidad, el mundo físico y la actividad social que le rodea. (Hodson, 2013)

En segundo lugar, asigna al docente la responsabilidad de comprender las relaciones entre las ciencias y los aspectos sociales, tecnológicos, ambientales, problemáticas y situaciones externas a la comunidad científica, haciendo transversal la reflexión sobre los impactos del conocimiento, los avances tecnológicos a nivel social, político o ambiental abordados en el aula.

Desde la perspectiva de diseños curriculares que evoquen a la acción, que no únicamente a la reflexión y la crítica (CTSC), el enfoque de *Cuestiones Socio Científicas CSC* complementa el abordaje de las relaciones CTSA, buscando que el estudiante formule posiciones propias frente a problemáticas académicas, con el fin de acercarlo más a una actitud de compromiso y emprendimiento de acciones relevantes para la solución de problemas planteados (Hodson, 2013).

En su conjunto, los enfoques aportan una perspectiva tendiente a desestructurar concepciones mecanicistas y no transversales de enseñanza en ciencias, desde un enfoque holístico que dimensione sus relaciones con la tecnología, su impacto en espacios culturales y sociales, la apropiación de valores éticos y la formación científica de carácter crítico (Solves J. , 2013).

METODOLOGÍA

La investigación se realizó en una IED en Bogotá, en el marco de implementación del PRAE en jornada de media fortalecida. Para la toma de datos, participaron

estudiantes vinculados con el proyecto de los grados decimo y once, con edades entre 15 y 18 años.

Para dar respuesta a la pregunta de investigación, se consideró analizar la estructura del proyecto de gestión ambiental, recurriendo a la documentación de su diseño y malla curricular.

Las técnicas cualitativas utilizadas fueron, respectivamente, el diseño de rejillas de observación, que se constituyen como una técnica de descripción no selectiva y secuencial que, de forma narrativa, permite describir el comportamiento de los sujetos observados en el marco de unas condiciones espaciales determinadas, así como de un contexto definido (Abio, 2013), y el diseño de entrevistas.

Los observables diseñados para la rejilla de observación, aportaron categorías para el diseño de dos *entrevistas semiestructuradas*, una individual y una grupal.

RESULTADOS

Para la identificación de las causas de enajenación de la juventud por lo ambiental, se recurrió a la observación de *manifestaciones*; reacciones involuntarias transmitidas por los estudiantes en espacios académicos, sin condicionar su comportamiento por la aplicación del instrumento.

Los observables a tener en cuenta fueron los siguientes:

1. Manifestaciones de enajenación de la juventud por lo ambiental.
2. Uso de las Cuestiones Socio científicas CSC.
3. Evidencias Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente CTSA.
4. Procesos de aprendizaje por elaboración de material académico.
5. Concepción de medio ambiente.

Con la información obtenida en las observaciones, se estructuró una entrevista grupal (estudiantes) con base en las categorías de 1. Vinculación al proyecto, 2. Aprendizajes, 3. Manifestaciones de apropiación ambiental, 4. Vocación investigativa y, 5. Integración proyecto con el núcleo común.

La entrevista individual (docente), se realizó con base en, 1. Criterios de la malla curricular, 2. Propósitos del proyecto, 3. Metodología y 4. Enfoque educación ambiental.

Una vez aplicados los instrumentos, se procedió a realizar una triangulación de la información obtenida con los enfoques teóricos de referencia, obteniendo los siguientes resultados:

La malla curricular se estructuró en cinco asignaturas: desarrollo sustentable, metodología de la investigación, ética ambiental, gestión ambiental y necesidades ambientales, con la perspectiva de avanzar en el desarrollo de un proyecto investigativo por parte de los estudiantes.

Además de fomentar actividades investigativas, la metodología de enseñanza se sustentó en el planteamiento de problemáticas que permitieran relacionar contenidos ambientales con ciencias del núcleo común.

Tras aplicar los instrumentos, se pudo evidenciar que tanto el análisis de problemáticas como el planteamiento de proyectos de investigación, incorporando relaciones CTSA y CSC, se articularon más al desarrollo de proyectos de sensibilización e informativos, que no de pensamiento científico.

Lo anterior se vio reflejado en la realización de material y talleres académicos, más orientados hacia las manualidades (procedimientos mecánicos) y menos al planteamiento crítico y reflexivo de los problemas abordados.

Se evidencia que el currículo en ciencias, necesario para incorporar en el proceso de educación ambiental a las relaciones CTSA o el planteamiento de CSC, no

muestra articulación directa con las actividades desarrolladas en el aula. Esto da muestra de manifestaciones de enajenación por lo ambiental, no solo en estudiantes, sino también en el cuerpo docente.

Con la entrevista docente, se concluye que el diseño de malla curricular del PRAE, obedeció más a criterios de actores externos (programa 40x40 y convenio de la IED con institución de educación superior), que a criterios científicos y pedagógicos.

Como programa obligatorio de la media fortalecida, la baja asistencia y elevada deserción de estudiantes vinculados al PRAE (manifestaciones de enajenación), obedeció a la no coincidencia entre los intereses de aprendizaje de los educandos y los pretendidos por el proyecto. De esta forma, los espacios de participación en el aula y la realización de actividades académicas, se cumplieron bajo el propósito de aprobar el año escolar, que no de formarse como pensadores científicos.

CONCLUSIONES

Triangulando la información de las observaciones, las entrevistas y los enfoques teóricos seleccionados, se propusieron las siguientes conclusiones, a modo de criterios para el desarrollo de competencias de pensamiento científico y ciudadano, para el fortalecimiento de procesos de educación ambiental en la práctica docente:

Valores: Fortalecimiento de valores desde todas las instancias institucionales, que confluyan en una formación continua e intencionada que brinde al estudiante principios y elementos morales articulados a la toma de decisiones, la resolución de conflictos y el pensamiento crítico en relación a problemas de diverso orden, incluidos los problemas que abarquen ciencias exactas.

Contextualización, diagnóstico e identificación de problemáticas. La identificación de problemáticas ambientales, deben guardar relación con el contexto local e inmediato de los estudiantes, con el fin de que fomenten pertenencia y apropiación por solucionarlos. Incorporar el planteamiento de CSC con base en el diagnóstico

de problemáticas que afecten a los estudiantes permite generar reflexiones que incorporen relaciones CTSA, así como evocarlos a la acción.

Transversalidad: En el proceso de educación ambiental, deben incorporarse las áreas de ciencias del núcleo común, a fin de fortalecer el proceso desde un enfoque holístico de perspectiva integradora.

Sensibilización y formación integral: Las estrategias para la enseñanza de la educación ambiental, deben incluir actividades de sensibilización tendientes a promover en el estudiante actitudes críticas y reflexivas, a partir de debates verbales <<para afianzar el discurso>> y reflexiones escritas <<para afianzar la argumentación>>. Lo anterior conlleva nuevamente, a que el estudiante identifique y formule sus propios problemas, mas halla de los planteados por la docente.

Población Objeto: Vinculado con el criterio de transversalidad, la educación ambiental debería estar vinculada con los tres niveles de educación escolar, considerando que la fijación de valores y pensamiento ambiental se promueve de manera más efectiva si se incluye a estos grupos poblacionales; lo anterior también permite ampliar los contenidos abordados por el proyecto, garantizando que al finalizar el proceso, los estudiantes cuenten con herramientas para plantear una investigación argumentada con el apoyo de las ciencias, en temáticas y problemáticas ambientales.

Incentivos: una oferta institucional de incentivos positivos de acuerdo a resultados obtenidos por parte de los estudiantes; certificar los procesos de formación ambiental; reconocimiento institucional de la labor estudiantil.

Perfil académico del profesional que lidera el proyecto: afinidad del profesional a cargo, respecto del proyecto ambiental que lidere, fomentando lazos del proyecto con la enseñanza de ciencias en los demás espacios académicos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abio, G. (2013). Incidentes críticos (significativos) y rejillas de observación como apoyo para la observación de clases reflexión de profesores de lengua española en formación. Research Gate. Universidad Federal de Alagoas, 107-127.
- Contreras, Y. A. (2014). Una propuesta de aprendizaje de "La estructura de la materia" desde la perspectiva Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente (CTSA). Gondola, 89,91.
- Flik, U. (2009). Introdução à pesquisa qualitativa. Artmet Editores.
- Hodson, D. (2013). La Educación en ciencias como un llamado a la acción. Archivos de Ciencias de la Educación
- Ibarra, S. (2010). Ciencia, Tecnología y Sociedad. Revista PymeAH, 15.
- Iglesias, M. (1997). Una revisión del movimiento educativo ciencia-tecnología-sociedad. ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS, 51,57.
- Jiménez, C. E. (2011). evaluación del PRAE del colegio San José de Calasanz bajo los lineamientos establecidos por la mesa ambiental local – MEAL de suba y la Secretaria de Educación Distrital – SED. Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana.
- Jordi, S., & Vilches, A. (2004). Papel de las relaciones entre ciencia, tecnología, sociedad y ambiente en la formación ciudadana. Enseñanza de las ciencias, 337-348.
- Juan, H. R., Reyes, L., & Gerena, O. A. (2006). Evaluación de los proyectos ambientales escolares en colegios oficiales de la localidad 18 en Bogotá. Gestión y Ambiente, 115-122.

- Leff, E. (2006). Aventuras de la epistemología ambiental: de la articulación de ciencias al dialogo de saberes. México D.F.: Siglo XXI Editores.
- Martínez, L., & Parga, D. L. (08 de 2013). La emergencia de las cuestiones socio científicas en el enfoque CTSA. *Góndola*, 8(1), 23-35.
- Patricia, D. E. (2014). Proyecto ambiental escolar PRAE de la Institución Educativa Técnica Comercial Alberto Pumarejo del barrio Villa Rica II del municipio de Malambo: lectura participativa de la pertinencia socio- ambiental. Manizales: Universidad de Manizales.
- Pelaez, A., Rodriguez, J., Ramirez, S., Perez, L., Vazquez, A., & Gonzalez, L. (s.f.). www.uam.es.
- Postic, M., & De Ketele, J. (2000). Observar las situaciones educativas. Madrid: Narcea S.A. de ediciones.
- Roig, A. B., Vázquez Alonso, Á., Manassero mas, M. A., & García Carmona, A. (2010). Ciencia, Tecnología y Sociedad en Iberoamérica: Una evaluación de la comprensión de la naturaleza de ciencia y tecnología. Madrid: AECID.
- Santos, M. E. (2001). Relaciones entre Ciencia, Tecnología y Sociedad. En P. Membiela, Enseñanza de las ciencias desde la perspectiva Ciencia Tecnología Sociedad. Formación científica para la ciudadanía (págs. 61-72). Madrid: Narcea, S.A.
- Solbes, J., & Torres, N. (2012). Análisis de las competencias de pensamiento crítico desde el abordaje de las cuestiones socio científicas: un estudio e n el ámbito universitario. *Didáctica de las ciencias experimentales y sociales*, 247, 269.
- Solves, & Vilches. (2004). Papel de las relaciones entre ciencia, tecnología, sociedad y ambiente en la formación ciudadana. *Enseñanza de las ciencias*, 337-348.

Solves, J. (1 de 10 de 2013). Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, 1-10.

Solves, J., Vilches. A., & Gil, D. (2001). El papel de las interacciones CTS en el futuro de la enseñanza de las ciencias. En P. Membiela. Enseñanza de las ciencias desde la perspectiva Ciencia, Tecnología-Sociedad, 221-231.

Strauss, A., & Corbin, J. (2002). Bases de la investigación cualitativa. Técnicas y procedimientos para desarrollar la Teoría Fundamentada. Medellín: Universidad de Antioquia.

DOI: <http://dx.doi.org/10.14483/udistrital.jour.RC.2017.27.a12>

Reconstrucción de la reacción $\gamma d \rightarrow K^+ \Lambda(n)$. Una propuesta de enseñanza en física experimental de hadrones

Reconstruction of the $\gamma d \rightarrow K^+ \Lambda n$ reaction. A proposed teaching experimental hadrón physics

Reconstrução do $\gamma d \rightarrow K^+ \Lambda n$ reacção . Um ensinamento proposto física de hádrons experimental

**Cristhian Andrés Suarez Barbosa¹
Edwin Munevar Espitia²**

	<p>Resumen</p> <p>Este trabajo presenta una breve exposición de lo que es la reconstrucción de la reacción $\gamma d \rightarrow K^+ \Lambda(n)$, recreando las principales etapas de este proceso referenciándose en trabajos hechos en física experimental de hadrones.</p> <p>Palabras Clave: Reconstrucción, reacción, hadrones, física, experimental.</p> <p>Abstract</p> <p>This paper presents a brief summary of what the reconstruction of the reaction $\gamma d \rightarrow K^+ \Lambda(n)$, recreating the main stages of this process drawing on work done in experimental hadron physics.</p> <p>Keywords: Reconstruction, reaction, hadrons, physical, experimental.</p>
--	---

¹Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá-Colombia. Contacto: crasuarezb@correo.udistrital.edu.co

²Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá-Colombia. Contacto: emunevare@udistrital.edu.co

	<p>Resumo Este artigo apresenta um breve resumo do que a reconstrução da reação $\gamma d \rightarrow K^+ \Lambda(n)$, recriando as principais etapas deste processo com base no trabalho feito em física de hádrons experimental.</p> <p>Palavras-chave: Reconstrução, reação, hádrons, física, experimental.</p>
--	---

INTRODUCCIÓN

Reconstruir una reacción nuclear es un proceso que involucra todo un conjunto de conceptos de la física nuclear, la relatividad y la mecánica cuántica, sin dejar de mencionar todas las técnicas experimentales y herramientas utilizadas para tal fin. Sin embargo, esta propuesta pretende esbozar a nivel conceptual y práctico las principales consideraciones y analogías que faciliten un primer acercamiento a la reconstrucción de una reacción nuclear. Como consecuencia de ello el conocer la forma en que se estructura la materia y las escalas que a nivel de partículas subatómicas existen, permite crear un marco de referencia a estudiar. La Figura 1 es una pequeña representación de ese entorno, en donde las escalas en la que se encuentran las partículas que se van a estudiar en este trabajo tienen una dimensión del orden de aproximadamente 10^{-15} m (Figura 1).

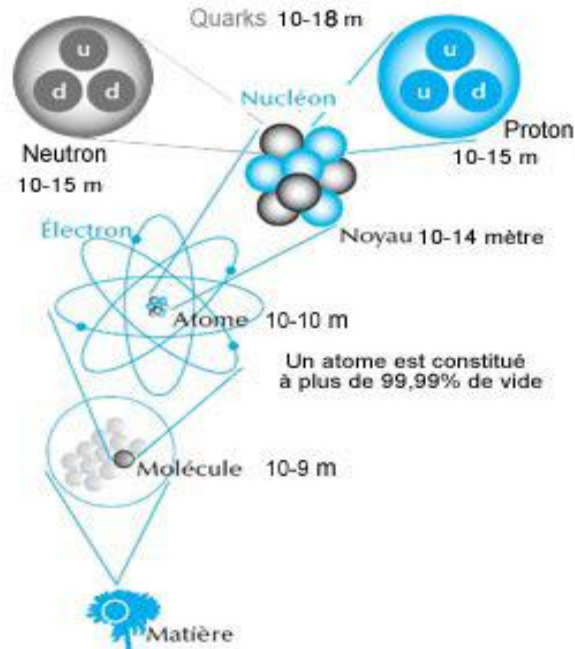


Figura 1: Escala a nivel subatómico de la materia. Fuente: Astronoo.com

Ahora las partículas subatómicas, se clasifican principalmente de acuerdo al tipo de interacciones nucleares (débil o fuerte) a las que son susceptibles. Los hadrones y bariones son principalmente los dos grandes grupos de partículas (figura2).

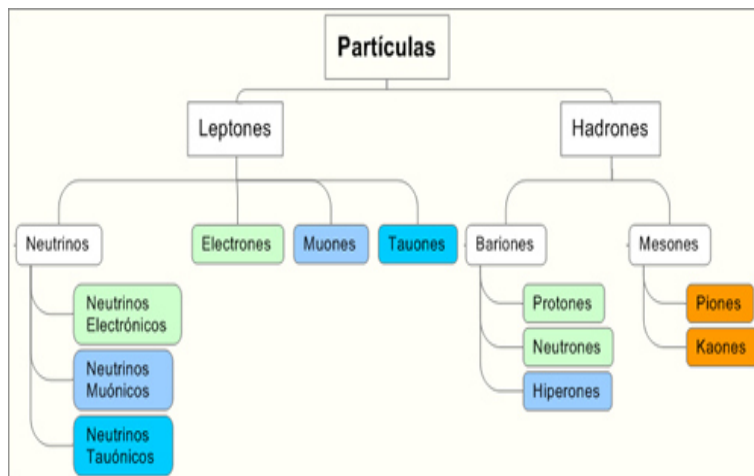


Figura 2: Esquema de las dos familias de partículas subatómicas. Fuente: Mattione, 2011

Los hadrones se caracterizan principalmente por poseer una estructura interna, es decir un hadrón es el resultado de la unión de otras partículas. El término hadrón etimológicamente proviene del griego hadros que significa “denso”, los hadrones son densos porque están constituidos por quarks y gluones. Por su parte los leptones la otra familia de partículas no tienen estructura interna, no se componen a partir de otras partículas y las pruebas experimentales hasta la fecha no han demostrado lo contrario.

Resulta interesante que la naturaleza parece guardar ciertas analogías en su diseño y el caso de los hadrones es una muy buena analogía en principio del átomo. Tanto el átomo como un hadrón están compuestos de partículas. Una forma de estudiar la estructura de un átomo es excitarlo utilizando algún haz de partículas. Estas técnicas experimentales mostraron que no todos los átomos eran iguales, lo que permitió diferenciar y clasificar los elementos presentes en la naturaleza mediante la radiación electromagnética que emitían al ser excitados, a esta técnica se le conoce como espectroscopia atómica.

Los electrones del átomo que al ser impactados adquieren un exceso de energía se ven obligados a saltar a orbitas de mayor energía, sin embargo, el tiempo de permanencia en esta nueva orbita para el electrón es apenas de 10^{-6} s, después regresa a su estado de energía original emitiendo la energía que había adquirido (Figura 3).

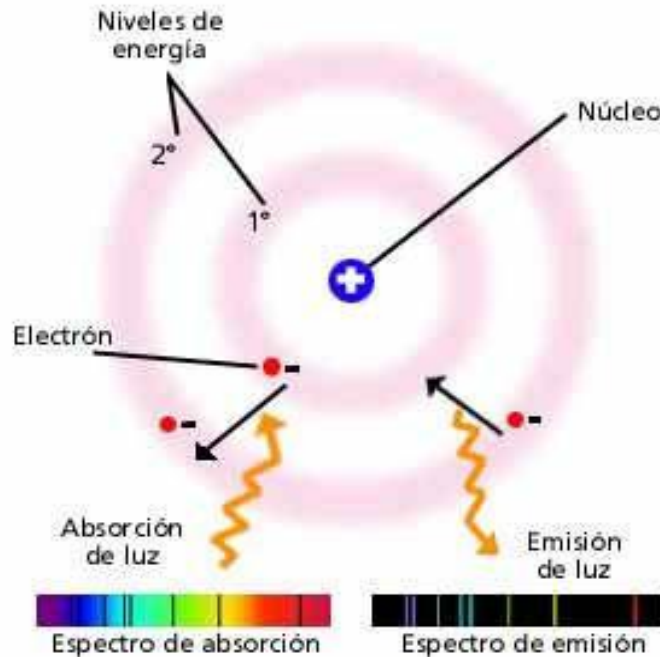


Figura 3: Absorción y emisión de energía en forma de radiación electromagnética en un átomo. Fuente: biofiscadelucho.blogspot.com

El modelo atómico de N. Bohr, explica de manera satisfactoria los espectros de emisión y absorción de un átomo y fue un paso importante en el entendimiento de la materia a escala atómica.

La espectroscopia de hadrones es el estudio de los estados excitados de los hadrones, es decir utilizando un haz se excitan los quarks (Figura 4a), que componen el hadrón (Figura 4b), alcanzando estados de mayor energía, sin embargo, en este proceso los hadrones se desintegran formando otras partículas como mesones y otros hadrones, algunos de estos hadrones son partículas con tiempo de vida media de 10^{-23} s conocidas como resonancias. Estas resonancias se estudian en reacciones como $\gamma d \rightarrow K^+ \Lambda n$ donde Λ es una resonancia.

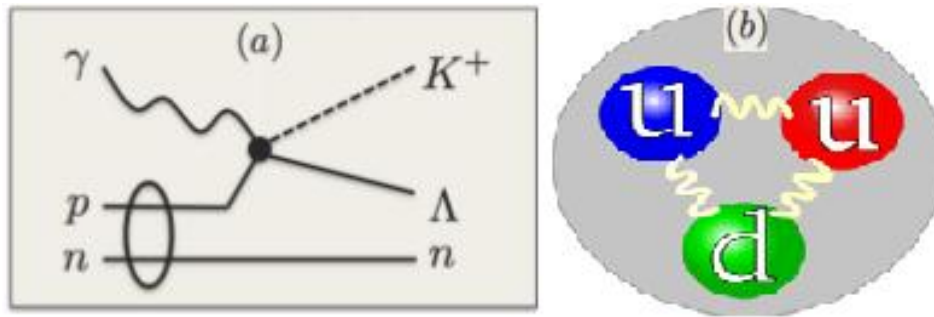


Figura 4: (a) reacción $\gamma d \rightarrow K^+ \Lambda n$; Fuente: Uci.edu (b) quarks en el interior de un hadrón. Fuente: Zachariou, N. (2016).

Reconstrucción de la reacción $\gamma d \rightarrow K^+ \Lambda n$.

Reconstruir una reacción nuclear implica en principio identificar el régimen de energía, las partículas involucradas y el tipo de interacción relacionada, de acuerdo a ello caracterizamos la reacción $\gamma d \rightarrow K^+ \Lambda n$ así

Energía (GeV)			Partículas				Interacción			
0-1	1-2	2-6	L	N	M	B	G	E	D	F
	x			x	x	x				x

Tabla 1: Los rangos de energía están en GeV, las partículas L (leptones), N (nucleones), M (mesones), B (bariones), y las interacciones G (Gravedad), E (electromagnética), D (nuclear débil) y F (nuclear fuerte).

Caracterizar la reacción ofrece la posibilidad de referenciar dentro de un marco de conceptos propios de la física de partículas, el proceso de reconstrucción de la reacción. De acuerdo a esto se considera cuatro etapas para la identificación de las partículas. En cada una de ellas se utilizan trabajos en física experimental de

hadrones para ilustrar y apoyar la exposición del proceso de reconstrucción que se quiere mostrar.

Instancia preliminar: un análisis somero de identificación de carga eléctrica de las partículas y selección de eventos de interés.

Durante el proceso que desencadena la interacción del fotón (γ) con el deuterón (d), se identifican dos momentos: un momento inicial (interacción γd) y un momento final ($K^+ \Lambda n$). En esta primera etapa, se busca identificar en término de sus cargas las partículas del estado final de la reacción. El kaón (K^+) es un mesón de carga positiva, el neutrón (n) tiene una carga 0 y el hiperón lambda (Λ), es una partícula extraña cuyo decaimiento es $p\pi^-$ (en un 60% de los casos) se tiene entonces un mesón con carga negativa (π^-) y un nucleón (protón) con carga positiva. Se seleccionan solo eventos que contengan partículas con carga positiva y negativa lo que obliga a la reconstrucción del neutrón en otra etapa después de haber identificado previamente todas las partículas.

Se considera la velocidad relativa de la partícula respecto a la velocidad de la luz (β) como elemento de juicio para en principio hacer una identificación superficial de partículas positivas y negativas. La diferencia entre el valor teórico y el valor experimental (este se obtiene de la información de los bancos de datos) de β , si es cercano a cero incluirá partículas con el β seleccionado.

$$\beta_{particula} = \frac{pc}{\sqrt{m^2c^4 + p^2c^2}}$$

Donde p es el valor de momento lineal medido por el detector, m es la masa de la partícula hipotética, en este caso el protón y c la velocidad de la luz. Este valor se resta con el correspondiente valor experimental asociado con la partícula. La Figura 5 muestra un ejemplo del histograma $\Delta\beta$ vs momentum obtenido para el caso de la identificación de π^- (Figura 5).

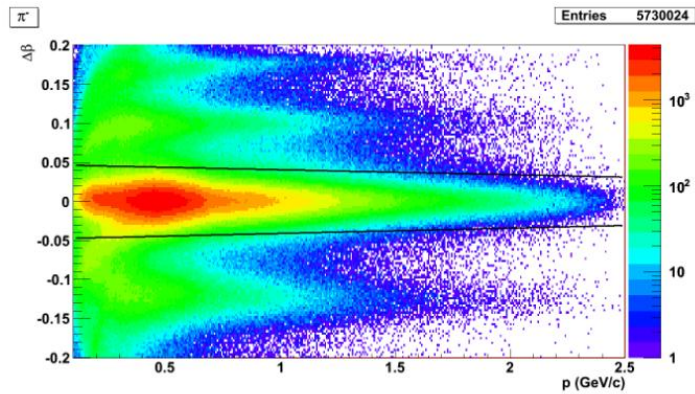


Figura 5: Histograma de $\Delta\beta$ vs momento de π^- , en rojo se observa la mayor densidad de eventos que involucran π^- Fuente: Mattione, P. (2011).

Utilizando la misma estrategia se determinan eventos que contengan protones (ver Figura6) y eventos que contengan K^+ (ver Figura7).

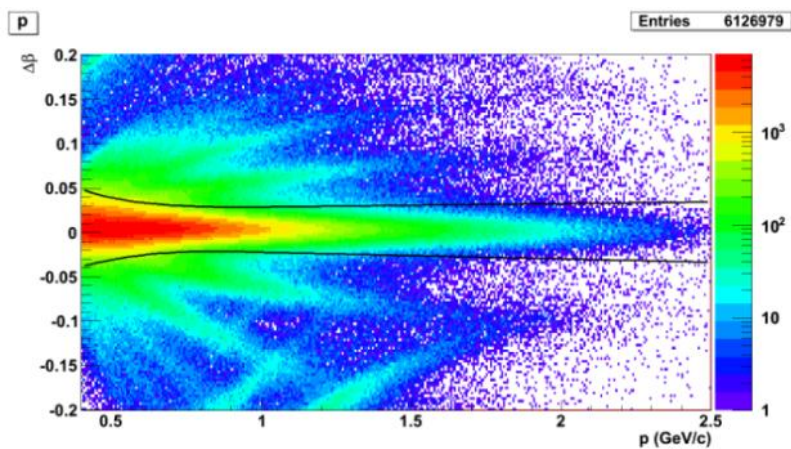


Figura 6: Histograma de $\Delta\beta$ vs momento de p , en rojo se observa la mayor densidad de eventos que involucran. Fuente: Mattione, P. (2011).

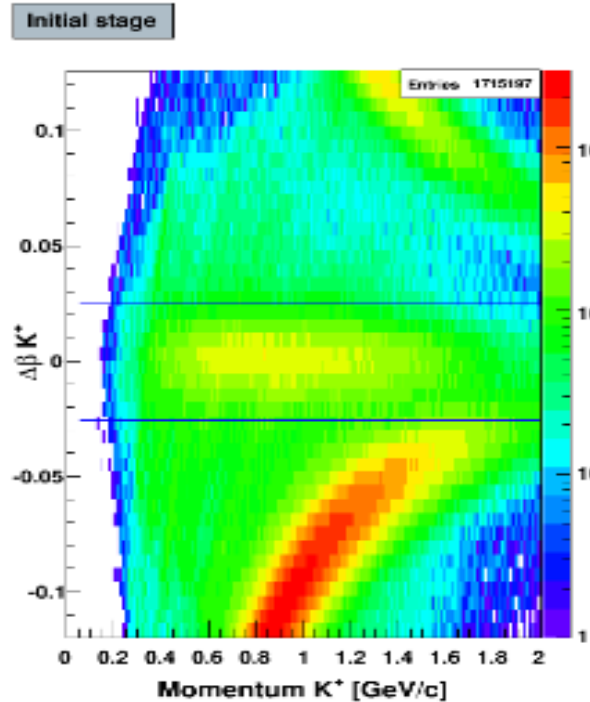


Figura 7: Las líneas en azul encierran eventos K^+ . La zona en rojo representa una densa contaminación de π^- Fuente: Munevar, E. (2014).

Identificación del fotón (γ) incidente.

Para determinar el fotón γ se necesita la información que proviene del detector. En esta instancia se debe conocer aspectos propios del funcionamiento del detector. Estos aspectos son: forma geométrica del detector, centro geométrico del mismo y sistemas de detección. Sea ($T_{llegada}$), el tiempo de llegada de los fotones al sistema que los detecta, (z_v) el valor de la coordenada en z del objetivo (deuterón) dentro del detector, que se puede obtener a partir de la información de K^+ (es la única partícula que se identifica en el origen mismo de la reacción) y la distancia desde el centro del detector donde está el objetivo de deuterón (z). Con estas variables se obtiene un tiempo para el que sería en principio el mejor fotón.

$$T_\gamma = T_{llegada} + \frac{z_v - z}{c}$$

Aprovechando el cálculo de los $\Delta\beta$ realizados en la etapa anterior se estima el tiempo del K^+ (T_{K^+}) detectado como sigue:

$$T_{K^+} = T_m - \frac{l_m}{c\beta_{K^+}}$$

Donde T_m es el tiempo medido por el detector, l_m es la longitud recorrida por el kaón hasta ser detectado, c la velocidad de la luz y β_{K^+} la beta calculado en la etapa anterior para el K^+ . Ahora con estos dos tiempos se obtiene un $\Delta T = T_{K^+} - T_\gamma$ que se proyecta en un histograma respecto al momento del K^+ (Figura 8) en el que la mayor concentración de eventos cerca al cero, representara al mejor fotón.

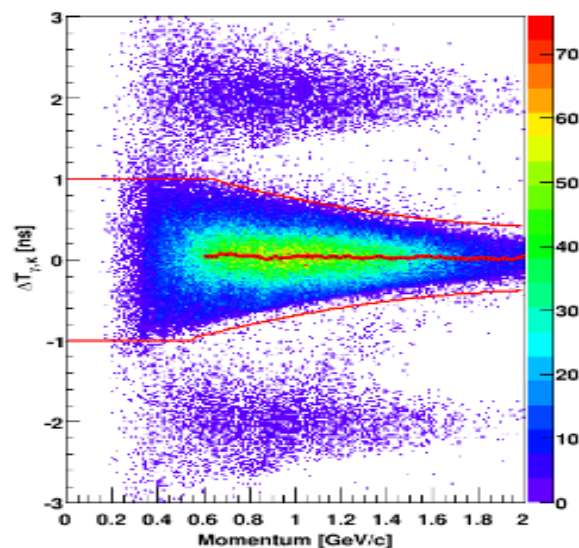


Figura 8: Histograma de ΔT vs momento K^+ . En verde se encuentra la mayor densidad de eventos que representa el fotón incidente γ Fuente: Munevar, E. (2014).

Análisis riguroso en la identificación de las partículas a partir de métodos basados en la cinemática relativista.

El cálculo de $\Delta\beta$, en esta instancia debe ser refinado para asegurarse de tener partículas propias de la reacción, es decir limpiar la información que se ha obtenido

en la primera etapa. Esto implica utilizar herramientas propias de la cinemática relativista como son los cuadvectores de momento. Del cuadrimento se obtiene información del momento, la carga y la energía de las partículas. Esta información se utiliza para reconstruir en principio en esta instancia el hiperón Λ , a partir de la suma de las masas del π^- y de p (masa invariante), obtenidas de los cuadvectores de momento de estas partículas.

$$M_{\Lambda} = m_p + m_{\pi^-}$$

Donde M_{Λ} es la masa de lambda, m_p la masa del protón y m_{π^-} la masa de π^- . Identificados las partículas en las que decae Λ se construye un histograma de la masa del hiperón Λ donde se espera observar un pico alrededor de $1.15 \frac{GeV}{c^2}$ correspondiente al valor nominal de la masa de Λ (Figura 9).

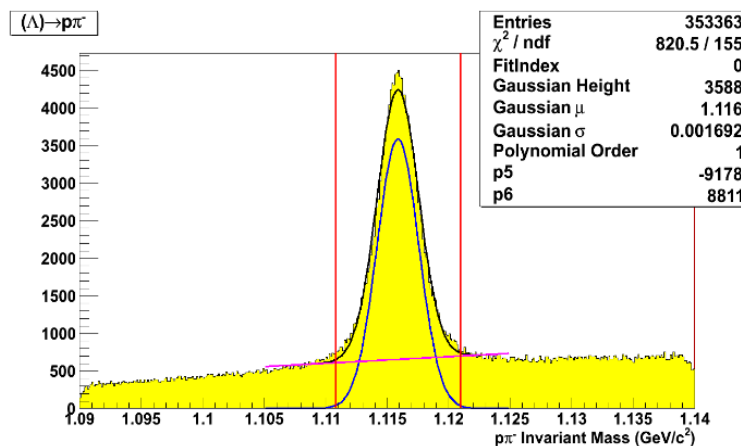


Figura 9: Histograma de masa invariante para Λ . Las líneas en rojo representan los cortes para ajustar a una función el pico del histograma. Fuente:] Mattione, P. (2011).

Reconstrucción de las partículas neutras utilizando la técnica de masa faltante (missing mass).

El *missing mass* es la reconstrucción de una partícula a partir del balance de energía y momento de los estados inicial y final de la reacción. La información de los

cuadrivectores de momento del fotón γ , del Deuteron d y de las partículas ya detectadas hasta esta etapa permiten reconstruir el neutrón. Sea M_n la masa del neutrón, entonces

$$M_n = (P_\gamma + P_d - P_{K^+} - P_\Lambda)^2$$

La anterior ecuación se conoce como missing mass-squared (masa faltante al cuadrado). En el histograma de número de eventos respecto a M_n se espera observar una curva alrededor de 0, porque el 0 representa eventos donde el momento inicial ($P_\gamma + P_d$) es igual al momento final ($P_{K^+} + P_\Lambda$) incluyendo el momento del neutrón. Un histograma de número de eventos vs missing mass-squared da una idea de la precisión de la reconstrucción de una partícula (Figura 10).

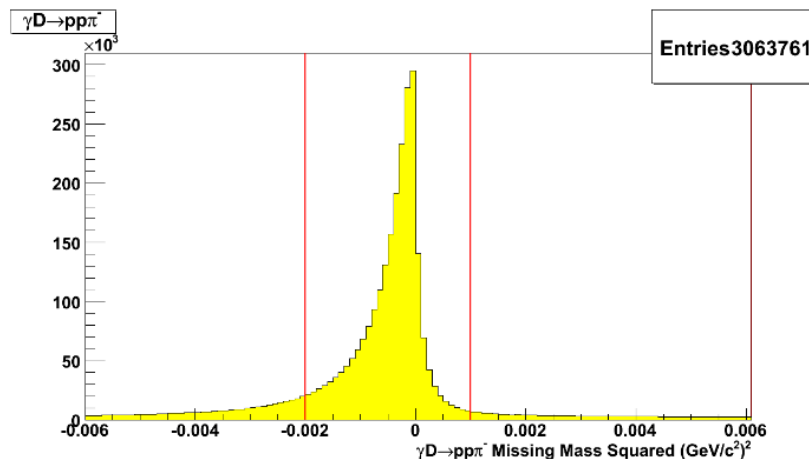


Figura 10: Histograma de número de eventos vs missing mass-squared. Este es el tipo de histograma que se espera obtener para determinar qué tan preciso fue el missing mass de n en la reacción $\gamma d \rightarrow K^+ \Lambda n$. Fuente:] Mattione, P. (2011).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Astronoo.com. (2016). Hadrón, partícula subatómica. *Las dimensiones de las partículas elementales*. [Figura] Obtenido de: <http://www.astronoo.com/es/articulos/hadron.html>

biofiscadelucho.blogspot.com (2015). *Primera unidad "La Biofísica"*. [Figura]
Obtenido de: <http://biofiscadelucho.blogspot.com.co/2015/09/primera-unidad-labiofisica-es-laciencia.html>

educ.ar. (2016). *La química de las estrellas*. [Figura] obtenido de:
<http://www.educ.ar/sitios/educar/recursos/ver?id=125378>

Eisberg, R. (LIMUSA WILEY) (1999). *Física cuántica: átomos, moléculas, sólidos, núcleos y partículas*. México D.F: Noriega Editores.

Mattione, P. (2011). *$K^*(892)^0\Lambda$ and $K^+\Sigma^-(1385)^0$ Photoproduction on the Deuterón*.
Tesis doctoral. RICE UNIVERSITY, Houston, Texas. Obtenido de:
www.jlab.org/Hall-B/general/thesis/Mattione_thesis.pdf

Mattione, P. (2011). *$K^*(892)^0\Lambda$ and $K^+\Sigma^-(1385)^0$ Photoproduction the Deuteron*.
[Figura] (pp.137). Obtenido de: https://www.jlab.org/Hall-B/general/thesis/Mattione_thesis.pdf

Mattione, P. (2011). *$K^*(892)^0\Lambda$ and $K^+\Sigma^-(1385)^0$ Photoproductionon the Deuteron*.
[Figura] (pp.73). Obtenido de : https://www.jlab.org/Hall-B/general/thesis/Mattione_thesis.pdf

Mattione, P. (2011). *$K^*(892)^0\Lambda$ and $K^+\Sigma^-(1385)^0$ Photoproductionon the Deuteron*.
[Figura] (pp.136). Obtenido de : https://www.jlab.org/Hall-B/general/thesis/Mattione_thesis.pdf

Mattione, P. (2011). *$K^*(892)^0\Lambda$ and $K^+\Sigma^-(1385)^0$ Photoproductionon the Deuteron*.
[Figura] (pp.173). Obtenido de : https://www.jlab.org/Hall-B/general/thesis/Mattione_thesis.pdf

Munevar, E. (2014). *Photon Beam Asymmetry Measurement from the $\gamma n \rightarrow K^+\Sigma^-$*
(Tesis doctoral). The George Washington University, Washington D. C.
Obtenido de: www.jlab.org/Hall-B/general/thesis/Munevar_thesis.pdf.

Munevar, E. (2014). *Photon Beam Asymmetry Measurement from the $\gamma n \rightarrow K^+ \Sigma^-$ Reaction*. [Figura] (pp.80). Obtenido de: https://www.jlab.org/Hall-B/general/thesis/Munevar_thesis.pdf

Munevar, E. (2014). *Photon Beam Asymmetry Measurement from the $\gamma n \rightarrow K^+ \Sigma^-$ Reaction*. [Figura] (pp.98). Obtenido de: https://www.jlab.org/Hall-B/general/thesis/Munevar_thesis.pdf

Uci.edu. (2016). *Introduction to Quarks, Leptons, and the Electromagnetic and Weak Interactions*. [Figura] Obtenido de: <http://sites.uci.edu/energyobserver/2012/11/27/introduction-to-quarks-leptons-and-the-electromagnetic-and-weak-interactions/>

Zachariou, N. (2016). Study of the Hyperon-Nucleon Interaction in Exclusive

Λ Photoproduction off the Deuteron. [Figura] (pp. 2). Obtenido de: http://www.epj-conferences.org/articles/epjconf/pdf/2016/08/epjconf_fb2016_07002.pdf

DOI: <http://dx.doi.org/10.14483/udistrital.jour.RC.2017.27.a13>

La astronomía, su enseñanza e investigación en el departamento de física de la Universidad Pedagógica Nacional

Astronomy, teaching and research at the department of physics of the University National Pedagogic

Astronomia, ensino e pesquisa do departamento de física da Universidade Nacional Pedagogica

Rosa Inés Pedreros Martínez¹

Resumen

Se presenta la actividad investigativa realizada en el Departamento de Física en torno a la Astronomía y su enseñanza. Se indaga por las perspectivas, énfasis e incursiones en el aula y realiza una interpretación y análisis de los trabajos de grado. Como conclusiones se encuentra que se buscan alternativas que tengan sentido para cada uno de los estudiantes y profesores, de tal manera que se genere procesos innovativos e investigativos en el ámbito de la Astronomía, en particular en las escuelas de nuestros contextos locales.

Palabras Claves: Astronomía, enseñanza, investigación, ciencias, perspectivas.

Abstract

Research activity carried out in the Department of Physics around astronomy and teaching is presented. It explores the prospects, emphasis and incursions in the classroom and makes an interpretation and analysis of the works of degree. As conclusions it is that alternatives that make sense for each of the students and teachers are sought, so that innovative and investigative processes is generated in the field of astronomy, particularly in schools in our local contexts.

Keywords: Astronomy, teaching, research, science, perspectives.

¹ Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá- Colombia. rpedreros@pedagogica.edu.co

	<p>Resumo Actividade de investigação realizada no Departamento de Física em torno de astronomia e ensino é apresentado. Ele explora a perspectivas, ênfase e incursões na sala de aula e faz uma interpretação e análise dos trabalhos de grau. Como conclusões é que as alternativas que fazem sentido são procurados para cada um dos alunos e professores, de modo que os processos inovadores e de pesquisa gerada no campo da astronomia, em particular nas escolas em nossos contextos locais.</p> <p>Palavras-Chave: Astronomia, ensino, pesquisa, ciência, perspectivas.</p>
--	---

INTRODUCCIÓN

El trabajo entorno a la Astronomía se ha constituido en un campo de investigación en el Departamento de Física, particularmente en las Líneas de la *Enseñanza de las Ciencias desde una perspectiva cultural y Enseñanza de las ciencias y diversidad cultural*. Objetivos: Distinguir perspectivas investigativas. Identificar los énfasis en la enseñanza de la Astronomía. Rastrear las incursiones que se privilegian en el aula.

REFERENTES

La Línea *Enseñanza de las Ciencias desde una perspectiva cultural*, está basada en el reconocimiento de que la enseñanza de las ciencias es un campo disciplinar autónomo; reconocimiento sustentado en el hecho de que la investigación en este campo, bajo la influencia de la Historia y la Filosofía de las ciencias y los Estudios Culturales, desplaza su objeto de estudio de los problemas relativos a las disciplinas científicas a los problemas de enseñanza, aspecto que llama la atención sobre el conocimiento como un hecho complejo que no es separable de los contextos culturales ni de las dinámicas involucradas en su construcción. Desde esta perspectiva la enseñanza de las ciencias es una actividad cultural, que supone caracterizar el conocimiento como una actividad en la cual se elaboran explicaciones en una dinámica compleja y que está

mediada por una cosmovisión particular, histórica y socialmente construida. En este proceder la cultura se recrea permanentemente. (Documento de Acreditación de Alta Calidad del Programa Licenciatura en Física, 2016).

En la Línea *Enseñanza de las ciencias y diversidad cultural*, se tiene en cuenta que en países como Colombia cobra sentido tener en cuenta los modos de hablar, pensar y actuar de sus pobladores, dado que está conformado por comunidades culturalmente diferenciadas, que implica una diversidad epistémica y cultural. Este asunto se constituye en un aspecto relevante para la comunidad de docentes al asumir el desafío de proponer una Educación en Ciencias, en particular si se tiene en cuenta que, en Latinoamérica, se continúa colonizando a nuestros pobladores, se les atropella imponiendo un esquema simbólico, es decir, generando una violencia epistémica.

A este respecto, se ubica que nuestras identidades han sido resituadas y convertidas en nuevas formas de deseo y que estos “nuevos tiempos” son un reflejo de las narraciones que vivimos; que las narraciones forman un contrato cultural entre los individuos, los grupos y nuestro universo social, (MacLaren, 1997); que existen diversas implicaciones e imperativos que emergen de la historia, de las relaciones sociológicas, la dimensión cultural y los compromisos ontológicos y epistemológicos que podemos reconocer al hacer un estudio filosófico sobre la modernidad, (Escobar, 2003); que los paradigmas hegemónicos eurocéntricos que han configurado la filosofía y las ciencias occidentales en el sistema mundo durante los últimos 500 años asumen un punto de vista universalista, neutral y objetivo, (Grosfoguel, 2005, 2006, 2006b).

ASTRONOMÍA Y SU ENSEÑANZA

Desde los inicios de la humanidad se ha contemplado el cielo, en todas las épocas personas y diversas comunidades se han detenido un instante a realizar esta actividad. Particularmente en la vida cotidiana los niños, jóvenes y adultos se han preguntado o han escuchado ¿Por qué nos sigue la luna? ¿Por qué se presentan las fases de la luna? ¿Por qué a veces podemos ver la luna y el sol de día? ¿Por qué se presentan los eclipses? ¿Por qué el día y la noche? ¿Cómo

se originó el universo? ¿Hay vida en otros planetas o en otro lugar del espacio? ¿Cómo se orientaban los antiguos? ¿Cómo se diseñaron los calendarios?

Estas y muchas otras preguntas que nos hacemos frente al mundo físico y natural en el que vivimos suscitan interés e inquietudes por los eventos que observamos o informamos de nuestro entorno. Eventos y procesos naturales que se han venido estudiando y especulando en la historia de la ciencia por astrónomos, pensadores y científicos.

En cuanto a la Astronomía y su enseñanza, se constituye en un reto y compromiso la búsqueda de actividades entorno a la construcción de escenarios de aprendizaje y ciertos artefactos o maquetas que posibilitan enriquecer la mirada del estudiante y del maestro, en donde se genera procesos de conocimiento que permiten la comprensión y la explicación de diferentes sucesos de nuestro entorno. Inquietudes y actividades que llevan a recrear y crear la organización de nuestra experiencia, en particular con el mundo físico, natural y socio-cultural. (Jiménez, 2013).

Algunas de las investigaciones realizadas en el Departamento de Física han sido, por ejemplo:

MIRADA AL CIELO DE BOGOTÁ: UNA EXPERIENCIA CON NIÑOS DE QUINTO GRADO DE PRIMARIA. CASTAÑEDA (2012)

Se aborda la enseñanza de las Ciencias, en particular de la Astronomía con niños de primaria, se presentan las actividades realizadas en torno a las ideas, preguntas y explicaciones de los estudiantes sobre algunos eventos y situaciones del entorno físico y natural. El maestro en formación hace una inserción en el aula, distingue las estrategias para vincular las vivencias del estudiante, sus ideas e inquietudes para generar conocimiento en la clase a partir de los intereses de los estudiantes sobre el ámbito de la Astronomía.

Diálogo de saberes en el estudio de la luna en la clase de astronomía con estudiantes de quinto grado de la básica primaria, Valero (2013)

Este trabajo es el resultado de un proceso de reconocer nuestras culturas mediante el diálogo de saberes en el aula y los diferentes conocimientos que se elaboran a través del escolar, a partir de la enseñanza de la Luna como objeto de estudio. Desde el sentido del diálogo de saberes en la comunidad de la vereda “Juncal” del municipio de Umbita Boyacá en la cual se realizó la investigación, es evidente que nos separan objetivos diferentes de los nuestros desde una cosmovisión de mundo o sociedad desde otra lógica, dado que estamos atrapados en el pensamiento occidental. Para lograr un verdadero encuentro, es necesario partir del reconocimiento y valoración de esas otras culturas como las zonas rurales de nuestro país, que tienen aportes tan valiosos como los nuestros y que mediante el diálogo será posible construir nuevas realidades.

Diversidad de sistemas de conocimiento en la enseñanza de la Astronomía con estudiantes de quinto grado de la básica primaria. Jiménez (2013)

Se pone en evidencia la diversidad cultural por medio de “la validación de los saberes ancestrales”, reconocer al otro como otro yo, con lo cual se aporta en la formulación de alternativas para pensar la ciencia y su enseñanza en el aula. La pregunta investigativa fue: *¿Cuál es la diversidad de sistemas de conocimiento en la enseñanza de la Astronomía con estudiantes de quinto de primaria de la Educación Básica?*

El objetivo *“Determinar las interrelaciones que se encuentra en la diversidad de sistemas de conocimiento en la enseñanza de la Astronomía, en particular sobre el movimiento aparente del Sol y de más cuerpos celestes con estudiantes de quinto de primaria de la Educación Básica que representan la diversidad cultural.*

Modelización y Modelos en el Aula: Experiencia sobre las Fases de la Luna con grado Once. Orozco y Bohórquez (2012)

El trabajo es el producto de una reflexión pedagógica, epistemológica y disciplinar sobre la enseñanza de las ciencias; hace referencia a una propuesta particular llamada Modelización en el aula en la cual se puede evidenciar la construcción de conocimiento en la clase de ciencias naturales, específicamente en Física. Este trabajo emerge a partir de la pregunta *¿Cómo es la modelización*

en el aula y cuáles modelos elaboran los estudiantes de grado once a partir del evento de las fases de la Luna?

PROCEDER METODOLÓGICO

Se realiza una indagación sobre los trabajos investigativos realizados en la Licenciatura en Física y Maestría en Docencia de las Ciencias Naturales del Departamento de Física. La perspectiva que se tiene en cuenta para ello es la interpretativa, dado que posibilita aproximarse al universo interpretativo del otro, una aproximación a la cultura del “otro” como sujeto enmarcado en unas condiciones históricas-sociales-culturales específicas a un tiempo. (Molina, 2012).

RESULTADOS Y ANÁLISIS

La actividad investigativa en torno a la Astronomía y su enseñanza realizada en el Departamento de Física ha posibilitado distinguir perspectivas de investigación para realizar los trabajos de grado de los estudiantes, organizar propuestas en la enseñanza de la Astronomía y realizar diversas incursiones en el aula.

En cuanto a las de perspectivas de investigación se han encontrado las siguientes:

- Diversidad cultural y sistemas de conocimiento.
- Diversidad cultural, epistémica y conceptual.
- Dialogo de saberes.
- Modelo, modelización y elaboración de modelos.

En cuanto a las propuestas en el aula, se muestra como relevante para el profesor, lo siguiente:

- El trabajo en torno a preguntas.
- Elaboración de explicaciones de lo que se aborda en la clase.
- Modelos y modelización de un evento celeste.
- Observación como fuente de información y conocimiento.

- Elaboración de bitácoras como forma de sistematización de lo que se estudia.

Algunas de las incursiones realizadas en el aula fueron:

- Trabajo entorno a las inquietudes de los estudiantes: ¿Por qué no se cae la Luna hacia la Tierra?, ¿Hay vida en otros lugares del universo?
- Abordar situaciones como: Si en Colombia son las 2 de la tarde, ¿qué hora es en Londres y Porto Alegre? O Si viviéramos en Júpiter ¿Cómo sería el día y la noche en ese planeta?
- Seguimiento a cuerpos celestes como la Luna o las constelaciones.
- Construcción de instrumentos, maquetas y prototipos como: Elaboración de la carta celeste, astrolabio, reloj solar, entre otros.
- Estudio de cosmovisiones indígenas.
- Estudio de las visiones de mundo de los griegos, árabes, chinos, entre otros.
- Acercamiento a algunos pensadores y científicos como Tolomeo, Copérnico, Kepler, Galileo, Hawking, entre otro).
- Estudio del sistema Luna-Tierra-Sol, Tierra-Luna, sistema solar.

CONCLUSIONES

La revisión y análisis de las investigaciones realizadas en el Departamento de Física en torno a la Astronomía y su enseñanza, han posibilitado:

- Cultivar la curiosidad, el deseo por saber y construir explicaciones a eventos que nos susciten interés en el ámbito de la Astronomía.
- Cuestionarnos sobre el sentido de la Astronomía en el aula y en la vida cotidiana dado que la idea de Astronomía que tengamos, genera unas formas de proceder en la clase, una manera de plantear y abordar las actividades en el aula y una forma de relacionarnos con nuestro entorno físico, natural y socio-cultural.

- Buscar alternativas que tengan sentido para cada uno de los estudiantes y profesores, de tal manera que se genere procesos innovativos e investigativos en el ámbito de la Astronomía, en particular en las escuelas de nuestros contextos locales.
- Mostrar posibles perspectivas, enfoques e incursiones en torno a la investigación de la Astronomía y su enseñanza.
- Enriquecer las perspectivas de trabajo de las Líneas de la *Enseñanza de las Ciencias desde una perspectiva cultural* y *Enseñanza de las ciencias y diversidad cultural* del Departamento de Física de la Universidad Pedagógica Nacional
- Constituir una comunidad en torno a la Astronomía y su enseñanza en la Universidad Pedagógica Nacional.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Castañeda, C. A. (2012). *Mirada al cielo de Bogotá: Una experiencia con niños de quinto grado de primaria*. Departamento de Física. Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá.
- Documento de Acreditación de Alta Calidad del Programa Licenciatura en Física, 2016.
- Escobar, A. (2003). *Mundos y conocimientos de otro modo. El programa de investigación de modernidad/colonialidad latinoamericano*. *Tabula Rasa*, No1: 51-86.
- Grosfoguel, R. (2005). *The implications of subaltern epistemologies for global capitalism: Transmodernity, border thinking and global coloniality*- En William I. Robison y Richard Applebaum (eds). *Critical Globalization*.
- Grosfoguel, R. (2006). *La descolonización de la economía política y los estudios postcoloniales: Transmodernidad, pensamiento fronterizo y colonialidad global*. *Tabula Rasa*, No. 4:17-48.
- Grosfoguel, R. (2006b). *World-System Analysis in the context of Transmodernity, Border Thinking and Global Coloniality*. *Review*, V.29.

- Jiménez, J. O. (2013). *Diversidad de sistemas de conocimiento en la enseñanza de la Astronomía con estudiantes de quinto grado de la básica primaria*. Departamento de Física. Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá.
- McLaren, P. (1997). *Pedagogía crítica y cultura depredadora. Políticas de oposición en la era posmoderna*. Barcelona: Paidós.
- Molina, A. (2005). El “otro” en la constitución de identidades culturales. En Piedrahita, C y Paredes, E (Editoras). *Cultura política, identidades y nueva ciudadanía*, Cúcuta, Sic Editorial LTDA: 2, 139-169.
- Orozco y Bohórquez (2012). *Modelización y Modelos en el Aula: Experiencia sobre las Fases de la Luna con grado Once*. Departamento de Física. Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá.
- Valero, L. J. (2013). *Diálogo de saberes en el estudio de la Luna en la clase de Astronomía con estudiantes de quinto grado de la básica primaria*. Departamento de Física. Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá.

DOI: <http://dx.doi.org/10.14483/udistrital.jour.RC.2017.27.a14>

Movimiento circular desde el estudio del posicionamiento y la trayectoria de algunos satélites artificiales

Circular motion from the study of positioning and the path of some artificial satellites

Movimento circular desde o estudo do posicionamento e a trajetória de alguns satélites artificiais

Carlos Enrique Agudelo Espitia¹
Sergio Cuellar Ardila²

Resumen

Se expone una propuesta de enseñanza-aprendizaje fundamentada en el modelo de aprendizaje significativo, tomando como elemento principal el análisis del movimiento circular aplicado en el estudio del posicionamiento y trayectoria de algunos satélites artificiales, involucrando posibles intereses de los estudiantes vinculados a cursos de física mecánica de la facultad de ingeniería. Los datos usados para el seguimiento de los satélites artificiales en tiempo se toman de: *heavens-above* y *satview*. En la propuesta, el estudiante encuentra la información necesaria para conocer la clasificación de los satélites respecto a su uso y las características de las órbitas descritas, vinculándolas con los conceptos de cinemática propios del movimiento circular uniforme realizando las gráficas de las trayectorias, aplicando y reforzando a su vez los contenidos propios del movimiento circular uniforme.

Palabras clave: Órbita, educación, cinemática, coordenadas polares, modelamiento.

¹ Universidad Nacional de Colombia. Bogotá-Colombia. Contacto: ceagudelo@unal.edu.co

² Universidad ECCI. Bogotá-Colombia. Contacto: scuellara@ecc.edu.co

	<p>Abstract This paper sets out a teaching-learning proposal based on meaningful learning, taking as principal element circular motion analysis applied on positioning and trajectory of some artificial satellites, this proposal involves students of courses of mechanical physics in the engineering faculty and their interests. Data used for artificial satellite tracing in real time has taken from: heavens-above y satview. At this proposal the students will find the necessary information to know the satellite classification according with uses and characteristics of the orbit described, linking it with kinematic concepts related with circular motion when performing trajectory graphics, applying and strengthening circular motion contents.</p> <p>Keywords: Orbit, education, kinematics, polar coordinates, modeling.</p> <p>Resumo Este documento define uma proposta de ensino-aprendizagem baseada na aprendizagem significativa, tendo como elemento principal a análise de movimento circular aplicado sobre posicionamento e trajetória de alguns satélites artificiais, esta proposta envolve os interesses de alunos dos cursos de física mecânica na faculdade de engenharia. Los dados usados para rastreamento de satélite artificial em tempo real tomou a partir de: <i>heavens-above</i> y <i>satview</i>. Nesta proposta os alunos irão encontrar as informações necessárias para conhecer a classificação de acordo com o satélite usa e características da órbita descrita, vinculando-a cinemática de conceitos relacionados com o movimento circular ao executar gráficos trajetória, aplicação e reforço movimento circular de conteúdo.</p> <p>Palavras-chave: Órbita, educação, cinemática, coordenadas polares, modelagem.</p>
--	---

INTRODUCCIÓN

Este documento presenta una propuesta relacionada con la enseñanza de la física mecánica, en particular, el tópico de movimiento circular uniforme a partir del movimiento de los satélites artificiales articulando el aprendizaje significativo

y la utilización de las herramientas tecnológicas propias de las aulas virtuales. La herramienta que se desarrolla se basa en una secuencia didáctica donde luego de presentar los conceptos, ecuaciones y ejemplos de cálculo del movimiento circular uniforme, se pretende que el estudiante aplique las competencias interpretativas en las trayectorias de satélites artificiales. La secuencia didáctica tiene como primer estadio, el estudio de la clasificación de los satélites donde el estudiante se familiariza con la terminología y los distintos usos que poseen los satélites. En segunda instancia se plantea el análisis de las trayectorias de algunos satélites a partir de la formulación de las ecuaciones de un modelo que relaciona el movimiento circular, así como la relación con los conceptos de gravitación de Newton. Por último se plantea un modelo sencillo en el que haciendo uso de datos de seguimiento de un satélite en un software de matemática u ofimática, se puede graficar e identificar la trayectoria de un satélite.

La propuesta realizada permitió a través de la secuencia didáctica estudiar la importancia del uso de tópicos actuales en la enseñanza de la física y en un campo de innovación donde el estudiante hace uso de la tecnología dentro de su quehacer como futuro ingeniero, esto es, aplicar la didáctica de la astronomía.

METODOLOGÍA

Clasificación de los satélites

Aunque hay diferentes factores mediante los cuales se pueden clasificar los satélites, en el presente trabajo se hará referencia a dos categorías: Por su órbita y por su finalidad.

A. Clasificación por su órbita

Satélites de órbita geoestacionaria (GEO). Su trayectoria está dada por una órbita circular, donde el periodo equivale al tiempo de rotación empleado por la tierra es decir 24 horas. Su altura es de 35786 km, su nombre lo recibe por el hecho de permanecer estático frente a un punto de la tierra, esto es como consecuencia que los dos cuerpos cuentan con el mismo periodo.

Satélites de órbita baja (LEO). Situados a una altura entre los 180 a 2000 Km, su periodo es de 90 minutos. Al estar muy cercanos a la tierra la atmósfera los afecta y como consecuencia se debe estar constantemente corrigiendo su trayectoria elíptica (Ichoku C., 2016).

Satélites de órbita media (MEO). Ubicados a una altura entre 2000 a 35780 Km, su periodo es de 6 horas. (Ichoku C., 2016).

Satélites de órbita muy elíptica (HEO). Su perigeo está ubicado a unos 500 Km mientras el apogeo a unos 50000 Km. Sus órbitas presentan una inclinación de 63,50°. Su periodo varía entre 8 a 24 horas.

B. Clasificación por su utilidad

Satélites de Telecomunicaciones. Estos satélites presentan en su mayoría una órbita Geoestacionaria, permiten la retrasmisión de radio señales entre estaciones terrestres. Además permiten brindar el servicio de internet y de telefonía móvil a lugares remotos de la tierra.

Satélites Meteorológicos. Los primeros satélites que se pueden considerar de este tipo fueron los TIROS (Televisión Infra-Red Observation Satellite) al inicio de los años 60, La principal utilidad de estos es la producción de imágenes del sistema tierra atmósfera. Los satélites Meteorológicos se pueden agrupar en dos grupos: (Gómez s.f.)

Satélites de órbita polar o Heliosincrónicos. Estos se encuentran orbitando la tierra de polo a polo.

Satélites Geoestacionarios. Se encuentran sobre la línea del ecuador y mantienen el mismo periodo de rotación que la tierra.

Satélites de Navegación. Permiten controlar la navegación aérea y marítima, para esto utilizan las coordenadas de posición de las naves o de los barcos tomando como sistema de referencia puntos de su respectiva órbita. El sistema más utilizado es el GPS, el cual está compuesto por 24 satélites en órbita MEO, los cuales siempre deben garantizar que mínimo un usuario pueda estar en contacto con 6 de ellos, estos satélites envían la información tanto de tiempo como de ubicación a un receptor electrónico que se encuentra incluso en

celulares o tabletas de última tecnología que cuentan con la capacidad de recepción de señales tipo GPS (Calvo, 2013).

Satélites Militares y Espías. (Satélites obrita LEO). Estos satélites son utilizados normalmente para intersectar señales o para identificar puntos terrestres donde se desean realizar ataques militares. En todo momento apuntan en dirección a la tierra.

Satélites de Observación de la Tierra. Aunque son muy similares a los satélites espía, su uso está relacionado con el estudio del ambiente, con la toma de datos

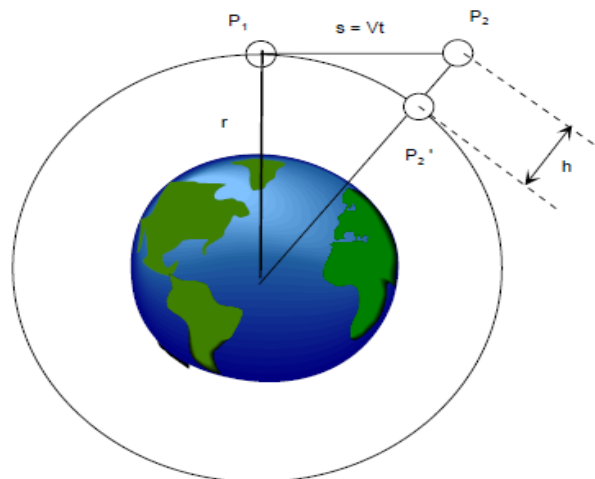


Figura. 1. Cuerpos en trayectoria circular, tomada de (Rodríguez, 2006).

meteorológicos, etc. Pueden encontrarse en órbita baja (LEO) o en órbita geoestacionaria (GEO).

Satélites Científicos y de Propósitos Experimentales. Su principal objetivo no es solo el estudio de la tierra sino de todo el universo, por tal motivo no todos apuntan hacia la tierra.

Satélites de Radioaficionado. Son considerados como repetidoras, se encuentran orbitando alrededor de la tierra. Normalmente pueden presentar órbitas circulares u órbitas elípticas.

Análisis de trayectorias

A. Descripción Geométrica

En la propuesta se parte de un análisis geométrico, en relación a la Fig. 1 se realiza una descripción de tipo considerando una trayectoria circular uniforme.

Si se calcula la trayectoria lineal que ha descrito el cuerpo de la posición P_1 a la posición P_2 , se encuentra que cayó una distancia h , teniendo en cuenta el arreglo geométrico aplicando el Teorema de Pitágoras:

$$(1) \quad (h + r)^2 = r^2 + (Vt)^2$$

Igualmente, al considerar una aceleración instantánea, es decir, una pequeña variación del tiempo se afirma que h es muy pequeño lo que permite aproximar $h^2 = 0$, donde:

$$(2) \quad h = \frac{1}{2} \frac{V^2 t^2}{r}$$

Lo anterior permite concluir que el cuerpo se desplaza con una aceleración de magnitud:

$$a = \frac{V^2}{r} \quad (3)$$

De acuerdo a Newton esta aceleración estará generada por una fuerza atractiva entre los cuerpos que interactúan, que no requiere de un contacto directo lo que implica que actúa a distancia. Considerando la primera ley del movimiento afirmó que el cuerpo debía seguir en línea recta y que solo una fuerza podría cambiar su trayectoria. Dedujo que la fuerza que por ejemplo ejerce la tierra sobre la luna debe ser proporcional a la que la luna hace sobre la tierra. Partiendo de su periodo y del perímetro total recorrido concluyó que la rapidez de la luna en su órbita está dada por:

$$|v| = \frac{2\pi R_L}{T} \quad (4)$$

Al realizar el cálculo de la aceleración con la que cae la luna sobre la tierra, Newton encontró que era mucho menor que la que había calculado Galileo correspondiente al valor de la $g = 9,8 \text{ m/s}^2$. Al determinar la razón entre la aceleración encontrada por él y la dada por Galileo obtuvo

$$\frac{a_{\text{Newton}}}{g_{\text{Galileo}}} = 0,000277 \quad (5)$$

Obteniendo un valor muy próximo al de la razón entre los cuadrados del radio terrestre y el radio de la órbita lunar

$$\frac{R_T^2}{R_{\text{orbL}}^2} = 0,000277 \quad (6)$$

Lo anterior le permitió a Newton reconocer que la fuerza que generaba dicha aceleración no solo dependía de la masa de los cuerpos sino del cuadrado de la distancia de separación entre ellos y por los resultados obtenidos descritos anteriormente determinó que en la medida que los cuerpos se alejaban esta fuerza gravitacional se reducía (Rodríguez, 2006).

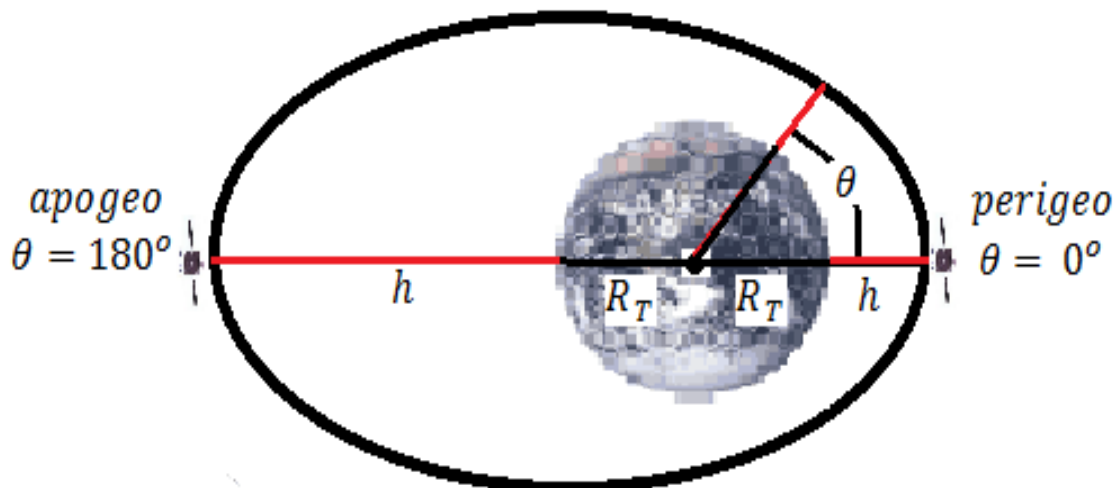


Figura 2. Posición del satélite.

B. Descripción matemática de Satélites artificiales

Se considera satélite artificial aquellos elementos que el hombre ha hecho orbitar alrededor de la tierra o alrededor de otro cuerpo celeste. Es vital no olvidar que para que un elemento se tome como satélite siempre debe estar orbitando, si la órbita es circular la distancia de separación entre el perigeo y el apogeo tendrán el mismo valor, pero si la órbita es elíptica el perigeo y el apogeo serán diferentes, para determinar sus valores partimos de la definición del radio de una elipse en coordenadas polares de donde:

$$R_{orbsatélite} = \frac{a(1-e^2)}{1+e \cos \theta} \quad (7)$$

Como se analiza la órbita de un satélite artificial, el radio $R_{orbsatélite}$ corresponde al radio de la tierra más la altura del satélite, por ende:

$$R_T + h = \frac{a(1-e^2)}{1+e \cos \theta} \quad (8)$$

Si se considera a la circunferencia como una elipse con excentricidad cero, de (8)

$$R_T + h = a \quad (9)$$

Aunque a corresponde a la longitud del semieje mayor al ser un círculo, el semieje menor tiene el mismo valor que el semieje mayor. De lo anterior se concluye que la máxima altura que puede tomar un satélite artificial en órbita circular está dada por

$$h = a - R_T \quad (10)$$

Ahora bien, si se aproxima a una Elíptica Circular partiendo de la Fig. 2 se identifica el apogeo y el perigeo. Para el perigeo se tiene que el ángulo barrido es de 0 grados, tomando este ángulo en (7), se llega a:

$$R_T + h = \frac{a(1-e^2)}{1+e} \quad (11)$$

$$h = a(1 - e) - R_T \quad (12)$$

La anterior ecuación determina el valor de la altura correspondiente del satélite cuando se encuentra en el perigeo, por ende ninguna altura puede ser menor a la dada por (12). Para el apogeo el ángulo barrido es de 180° , tomando (7) y considerando un ángulo de 180° se tiene:

$$R_T + h = \frac{a(1-e^2)}{1-e} \quad (13)$$

Desarrollando nuevamente la diferencia de cuadrados, introduciéndola, simplificando y despejando:

$$h = a(1 + e) - R_T \quad (14)$$

La anterior expresión permite determinar la altura a la cual estará el satélite más lejano de la superficie terrestre, esta ubicación es conocida como el apogeo. Aunque las páginas consultadas en este trabajo muestran la altura segundo a segundo de los satélites, en el momento de tomar los datos de excentricidad o semieje mayor, se pueden presentar muy pequeñas variaciones en sus valores ya que el satélite en algunos momentos debe corregir su trayectoria por el efecto de la variación de la altura y por ende de la fuerza de atracción que genera la tierra sobre ellos.

B. Trayectorias de Satélites

Cuando se lanza un cuerpo hacia arriba estando ubicados en la tierra, el cuerpo luego de un determinado tiempo tiende a dejar de subir para iniciar a caer, esto claramente se debe al efecto de la fuerza gravitacional aunque hay otro efecto a menor escala producido por la resistencia del aire el cual a mayor cercanía con la superficie terrestre es más fuerte.

Los cuerpos son atraídos por la tierra no solo cuando se lanzan hacia arriba, también cuando se lanzan paralelamente a la superficie terrestre, irremediablemente tienden a caer. Pero ¿qué posibilidades frente a la trayectoria

que sigue los cuerpos se pueden presentar si se lanzan estos con diferentes velocidades tangenciales y a una altura considerablemente grande, donde la resistencia del aire prácticamente se pueda considerar nula? Como respuesta a la pregunta anterior se pueden considerar los siguientes resultados (Orjuela, 2012):

A. Trayectoria en línea recta

Se presenta cuando el cuerpo no cuenta con una velocidad inicial, en este caso el cuerpo cae en línea recta en dirección radial a la tierra.

B. Trayectoria cerrada

Se presenta cuando, aunque se cuenta con la componente tangencial de la velocidad, su magnitud no es lo suficientemente grande como para escapar del efecto gravitacional terrestre, si esta magnitud es tal que justamente no rompe el efecto gravitacional pero tampoco choca contra la superficie terrestre, el cuerpo queda en órbita. Lo anterior entrega como resultados trayectorias elípticas o circulares (satélites geoestacionarios).

C. Trayectoria parabólica.

Se presenta cuando el cuerpo cuenta con una velocidad tangencial cuya magnitud es tal que su efecto en la trayectoria supera la requerida para orbitar, en este caso el cuerpo no podrá cerrar su trayectoria alejándose cada vez más de la tierra.

D. Trayectoria hiperbólica.

Se presenta cuando el cuerpo supera la velocidad límite ya que en ningún momento logra generar la órbita parabólica alejándose rápidamente sin retorno de la tierra.

RESULTADOS

Modelamiento con *software*

Los datos para observar la trayectoria a través de un software de matemáticas o Excel se obtienen de <http://www.satview.org/>, los pasos son los siguientes:

1. Seleccionar un satélite, tomar los datos de altura para dicho satélite en intervalos de 1 hora si su periodo corresponde a 24 horas, hasta completar su periodo.
2. De los datos obtenidos solo se toman los valores que estén entre el perigeo y el apogeo, los cuales se pueden calcular mediante las ecuaciones:

Apogeo: punto más lejano

$$h = a(1 + e) - R_T \quad (15)$$

Perigeo: punto más cercano

$$h' = a(1 - e) - R_T \quad (16)$$

a = semieje mayor, se encuentra en <http://www.satview.org/>

e = excentricidad, se encuentra en <http://www.heavens-above.com/>

R_T = radio ecuatorial terrestre

Los valores de las alturas de los satélites tomados que no estén en este intervalo se omiten no porque las páginas estén arrojando alturas falsas lo que sucede es que, en el momento de tomar los datos de excentricidad o semieje mayor, se pueden presentar muy pequeñas variaciones en los valores entre las páginas originados por la no actualización de los parámetros orbitales y la no uniformidad de los valores de las constantes.

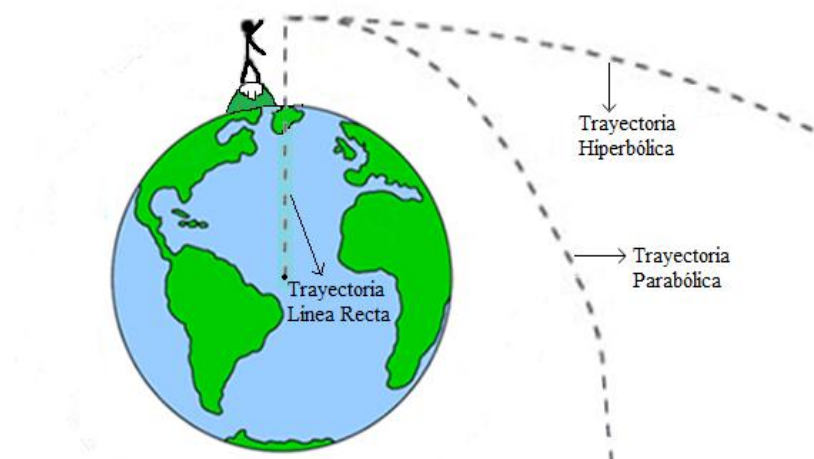


Figura. 3. Trayectorias recta, parabólica e hiperbólica, tomada de (Orjuela, 2012).

4. Se toma el radio ecuatorial de la tierra (6378 km) y le sumamos la altura del satélite, así calculamos el radio o distancia de separación entre el centro de la tierra y el satélite.

5. Para calcular el ángulo barrido por la órbita del satélite, partimos del radio en coordenadas polares (7)

$$\theta = \cos^{-1} \left(\left(\frac{a(1-e^2)}{R \cdot e} \right) - \frac{1}{e} \right) \quad (17)$$

Para realizar el cálculo en el software se ingresa la función arco-coseno considerando el codominio $[0, \pi]$ y que la órbita del satélite hace un barrido angular de $[0, 2\pi]$. Para realizar la gráfica se parte del dato del radio y del ángulo, con ellos calculamos la magnitud de las componentes de la posición del satélite, dadas por:

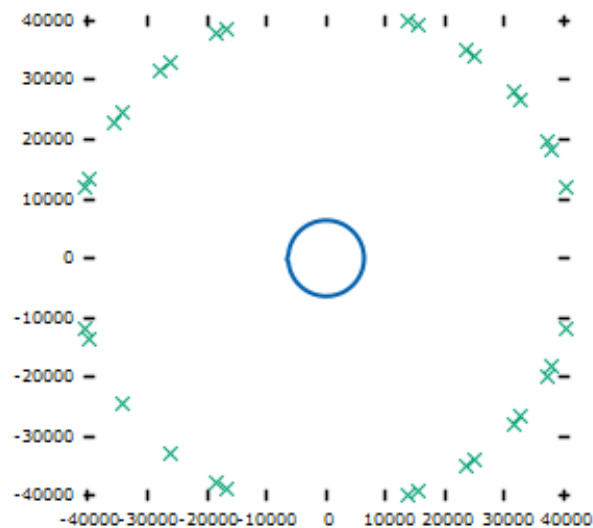


Figura 4. Trayectoria en km para el 15 de Octubre de 2016 descrita por el satélite FENGYUN 2D (Periodo de 1436 min, semieje mayor 42164 km), la tierra se representa por medio del círculo azul.

$$x = r \cos \theta \quad , \quad y = r \sin \theta \quad (18)$$

De la secuencia didáctica

A. Aprendizaje Significativo

Toda herramienta pedagógica está vinculada directamente con un método de enseñanza, en este caso el aprendizaje significativo. Los seres humanos

tenemos un gran potencial de aprendizaje que perdura sin desarrollarse, y el aprendizaje significativo facilita la expansión de este potencial. Hay una disposición favorable por parte del alumnado a este tipo de aprendizaje ya que aumenta la autoestima, potencia el enriquecimiento personal, se ve el resultado del aprendizaje y se mantiene alta la motivación para aprender. El aprendizaje significativo es un aprendizaje gratificante, no arbitrario, adecuadamente estructurado, racional (Ballester, 2002).

Por lo anterior se promueve el ingreso de un nuevo componente que complemente el aprendizaje desarrollado dentro del aula de clase, éste dirigido al trabajo colaborativo mediado por tecnologías de la información y la comunicación que es uno de los métodos que utiliza el aprendizaje significativo. Mediante la discusión, reflexión y toma de decisiones se utilizan los contenidos y las herramientas tecnológicas para encadenar las ideas previas, los conocimientos ya alcanzados, logrando llegar a la formación de nuevos conocimientos o al fortalecimiento de los conocimientos ya obtenidos (Díaz y Hernández, 2010).

Según (Díaz y Hernández, 2010): “Es habitual que en el entorno virtual de aprendizaje colaborativo exista una serie de recursos, para el manejo de la información en la forma de un repositorio de la comunidad, que incluyen documentos electrónicos, ligas a otros sitios, plantillas, ejemplos de buenas prácticas, producciones diversas generadas por los participantes, contactos con el mentor, herramientas y espacios para la colaboración, etcétera”.

B. Didáctica en la astronomía

Los elementos que conforman la enseñanza de la astronomía desde la Física Mecánica que se presentan en esta propuesta hacen parte de motivaciones como la sugeridas por (Camino, 2011). Esto implica que la secuencia didáctica permite dos interacciones que se consideran de relevancia:

Alumno - Actualidad: al presentar esta propuesta en los temas de un curso de Física Mecánica para ingeniería se propende por diversificar la relación entre los contenidos y temas que involucran las tecnologías de la información, uno desde la perspectiva del uso de satélites y su clasificación y por otra parte la visita a páginas Web que contienen datos referentes al posicionamiento de los mismos.

Alumno - Herramientas Virtuales: La conceptualización y aplicación del movimiento circular usa como herramienta didáctica de construcción de conocimiento el uso de los datos dentro de un software que permite observar la trayectoria que puede describir un satélite. Tanto el tratamiento de datos como como su interpretación por medio de gráficas es un medio de integración de disciplinas como la matemática, la computación y por su puesto la astronomía.

CONCLUSIONES

Con la propuesta anterior se logró vincular elementos de interés de los estudiantes de ingeniería con el estudio de la física mecánica, ya que se enlazó lo visto en el aula de clase con temas que a su vez pueden ser proyectados en su futura profesión. Mediante el uso de conocimientos previos y de su conexión con el análisis de las trayectorias de algunos satélites artificiales y del estudio de algunas de sus clasificaciones, podrán percibir su gran importancia en diferentes desarrollos tecnológicos, en las diferentes facetas: políticas, militares o científicas.

Con la interpretación analítica de los tipos de trayectorias, los lectores de esta propuesta podrán encontrar conceptos físicos propios del movimiento circular y así ver su importancia, denotar que el movimiento circular no se queda limitado al salón de clase ya que tiene aplicaciones tan importantes como lo pueden ser en este caso el posicionamiento de los satélites artificiales.

La propuesta presentada tiene diferentes campos de acción, lo cual permite pensar en la creación de otros trabajos que por ejemplo se enfoquen en el estudio de las cónicas, utilizando como punto de partida el análisis de los tipos de trayectorias que puede seguir un satélite artificial.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ballester, A. (2002). Aprendizaje significativo en la práctica. España: Deposito Legal.
- Calvo Moso, B. (2013). Astronomía para retos modernos de una ciencia milenaria. Bogotá D.C.

- Camino, N. (2011). La didáctica de la Astronomía como campo de investigación e innovación educativas. I Simpósio Nacional de Educação em Astronomia, Rio de Janeiro.
- Gómez Sánchez, J. (s.f.) Curso de Meteorología Básica Recuperado de <http://naval582.com/curso%20de%20Meteorologia%20Basica.pdf>
- Díaz Barriga, F. & Hernández Rojas, G. (2010). Estrategias docentes para un aprendizaje significativo. Una interpretación constructivista, (3ª ed.). México. Mc Graw Hill.
- Ichoku C. (2016). NASA EARTH OBSERVATORY where every day is Earth Day. USA: EOS project Science Office. <http://earthobservatory.nasa.gov/Features/OrbitsCatalog/>
- Orjuela León, N. (2012). Vuelo Interplanetario: Una manera de Implementar la Astronomía en la Educación. Tesis Maestría en Enseñanza de Ciencias Exactas y Naturales Universidad Nacional de Colombia. Bogotá D.C.
- Rodríguez Valencia, L. (2006). Física I. Versión 3. Departamento de Física. Universidad de Santiago de Chile. Chile

DOI: <http://dx.doi.org/10.14483/udistrital.jour.RC.2017.27.a15>

Arqueoastronomía, alineaciones solares de solsticios y equinoccios en Bogotá-Bacatá

Archaeoastronomy, alignment solar from solstices and equinoxes in

Bogota-Bacatá

Archaeoastronomy, o alinhamento solares de solstícios e equinócios em

Bogota-Bacata

Julio H. Bonilla Romero¹

Edier H Bustos Velazco²

Reyes Jaime Duvan³

Resumen

Este artículo es un avance de investigación en Arqueoastronomía, donde se describe y se desarrolla una analogía relacionada con los alineamientos presentes en los solsticios y equinoccios vistos desde la plaza de Bolívar y describen su desplazamiento sobre los cerros orientales de Bogotá (Guadalupe y Monserrate). La metodología implementada permite presentar representaciones del tiempo y del espacio que fueron consideradas por todas las sociedades antiguas, así como estudiar las nociones de

¹ Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá- Colombia. Contacto: sikurisjulio@hotmail.com

² Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá- Colombia. Contacto: ehbustosv@udistrital.edu.co

³ Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá- Colombia. Contacto: jdr6725@yahoo.com

temporalidad de los *Muiscas*, tomando como referencia los ciclos solares, a partir de la lengua y del pensamiento descritos en crónicas, gramáticas, confesionarios, diccionarios y observaciones en sitios que fueron santuarios para esta comunidad originaria de esta sabana bogotana. Los resultados contribuyen en la caracterización del pasado astronómico de los pueblos indígenas *Muiscas* de la meseta cundiboyacosantandereana.

Palabras Clave: Arqueoastronomía, vectores, Observatorio Astronomico, Equinoccio, Alineación solar.

Abstract

This article is a research advance in Archaeoastronomy, which describes and develops an analogy related to the alignments present in the solstice and equinox seen from the Bolivar Square and describes their path above the eastern hills of Bogota (Guadalupe and Monserrate). The methodology implemented allows to present representations of time and space consider by all ancient societies, as well as studying the notions of temporality of Muiscas, having as reference solar cycles, based in chronicles, grammars, confessionals, dictionaries and comments on sites that were sanctuaries for this original community of the Bogota plains. The results contribute to the characterization of the astronomical past of Muiscas indigenous groups of Cundiboyacosantandrian plateau.

Keywords: Archaeoastronomy, Vectors, Astronomy Observatories, Equinox, Solar Alignment.

Resumo

Este artigo é uma pesquisa de avanço na Archaeoastronomy, que descreve e uma analogia relacionadas com os alinhamentos presentes nos solstícios e equinócios visto a partir da Plaza de Bolivar e descrever a sua deslocação nas montanhas do leste de Bogotá (Guadalupe e Monserrate) se desenvolve. A metodologia implementada permite apresentar representações de tempo e espaço foram consideradas por todas as sociedades antigas, bem como estudar as noções de temporalidade da Muisca, com referência aos ciclos solares da linguagem e do pensamento descrito em crônicas, gramáticas, confessionários, dicionários e comentários em sites que eram santuários para esta comunidade original do savana de Bogotá. Os resultados contribuem para a caracterização do passado astronômico de povos indígenas Muisca de planalto cundiboyacosantandereana.

Palavras-chave: Archaeoastronomy, vetores, Observatorio Astronomico, Equinox, o alinhamento solar.

INTRODUCCIÓN

La nación *Muisca Chibcha* precolombina, construyó como civilización unas bases sólidas a nivel cultural y mental que consolidaron una sociedad con una concepción del universo racional, con un origen y descendencia de sus dioses o teogonía de alcances morales y equilibrados con su entorno, decretando un código de conducta en la vida. Establecieron un idioma que fue prohibido por el rey Carlos III de España el 16 de abril de 1770 por medio de la Real Cedula. Esta disposición tenía como

único fin “desterrar de estos sus dominios los diferentes idiomas de que usan sus naturales, y que solo se hable el castellano”. Establecieron industrias, desarrollaron una agricultura determinada por los ciclos de tiempo, un gobierno sobre el principio de autoridad, perpetuaron sus ideas en expresiones gráficas, en “dibujos de indudable carácter descriptivo, nace la idea de que los chibchas usaban el método ideográfico o jeroglífico en las conmemoraciones que dejaban en sus piedras pintadas”. (Triana, 1924).

Eran observadores del Sol y de la Luna e interpretaban su influencia en el clima y en las cosechas “Los españoles comprobaron que los naturales conocían los secretos de la tierra que los sustentó durante millares de años y se maravillaron de esta experimental sabiduría, la que les pareció tan profunda que la atribuyeron a artes del diablo”. (Triana, 1921). Fue así como alzaron sus construcciones para hacer observaciones de los astros que se desplazan aparentemente sobre la bóveda celeste, dejaron vestigios arqueológicos localizados en un extenso territorio que hoy cubre los departamentos de Boyacá, Cundinamarca y oriente de Santander, la mayoría de ellos fueron destruidos, satanizados o reemplazados por símbolos religiosos de la cultura dominante.

Alineaciones astronómicas en Bogotá- Bacatá

A continuación, se va a describir el sitio de Bogotá o Bacatá en donde se encuentran alineaciones de solsticios y equinoccios en el amanecer del perfil del horizonte y la esquina nororiental de la plaza de Bolívar. La esquina nororiental de la Plaza tiene coordenadas aproximadas, según lo muestra la tabla 2.

NOMBRE	LATITUD NORTE	LONGITUD OESTE	ALTURA msnm
Esquina nororiental plaza de Bolívar	4°35' 53"	74°04'31"	2616
Guadalupe	4°35'30"	74°03'16"	3239
Monserate	4°36'20"	74°03'19"	3164

Tabla2. Coordenadas aproximadas y alturas de los tres sitios.

A lo largo de los últimos doce años (2004,2016) se han realizado rigurosas observaciones desde la esquina nororiental de la Plaza de Bolívar y frente a la Catedral de Bogotá cada 21 de diciembre, 20 de marzo, 21 de junio y 20 de septiembre, es decir, cada vez que hay solsticios o equinoccios. Un observador ubicado frente a la catedral (vista al oriente) registra el punto de salida del Sol entre las montañas que bordean el sitio, en las fechas mencionadas. Lo importante de estas observaciones es que las dos montañas emblemáticas de la ciudad, Guadalupe y Monserrate, presentan un punto de convergencia que coincide con las salidas del Sol en estos bordes máximos, marcando y referenciando así los ciclos de tiempo en este desplazamiento aparente del Sol cada amanecer sobre el horizonte.

Es así que un observador ubicado cada día del año en este sitio, y tomando un punto de referencia sobre la montaña, puede ver cómo el Sol se desplaza unos grados sobre el oriente cada madrugada. A lo largo de este periodo de observaciones se ha encontrado que, en la fecha solsticial de diciembre, la salida del Sol se produce sobre la montaña de Guadalupe, mientras que en el solsticio de junio emerge tras la montaña de Monserrate. Los amaneceres correspondientes a los equinoccios de marzo y septiembre se observan en el punto medio que forman ambas montañas. El ángulo tomado con brújula desde la esquina de la Plaza a los puntos de equinoccio registra aproximadamente 90° .

Para el solsticio de 21 diciembre el cálculo del azimut dio $113^\circ 34' 50''$ y para el 21 de junio $66^\circ 25' 10''$, para el equinoccio 90° aproximadamente, datos que se pueden mejorar con equipo de precisión ya que se tomaron con navegador Garmin GPS map 64s, con un error aproximado de 3m. La distancia medida sobre cartografía digital tomando como punto de observación la Plaza de Bolívar es 2.5 km al cerro de Guadalupe y 2.5 km a Monserrate. La separación entre las dos montañas es aproximadamente 1.7 km. La diferencia de altura entre el punto de la plaza y Guadalupe es 623 m y entre el mismo y Monserrate 548m. La figura 2, muestra estos alineamientos.

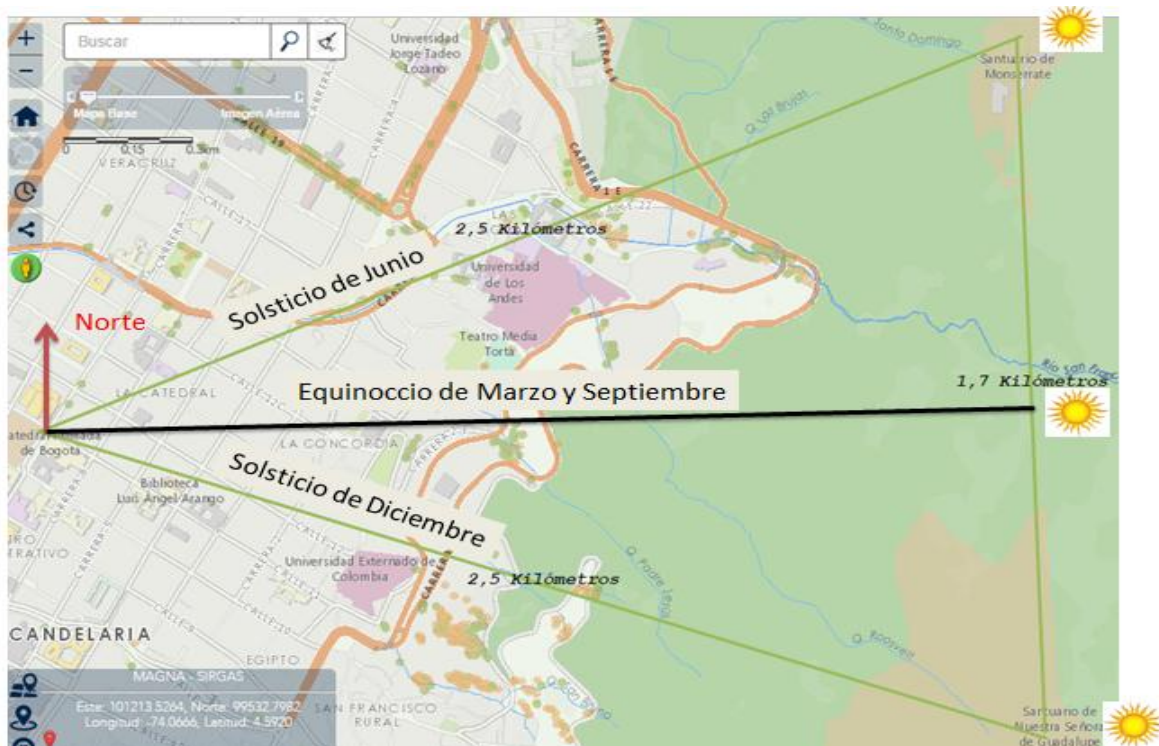


Figura 1. Mapa con los alineamientos de la salida del sol sobre las montañas de Guadalupe y Monserrate durante los solsticios y equinoccios.

Fuente: Alineamientos con base en Cartografía mapas.com

Haber realizado estas observaciones y mediciones en un punto muy cercano, diagonal a la Catedral hace pensar que el sitio donde se construyó la iglesia no fue escogido de manera arbitraria sino que obedece a un punto estratégico en donde la Topografía de las montañas del oriente, referencia las posiciones extremas e intermedias de la salida del Sol a lo largo del año, y que, por lo tanto, ese lugar permitía como punto de observación y medición la lectura del posible Calendario Solar *Muisca*. Quizás los pueblos *Muisca* escogieron este sitio conociendo el fenómeno que se observa, y no al azar, sabiendo lo que la montaña, *Gua* en lengua Chibcha, representaba para su cosmovisión.

En el solsticio de diciembre, el Sol proyecta sus rayos de forma perpendicular en el trópico de capricornio a $23^{\circ} 30'$ de latitud Sur, por cuanto un observador, en este caso, ubicado al frente de la Catedral de Bogotá, lo verá salir en su punto extremo al sur oriente sobre la montaña de Guadalupe, en el equinoccio de marzo en la mitad

de las dos montañas, en el solsticio de junio sobre la montaña de Monserrate , en septiembre de nuevo en la mitad de los cerros y completa su ciclo de 365 días de nuevo en la montaña de Guadalupe, como lo muestra las Ilustraciones 3 y 4, aquí las alineaciones de la salida del sol solsticio de junio (SSSJ), de diciembre y de equinoccio

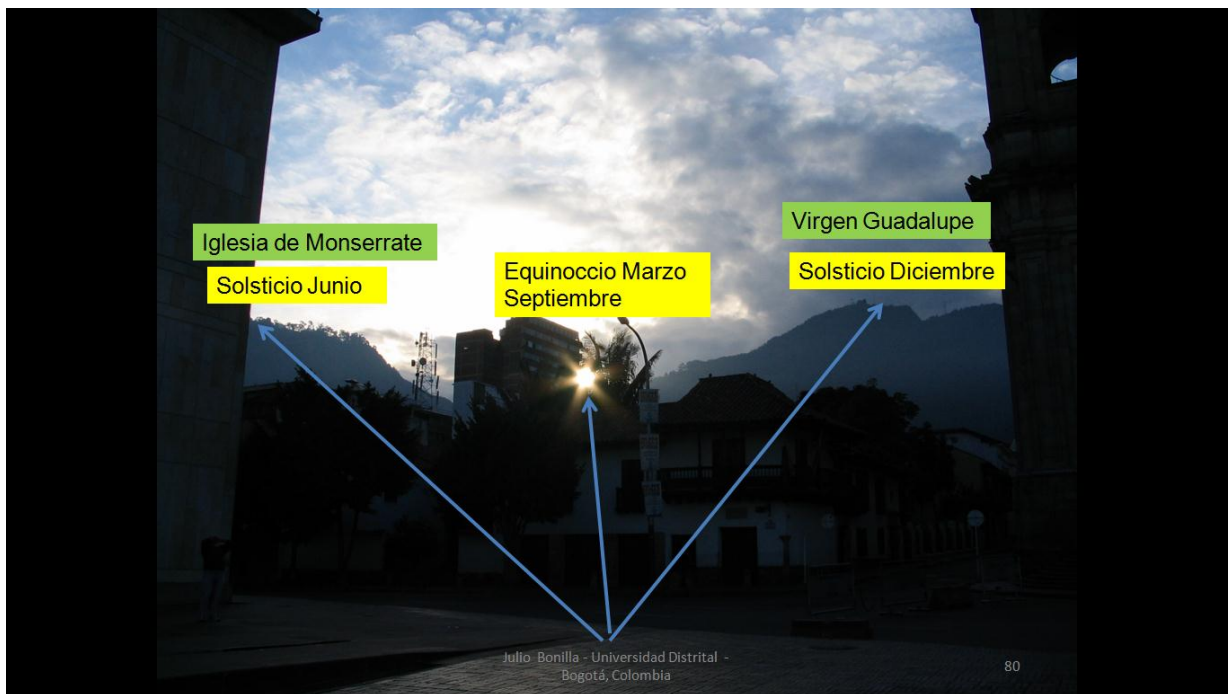


Figura. 2. Solsticios y equinoccios, vistos desde la esquina nororiental de la Plaza de Bolívar en Bogotá.

Fuente: Los autores.

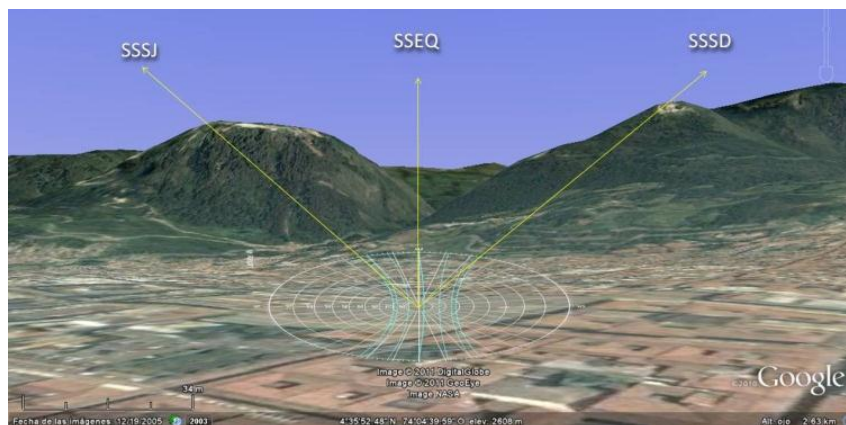


Figura 3. Salida sol solsticio de junio (SSSJ), diciembre y equinoccios.

Fuente: Los autores

Con el paso del tiempo, de muchos los soles y de lunas, fue construida sobre la montaña que respalda el extenso altiplano de *Bacatá* la iglesia de nuestra señora de monserrat. No obstante, su nombre debió ser cambiado, ya que el desequilibrio que para el pueblo *Muisca* significaba tener dos símbolos femeninos en las montañas no permitía que se arraigase su culto, pues no operaba así la concepción dual del universo. Fue así que se instauró allí una figura masculina; “El Señor de Monserrate”, garante del equilibrio entre las fuerzas femeninas y masculinas. Ilustración 4, muestra en 3D con Google Earth , las alineaciones vistas desde la Plaza de Bolívar y como sería el calendario solar de los Muiscas.



Figura 4. Alineaciones desde la Plaza de Bolívar.

Fuente. Construcción propia a partir de 3D con Google Earth

Los calendarios solares orientados al solsticio de diciembre marcaban el inicio del tiempo cíclico del sol, ya que para los pueblos nativos el concepto de tiempo no operaba de forma lineal, pues observaban en el horizonte cómo todos los días,

tomando un punto de referencia, el Sol empezaba a desplazarse cada amanecer, lentamente, desde la montaña de *Guafa* - Guadalupe hasta llegar a la Iglesia de Nuestra Señora de Monserrat seis meses después, donde aparentemente se detenía por tres días, saliendo por el mismo punto, para empezar su retorno o ciclo que tomaría otros seis meses hasta llegar a su punto de partida en Guadalupe.

CONCLUSIONES

La imposición cultural nunca ha contado cómo los antiguos habitantes *Muisca* de los Andes cundiboyacosantanderanos registraban sus calendarios, pues sólo ha mostrado la posición conveniente de los vencedores, desconociendo la técnica de la medida del tiempo de este pueblo. Trabajos técnicos a nivel de arqueoastronomía han comprobado ya la existencia de calendarios precisos, como la investigación realizada en Saquenzipa Villa de Leyva (Bonilla, 2012). La Comprobación del calendario solar de Bacatá será un aporte al estudio de todo el calendario *Muisca* y al reconocimiento de la sabiduría de nuestros abuelos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Ancizar, M. (1984) Peregrinación de Alpha. Tomo I y Tomo II 1853. Biblioteca del Banco Popular. Bogotá.

Bauer, B y Dearborn, D. (2003). Astronomía e imperio en los Andes. Centro de Estudios Regionales Andinos Bartolomé de Las Casas. Cusco-Perú.

Bonilla, J., Niño, E., Vargas, W. (2012) Observatorio solar muisca de Saquenzipa: Comprobación Topográfica y Astronómica. Universidad Distrital F. J. de Caldas. Bogotá. Primera Edición marzo.

Correa, R. (2004). El sol del poder: simbología y política entre los Muisca del norte de los Andes – Recuperado de:

<http://www.bdigital.unal.edu.co/1427/#sthash.brEDx9Jm.dpuf>

De Lugo, B. (1619) Gramática en la lengua general del Nuevo Reyno, llamada Mosca. Madrid.

- Fonseca, G. (1988). Nuestra Historia, 1 (3), Ediciones Cara Oculta, Bogotá, Colombia
- Fray P. (1981). Noticias historiales de las conquistas de Tierra Firme en las Indias occidentales. 1627. Banco Popular. Bogotá.
- Salge, M. (2007) Festejos muisca en el Infiernito, Valle de Leyva. Universidad de los Andes. Bogotá.
- Triana, M. (1984), La civilización chibcha, 1921. Banco Popular, Quinta Edición, 4, Bogotá. Colombia.
- Rozo, G, (2002) Espacio y Tiempo entre los muisca, ediciones Naidí, Bogotá. Colombia.
- Uricoechea, E. (1984). Memoria sobre las antigüedades neogranadinas 1854. Banco Popular. Bogotá.

DOI: <http://dx.doi.org/10.14483/udistrital.jour.RC.2017.27.a16>

El cine como herramienta pedagógica para la enseñanza de la Física

The film as a pedagogical tool for teaching physics

O filme como uma ferramenta pedagógica para ensino de física

Ana Elizabeth Cuervo Mongui¹

Resumen

La actual ponencia, de carácter reflexivo, se presenta dentro de la línea temática "aportes contemporáneos de la pedagogía y la didáctica al proceso de enseñanza-aprendizaje de la física y la astronomía" en el marco del VIII congreso de la enseñanza de la física y la astronomía, con el propósito de analizar características del contexto social para la enseñanza de las ciencias naturales - específicamente física-, cuantitativamente, que tanto es el interés en profundizar en conocimientos de corte de las ciencias exactas, y como el cine puede implementarse como herramienta pedagógica para la profundización de estos conocimientos. Así mismo realizar un aporte a la construcción de pensamiento científico en la infancia y la adolescencia, debido a la oportunidad que brinda para materializar conocimientos abstractos.

Palabras Clave: Herramienta pedagógica, enseñanza-aprendizaje, física, cine, pensamiento científico.

Abstract

The following presentation, has an reflexive approach and it's presented within the thematic line "Contemporaneous contributions of pedagogy and didactics to the teaching and learning process of Physic and Astronomy" in the setting of the VIII teaching congress of physics and Astronomy, with the purpose to analyze social

¹ Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá - Colombia. Contacto: dfi_acuervo476@pedagogica.edu.co

	<p>context's characteristics, for the natural Sciences teaching - specifically physics – quantitatively, what is the interest to go deeper in the knowledge of the exact sciences, and how the films can be implemented as pedagogical tools for the deepen of these knowledges. Likewise, making a contribution to the construction of scientific thought in children and teenagers, given the opportunity that provides to materialize abstract knowledge.</p> <p>Keywords: Pedagogical tool, teaching-learning, physical, cinema, scientific thought.</p> <p>Resumo O presente apresentação, de carácter reflexivo, É apresentado na linha temática "contribuições contemporâneas da pedagogia e didáctica para a física ea astronomia de ensino-aprendizagem" sob o VIII Congresso do ensino de física e astronomía com a finalidade de analisar as características do contexto social para o ensino de ciências naturais da física, especificamente, quantitativamente, tanto o interesse em cortar aprofundar o conhecimento das ciências exatas e como o filme pode ser implementado como uma ferramenta de ensino para aprofundar esse conhecimento. Também fazer uma contribuição para a construção do pensamento científico na infância e adolescência por causa da oportunidade que oferece para materializar o conhecimento abstrato.</p> <p>Palavras-chave: ferramenta de ensino, ensino e aprendizagem, física, cinema, pensamento científico</p>
--	---

INTRODUCCIÓN

En Colombia, como en varios países de Latinoamérica, el interés en divulgar y fortalecer el pensamiento científico, en la infancia y adolescencia, es cada vez es menor, esto lo podemos evidenciar en la cantidad de inversión que se le otorga a la investigación en ciencia y tecnología (CyT) de parte de entidades del gobierno, en el porcentaje de inversión en actividades de ciencia, tecnología e innovación, entre otras, esto relacionado directamente con el cambio de vocación de la tierra, que desde los años 2000 hasta hoy, influye de forma contundente en la pertinencia de

la enseñanza de la ciencia y sobre todo de una ciencia tan “poco querida” como lo es la física.

Ahora bien, la cuestión no radica solamente, en el apoyo gubernamental para la investigación en CyT, pasa también, por la falta de formación que se brinda sobre el tema, las herramientas pedagógicas que los docentes implementan en la enseñanza de la física y como dicha enseñanza genera o no, en la infancia y la adolescencia, un pensamiento científico que comprenda las causas y efectos de los fenómenos que se presentan a su alrededor.

Cuestionando las metodologías implementadas en el aula, se presenta el cine, como herramienta pedagógica que configura un pensamiento científico desde el aula de clases, comprendiendo la física como filosofía del pensamiento, vigente en tiempos donde la información está globalizada y el acceso a ésta es inmediato.

Contexto de la enseñanza de la física

En Colombia el sistema educativo cuenta con muchas grietas, una de estas es la inversión para educación e investigación, que como se puede leer en “los indicadores de ciencia y tecnología del año 2011” (año que se utilizara en el marco de referencia para desarrollar el tema), que realiza el Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología, no supera el 0.186% del producto interno bruto del país, esto por el lado de la inversión en investigación, ahora bien, ¿Qué sucede en el campo de la Educación?, según el cuadro de la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE), Colombia ocupa el segundo lugar dentro de los países que menos invierte por estudiante, con USD \$ 3.291 anuales. Esto dice mucho sobre nuestro país, evidenciando que la prioridad según la Asociación Nacional de Instituciones Financieras (Anif) entre 2002 y 2012, es el gasto público en educación en Colombia, ya que, se elevó desde el 4.4% del PIB hasta el 4.9%, con respecto al gasto en seguridad y defensa, que es del 13%², cifras que no son secreto para nadie, luego de las múltiples denuncias enmarcadas por las

² ¿Es eficiente el gasto en Colombia?, Periódico El Nuevo Día, 22 de Junio del 2014.

organizaciones de estudiantes de las universidades públicas del país, durante el 2011.

Pero ahora bien, ¿cuál es la relación entre las cifras anteriores y la formación en áreas como las ciencias exactas, concretamente la física? Para esto nos vamos a remitir al Informe suministrado por el Observatorio Laboral de Educación del Ministerio de Educación, el cual nos indica que para el año 2011, la cantidad de graduados de licenciaturas en matemáticas y física, es 0 (cero) personas, una cifra desalentadora que se relaciona igualmente con la cantidad de programas de maestría en estas áreas, que desde el año 2006 son de 11 programas para física, si comparamos con carreras como Administración que cuenta con 56 programas³.

Esto demuestra dos cosas, una; es que si no se le invierte al país en Educación es debido a que el conflicto interno se posiciona como uno de los principales factores de inversión del Producto Interno Bruto (PIB), que esta inversión sea efectiva o no, es un asunto para evaluar desde una mirada sociológica. Dos, el cambio de vocación de la tierra en Colombia, es un factor fundamental en la des-financiación de estas áreas, ya que (volviendo a los análisis que realiza el Observatorio Laboral de Educación del Ministerio de Educación) dentro de ranking de carreras mejor pagadas en el país está, en primer lugar esta Geología con un ingreso de 3, 808,151 pesos mensuales, seguido de Ingeniería de minas con un ingreso de 3, 644,897 de pesos mensuales y en tercer lugar Economía y finanzas, con un ingreso de 2,722,225 pesos mensuales. Aclarar que en este ranking las licenciaturas no aplican.

Lo anterior indica a futuro cuales van a ser las áreas de mayor inversión nacional, relacionadas con la actividad económica del país.

Del porque enseñar física

Todas las ciencias naturales brindan miradas al mundo, que facilitan su interpretación, la física hace parte de estas ciencias por ser la herramienta que

³ Indicadores de ciencia y tecnología 2011, Colombia.

evalúa los fenómenos y por medio del cálculo, la geometría, las simulaciones, etc., da explicación a dichos fenómenos. La física es una de las ciencias, con la convivimos todo el tiempo, a pesar de que generalmente se presenta ajena a nosotros, no debe verse de esta forma, como lo presenta Gutiérrez (2005):

Si reflexionamos un poco, nos daremos cuenta que prácticamente todo el sistema de alumbrado y suministro energético en las grandes ciudades y también en áreas rurales está basado en el Electromagnetismo, una parcela de la Física que comenzó a desarrollarse a principios del siglo XIX, sin el propósito de ninguna aplicación inmediata, únicamente para entender la relación entre la materia y los fenómenos eléctricos y magnéticos. A principios del siglo XX surgió la Mecánica Cuántica, otra revolución en la Física que ha tenido como consecuencia, entre otras muchas cosas, la proliferación y miniaturización de los dispositivos electrónicos a los que estamos tan acostumbrados hoy en día. Hasta algo tan abstracto como la Teoría de la Relatividad General ha posibilitado la puesta a punto del moderno sistema de posicionamiento sobre la superficie terrestre (conocido por las siglas GPS) que ya incorporan muchos coches familiares (p.16).

Es importante deliberar sobre el nivel de abstracción con que se presenta la física, ya que, para nadie es un secreto que la enseñanza de la misma causa escozor a muchos docentes, debido a la percepción que tienen los estudiantes hacia esta, complejizando su comprensión, evidenciado así en la cantidad de solicitudes de refuerzos, que para física con estudiantes de secundaria son de un 16% y en los estudiantes de universidades son de un 15%⁴. Lo que lleva a pensar sobre si las metodologías implementadas son efectivas o no para la enseñanza de la física, que se debe comprender como filosofía del pensamiento, he ahí su origen. Este punto crucial para desarrollar propuestas metodológicas, ya que la física hace parte de la formación de pensamiento científico, entendido este como la capacidad de comprender y dar explicación a causas, consecuencias y desarrollos de fenómenos naturales que se encuentran en nuestro alrededor.

⁴ ¿Cuáles son las materias que más pierden los estudiantes?, Revista semana, 14 Abril del 2016.

La física en la historia ha brindado avances contundentes para el bienestar de la humanidad, pero no debe ser una ciencia que se limite a los laboratorios, debe comprenderse con actividades cotidianas, a las cuales se pueda dar explicación, es por esto que se propone la implementación del cine como herramienta pedagógica.

Cine

El cine entendido como una técnica de proyectar fotogramas (cada imagen que se realiza en una película y que se reproducen con una frecuencia de 50 Hz), no es solamente, como suele pensarse; escenarios comerciales que proyectan producciones sin contenidos relevantes, escenas románticas, vacías y nada más. El cine comprende toda una producción en la cual es necesario *expandir* una idea, desarrollada esta como la historia central, de esta forma surge la duda de ¿qué tal si el cine, como producción audio visual, se implementará en la enseñanza de la física?

Como lo expone **Valdés de la Campa (2014)**:

La relación es compleja pero clara: cine y ciencia están unidos. Y eso nos obliga a redefinir los prejuicios que se tienen en torno al pensamiento científico: duro, frío, cuadrado. Pero también nos obliga a aceptar el papel de la ciencia y de la tecnología en las artes de mayor difusión en la actualidad: el cine y la fotografía. El cine, ya lo dijo Walter Benjamin, es una industria que gira en torno a la técnica, y yo diría que también en torno a la ciencia, o que es posible en gran medida por ésta.

Pero esta ciencia no debe centrarse solamente en efectos para las películas, debe constituirse como una herramienta para dar explicación a fenómenos cotidianos para los estudiantes, es ahí donde el cine y su desarrollo, se constituyen como herramienta pedagógica, abarcando sus géneros: cine documental (no ficción) y cine de ficción.

Relación cine y ciencia

Se proyecta que la enseñanza de la física pueda dejar de verse como un campo abstracto cuya explicación se centre en la memorización de ecuaciones y leyes, para trascender en los estudiantes y que de esta forma puedan plantearse escenarios, historias, diálogos, que den cuenta de la comprensión de fenómenos físicos que ocurren a su alrededor.

Es ahí donde se pretende retornar al origen de la física como filosofía del pensamiento, que se compone de la reflexión y el dialogo frente a fenómenos que se desarrollan a su alrededor, esto como parte de un ejercicio cotidiano entre los sujetos, con base en sus conocimientos previos, estos edificados propiamente desde sus historias de vida, estimulando su capacidad creativa, y generando una relación con elementos audio-visuales para su exposición.

Para su posible desarrollo será necesario abarcar el contexto histórico donde se plantean los postulados (producto del estudio de un fenómeno determinado) ya establecidos, comprender el contexto social, político, económico, donde se llevaron a cabo estos estudios, comprender que estos postulados se relacionan con la realidad social en la que se plantean, comprendiendo que la enseñanza de la física no es un conocimiento aislado de las realidades sociales, es un conocimiento que debería responder a las necesidades del contexto, fortalecer este planteamiento entre los docentes y estudiantes, cambiara de forma sustancial la percepción que se tiene frente a la ciencia.

Para su continuidad será necesario plantear estos postulados en un lenguaje sencillo, que pueda convertirse en guion cinematográfico, esto debe hacerse con apoyo de los docentes y las percepciones de los estudiantes, en esta medida es trascendental que dicho guion, se configure a partir del dialogo, de forma dialéctica, como lo describe García (1971):

La dialéctica piensa los contenidos científico-naturales bajo el aspecto de lo concreto, lo individual o lo total, que escapa a las formulaciones abstractas.

¿Cuál es la forma en que puede producirse este pensamiento sobre lo concreto-científico? Fundamentalmente, la puesta en conexión del hecho científico con las condiciones generales de su producción y, más concretamente, con sus condiciones materiales, su práctica y, su historia.

Y continúa:

El trabajo de Kopnin, Popovic y algunos otros filósofos soviéticos, que desde hace algunos años vienen dedicando sus esfuerzos a la construcción de una metodología de índole dialéctica para la ciencia natural, aclara algo el modo en que esa conexión puede realizarse (p.122).

Con esto comprender el proceso dialéctico que se puede implementar para la construcción de un lenguaje sencillo entre los sujetos que hacen parte de la producción cinematográfica, por medio de la dialéctica, ya que, volviendo a García (1971):

La dialéctica materialista de la naturaleza responde al principio de que es el ser social del hombre lo que determina su conciencia y, paralelamente, de que las leyes científicas no son impuestas por el hombre a la naturaleza sino descubiertas en ella. Este último punto está estrechamente relacionado con las tesis de que materia y movimiento son inseparables y de que el mundo produce siempre cosa nueva (p.118).

Es por esta razón que la dialéctica forma parte fundamental de la de-construcción de postulados establecidos para la re-construcción del pensamiento científico, ya que, en el diálogo y el debate, se cimientan y aclaran las causas y efectos de los fenómenos, es así como la dialéctica materialista forma parte del cine, como herramienta pedagógica.

De esta forma, con la exposición de estos dos momentos se enlaza el estudio sobre determinado postulado, para ensamblar el guion, previo estudio del contexto y desarrollo de la historia, es ahí donde los medios audio-visuales se utilizan para elaborar la historia, y profundizar en el conocimiento sobre el postulado, partiendo

de aprender a exponer las ideas de forma coherente y con un hilo conductor, que es el principal objetivo de la historia que se plasma en el cine.

Desafíos

Para la actual propuesta, se presentan dos grandes desafíos, uno; es el tiempo que llevaría desarrollar a cabalidad cada momento, ya que, se comprende que en la educación tradicional, se debe cumplir con estándares, esto sujeto a determinados tiempos del cronograma escolar, aspecto que complicaría de alguna manera desarrollar la propuesta. Dos, es lograr estudiar todos los temas planteados en el currículo, a través de esta propuesta, con el resultado de una gran producción de cine (documental) no ficción o cine de ficción.

Finalmente, aclarar que esta propuesta aún no se ha implementado, pues hace parte de la fundamentación de una idea trabajo de grado, para la carrera de licenciatura en física, por ende el panorama para la implementación es muy amplio y genera muchas expectativas a nivel individual.

CONCLUSIONES

Luego de realizar este trabajo de investigación que se presenta como ponencia en el VIII Congreso de la enseñanza de la física y la astronomía, se concluye que la enseñanza de la física a pesar de no ser pertinente para el modelo minero-energético, que se implementa en Colombia, es relevante para la construcción de pensamiento científico, y una de las herramientas por medio de las cuales se plantea aportar a la dicha construcción de pensamiento científico, es a través de la dialéctica materialista aplicada a las ciencias naturales, como una parte del proceso de fabricación del cine.

Esto busca oxigenar las metodologías que se utilizan en la enseñanza de la física, poder fundar un dialogo que construya ciencia, para que los estudiantes comprendan y puedan explicar de forma más acertada las ciencias naturales, para este caso, la física.

Por último resaltar la importancia que tiene para un país como Colombia el fortalecimiento, inversión y desarrollo de la CyT, ya que estos conocimientos emancipan y edifican nación, es por esto que deben fomentarse los espacios para la formación en CyT, sobre todo para los docentes no solo en formación, sino para los docentes profesionales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Gutiérrez, C (2005). *Fisiquotidianía: la física de la vida cotidiana*. España: Editorial Academia de Ciencias de la Región de Murcia

Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología. (2011). *Indicadores de Ciencia y Tecnología*. Recuperado de <http://ocyt.org.co/es-es/>

Observatorio Laboral de Educación del Ministerio de Educación (2011). *Resultados de las condiciones laborales de los graduados de la educación superior 2002 – 2011*. Recuperado de <http://www.graduadoscolombia.edu.co/>

Valdés de la Campa, D. (2014, Octubre). La ciencia detrás del cine. *Revista Cuadrivio*. Recuperado de <http://cuadrivio.net/>

Valdés, L.M (1971). La razón dialéctica y la ciencia positiva. *Revista Internacional de Filosofía*, 1 (No 2) 117 – 125.

DOI: <http://dx.doi.org/10.14483/udistrital.jour.RC.2017.27.a17>

Sobre la relación física matemática en la enseñanza de la mecánica cuántica: Un análisis al formalismo matemático de Von Neumann

On mathematical physics relationship in the teaching of quantum
mechanics: An analysis of the mathematical formalism of Von Neumann

Sobre a relação física matemática no ensino de mecânica quântica: Uma
análise do formalismo matemático de Von Neumann

Carlos Germán Cortés Hernández¹
Mauricio Rozo Clavijo²

	<p>Resumen</p> <p>El presente trabajo de investigación hace parte del proyecto de grado que se realiza en licenciatura de Física de la Universidad Pedagógica Nacional, como requisito para el grado de licenciado en Física. Esta investigación se lleva a cabo a partir de un estudio histórico-crítico sobre los fundamentos matemáticos de la mecánica cuántica propuesto por Von Neumann en 1932. La axiomatización de la mecánica cuántica que realiza Von Neumann la realiza haciendo uso de espacios de Hilbert para mostrar la equivalencia entre los dos esquemas propuestos por Heisenberg y Schrödinger. Por otro lado, para la enseñanza de la mecánica cuántica es importante analizar la relación física matemática, la cual permite una mejor interpretación por parte de los estudiantes.</p> <p>Palabras Clave: Enseñanza, mecánica cuántica, formalización, estudio histórico-crítico.</p>
--	---

¹ Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá-Colombia. Contacto: dfi_cg cortesh288@pedagogica.edu.co

² Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá-Colombia. Contacto: mclavijo@pedagogica.edu.co

	<p>Abstract</p> <p>This research is part of the degree project carried out in Physics degree from the Universidad Pedagógica Nacional, as a requirement for a bachelor's degree in physics. This research is conducted from a historical-critical study of the mathematical foundations of quantum mechanics proposed by Von Neumann in 1932. The axiomatization of quantum mechanics performing Von Neumann is performed using Hilbert spaces to display equivalence between the two schemes proposed by Heisenberg and Schrödinger. On the other hand, it is for teaching quantum mechanics important to analyze mathematical physics relationship, which allows better performance by students.</p> <p>Keywords: Teaching, quantum mechanics, Von Neumann, historical-critical, physics, formalization, mathematics.</p> <p>Resumo</p> <p>Esta pesquisa é parte do projeto grau realizado em grau de Física da Universidad Pedagógica Nacional, como um requisito para um grau de bacharel em física. Esta pesquisa é realizada a partir de um estudo histórico-crítica dos fundamentos matemáticos da mecânica quântica propostas por Von Neumann em 1932. O axiomatization da mecânica quântica realizando Von Neumann é realizada utilizando espaços de Hilbert para exibir equivalência entre os dois esquemas propostos por Heisenberg e Schrödinger. Por outro lado, é para o ensino de mecânica quântica importante analisar relação física matemática, que permite um melhor desempenho pelos alunos.</p> <p>Palavras-chave: Ensinar, mecânica quântica, Von Neumann, histórico-crítico, física, formalização, matemática.</p>
--	---

INTRODUCCIÓN

Los fenómenos físicos siempre han jugado un papel fundamental en el desarrollo de la ciencia y es ahí en la búsqueda de interpretaciones del funcionamiento de la naturaleza donde se persiguen explicaciones, que muestran de manera ya sea cualitativa o cuantitativa la articulación de la teoría con el mundo en que vivimos. Es

de vital importancia considerar los fenómenos como el principio de toda teoría, ya que a partir de ellos logramos integrar lenguajes que permiten dar una explicación de ellos.

Es en la exploración de interpretaciones que podemos direccionar la formulación de conclusiones que bajo algún lenguaje nos permitan obtener valores predictivos de los fenómenos físicos y que a su vez deben permitir la construcción de experimentos por medio de la observación que den validez científica a las leyes de la naturaleza.

En la licenciatura primero aprendemos una teoría predictiva como lo es la mecánica Newtoniana, donde mediante ecuaciones logramos deducciones de la relación entre lo que observamos y la teoría. Este comportamiento del mundo macroscópico es muy determinista y todo lo que vemos lo podemos modelar de manera muy precisa. Luego se ingresa de manera aproximada al mundo microscópico a partir de la mecánica cuántica, que en primera instancia es difícil para los estudiantes de la universidad rediseñar el funcionamiento del universo dejando un poco de lado la predicción puntual para darle un enfoque de aleatoriedad frente a fenómenos a nivel atómico.

Por lo tanto, en el presente escrito se hace un enfoque en como los fenómenos físicos han permitido construir estructuras matemáticas mostrando la relación física matemática. Claros ejemplos a través de la historia han mostrado que se puede descifrar la naturaleza dando explicaciones sin el uso de ecuaciones como es el caso de la teoría electromagnética con dos de sus precursores, estoy hablando de Faraday quien propuso esta teoría sin el uso de ecuaciones y de Maxwell quien le dio un formalismo matemático a la teoría electromagnética. Pero es importante señalar que ninguna de las dos presentaciones se olvida de la fenomenología. Otro ejemplo muy importante para la física es el de la mecánica clásica donde primero Newton a finales del siglo XIX explicó sin el uso de un formalismo riguroso el movimiento de los cuerpos para luego pasar a la integración del lenguaje matemático del Cálculo.

Se puede decir que el siglo XX es sin lugar a dudas uno de los siglos de la ciencia, sino el más importante, ya que dio creación a dos grandes teorías en sus inicios de la física, la teoría de la relatividad y la mecánica cuántica. La primera desarrollada por Albert Einstein, quien de manera muy detallada propuso los principios e íntegro la matemática necesaria para darle un giro a la teoría newtoniana que se había mantenido intacta durante casi tres siglos. Y la segunda es la mecánica cuántica que nace por dar explicación a fenómenos como la radiación del cuerpo negro y otros.

La mecánica cuántica fue desarrollada por varios pensadores, entre ellos encontramos los que construyeron modelos matemáticos como la mecánica matricial (Heisenberg) y la ondulatoria (Schrödinger), siendo estos dos esquemas equivalentes para la descripción de los fenómenos a nivel atómico como lo mostraron Dirac y Von Neumann. Sin embargo, es Von Neumann quien de manera contundente sienta las bases matemáticas del formalismo de la mecánica cuántica.

Por otro lado, se pretende realizar un análisis histórico-crítico sobre el nacimiento de la mecánica cuántica a partir de los estudios de Von Neumann, ya que en general se desarrolla los esquemas de Schrödinger y Heisenberg dejando de lado la estructura matemática que cimienta las explicaciones de la teoría cuántica y cómo esta ha permitido el nacimiento de nuevos estudios de avance para la tecnología y el desarrollo de la humanidad.

El objetivo del trabajo es realizar un estudio histórico-crítico sobre los fundamentos matemáticos de la mecánica cuántica en torno a los trabajos de Von Neumann tal que permita mostrar la relación física-matemática para enseñanza de la mecánica cuántica.

Un esquema, dos miradas

En 1900 en el segundo congreso internacional de física realizado en París Francia, David Hilbert propuso una serie de problemas acerca de la matemática, entre ellos, la axiomatización de la física.

Fue en 1932 con una publicación de Von Neumann que se logró darle solución a este problema mediante la ingeniosa ayuda de los espacios de Hilbert. Von Neumann asistió a algunos seminarios en Göttingen donde conoció a Hilbert y desde ahí empezaron a trabajar en la formulación matemática de la mecánica cuántica.

La publicación escrita de Von Neumann se titula Fundamentos matemáticos de la mecánica cuántica de la traducción al español realizada por el Dr. R. Ortiz. El génesis de la mecánica cuántica moderna inicia con los trabajos de Born-Heisenberg-Jordan con la mecánica matricial y Schrödinger con la mecánica ondulatoria en 1925, dos esquemas completamente distintos desde su construcción pero que permitían llegar a los mismos resultados. Schrödinger fue el primero que intento mostrar la equivalencia entre estos dos esquemas y finalmente lo logra, publicando un artículo en 1926. Sin embargo, su propuesta no respondía a la equivalencia formal que se esperaba, así que solo seis años después de forma contundente desde el punto de vista matemático, Von Neumann muestra la equivalencia aludiendo a un isomorfismo isométrico de las dos teorías. (Madrid, 2009)

Metodología

La metodología para realizar la investigación es de corte histórico-critico en el cual se analiza de manera detallada y profunda el libro publicado por John Von Neumann *“Fundamentos matemáticos de la mecánica cuántica”* en 1932.

CONCLUSIÓN

Reconocer la fuerte relación que siempre ha existido entre la física y la matemática es de vital importancia en el desarrollo de las diferentes experiencias realizadas en los centros educativos. Por eso en la medida en que no se haga solo alusión a los

formalismos matemáticos cuando se enseña física se permitirá a los estudiantes encontrar tal relación que debe ser de manera biunívoca y dinámica para que se permitan hacer analogías que fortalezcan los diferentes conocimientos.

Realizar un análisis histórico-crítico permite estudiar la construcción de teorías desde tres puntos: primero el análisis contextual en que se construye la teoría, y segundo, el reconocimiento a los aportes hechos por el autor a la ciencia y finalmente de cómo implementar tales saberes en la enseñanza en particular la mecánica cuántica, la cual ha sido una teoría cuya formalización e interpretación ha contribuido en el desarrollo científico y tecnológico.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AYALA M. (2006). Los análisis históricos críticos y la recontextualización de saberes científicos. Construyendo un nuevo espacio de posibilidades, *Proposições*, Vol. 17.

FARIETA Y. (2007)., La equivalencia entre la formulación de Schrödinger y la formulación de Heisenberg desde el tratado de Dirac. Universidad Pedagógica Nacional.

FEYNMAN R., LEIGHTON R., SANDS M. (1971), *Física Vol. III.- Mecánica Cuántica*. Addison Wesley Iberoamericana.

PANTOJA G., MOREIRA., HERSCOVITZ V. (2013). La enseñanza de conceptos fundamentales de mecánica cuántica a alumnos de graduación en física. *REIEC* Vol. 9. Brasil.

VON NEUMANN J. (1949). Fundamentos matemáticos de la Mecánica Cuántica. *Publicaciones del instituto de Matemáticas "Jorge Juan"*. Madrid.

DIRAC P. (1958). The Principles of Quantum Mechanics, (4a. Edición) *Oxford University Press*.

DOI: <http://dx.doi.org/10.14483/udistrital.jour.RC.2017.27.a18>

Concepciones didácticas en la enseñanza del campo eléctrico

Conceptions didactics in the electric field teaching

Concepções didáticas em ensino o campo elétrico

Jaime Duván Reyes Roncancio¹
Gloria Patricia Romero²
Edier H. Bustos³

Resumen

El artículo presenta resultados de la investigación sobre el Conocimiento Didáctico del Contenido del profesor de Física en la enseñanza del campo eléctrico. El enfoque metodológico desarrollado fue de corte interpretativo e involucró el diseño y construcción de una escala tipo Likert, basada en una hipótesis de progresión, para explorar las concepciones didácticas del profesorado sobre la enseñanza del campo eléctrico. En este sentido se organizan los fundamentos conceptuales que permitieron la organización categorial de los componentes de la escala, y se discuten resultados de su aplicación en un grupo de profesores de física de la ciudad de Bogotá. Finalmente se exponen algunas implicaciones didácticas como elementos reflexivos tanto para la formación inicial como para el ejercicio de enseñanza del profesor de física.

Palabras Clave: CDC, PCK, Campo eléctrico, didáctica, enseñanza de las ciencias.

¹ Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá-Colombia. Contacto: jdreyesr@udistrital.edu.co

² Politécnico Internacional. Bogotá-Colombia. Contacto: gloria.romero@pi.edu.co

³ Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá-Colombia. Contacto: ehbustosv@udistrital.edu.co

Abstract

The article presents results of research on the pedagogical content knowledge of physics professor teaching the electric field. The methodological approach was developed interpretive cut and involved the design and construction of a Likert scale , based on an assumption of progression to explore the educational conceptions of teachers about teaching the electric field. In this sense the conceptual foundations that allow the categorical organization of the components of the scale are organized, and results of its application are discussed in a group of teachers of physics of Bogotá. Finally we expose some educational implications as reflection elements for both initial training and the exercise of teaching physics professor.

Keywords: CDC, PCK, Electric field, teaching, science teaching.

Resumo

O artigo apresenta os resultados da pesquisa sobre o conhecimento Didactico do conteúdo do professor de física no ensino do campo elétrico. A abordagem metodológica foi desenvolvida de corte interpretativa e abarcou a concepção e construção de uma escala tipo Likert, com base em uma suposição de progressão para explorar as concepções didacticas dos professores sobre o ensino do campo elétrico. Neste sentido, são organizados os fundamentos conceituais os quais permitem a organização categórica dos componentes da escala, e os resultados de sua aplicação são discutidos com um grupo de professores de física da cidade de Bogotá. Finalmente, são expostas algumas implicações didacticas como elementos refletivos, tanto para a formação inicial, como para o exercício do professor de ensino da física.

Palavras chave: CDC, PCK, campo elétrico, didáctica, ensino de ciências.

INTRODUCCIÓN

Se expone aquí la sistematización de los referentes didácticos asociados a la enseñanza del campo eléctrico de un grupo de profesores de física de Bogotá. La indagación tiene como referente principal cinco componentes del Conocimiento Didáctico del Contenido (CDC) a partir de los cuales se organiza el análisis de los resultados de aplicación del instrumento de recolección de información. El objetivo del presente trabajo es caracterizar el conocimiento didáctico del profesor de física en relación con la enseñanza del campo eléctrico

MARCO TEÓRICO

Shulman (1986) describe al CDC como un conocimiento que “va más allá del conocimiento de la materia per se” (p. 9) y se entiende por tanto como una *amalgama* entre el conocimiento pedagógico y el conocimiento científico del profesor. Este constructo de conocimiento (Abell, 2008) ha sido caracterizado en diversas poblaciones de profesores (Reyes 2010, 2014) ya sea en pre servicio o en ejercicio. En este marco se ubica la intención por indagar el CDC con profesores en ejercicio, dado que se viene reconociendo la importancia del conocimiento profesional del profesor con base en su caracterización (Melo, Cañada, Mellado & Buitrago, 2014; Cañada, Melo, Castillo, & Mellado, 2011) desde grupos focales o sujetos individuales. Estos trabajos reportan posiciones diferenciadas de los profesores al enseñar el campo eléctrico. Asumiendo algunos una perspectiva de corte acumulativa y lineal de los contenidos partiendo de los fenómenos de la electrificación o de la definición del vector campo para luego asumir al campo eléctrico como una aplicación de tal concepto general y, otros consideran que los estudiantes deben visualizar el campo y por tanto el orden de los contenidos como viene en los libros de texto puede ser alterado. Adicionalmente Cañada et. al., distinguen que la didáctica del campo eléctrico -en los cuatro estudios de casos- contiene una creencia sobre el protagonismo de los ejercicios de lápiz y papel, el trabajo de laboratorio, aspectos que son independientes de los referentes paradigmáticos para la enseñanza y el aprendizaje que ellos siguen, donde su didáctica personal se ve influenciada por factores como la interpretación de sus currículos locales. Dado que estos estudios se han centrado solamente en grupos focales es aquí donde el diseño de un instrumento de indagación del CDC asociado a la enseñanza del campo eléctrico contribuye en la constitución de una masa crítica de caracterización y descripción mediante la cual se puedan fundamentar procesos de intervención pedagógica con el profesorado.

Una Hipótesis de Progresión para la Enseñanza del Campo Eléctrico

El concepto de hipótesis de progresión (HdP) tiene como fundamento un criterio de organización, secuenciación y jerarquización de los contenidos escolares (García, 1998; Porlán & Rivero, 1988). Este enfoque se puede utilizar considerando

de manera similar una propuesta estructural de CDC del profesor de física (Reyes, Martínez, 2013). Así, al organizar la HdP sobre el CDC del profesor asociado a la enseñanza del campo eléctrico se considera la perspectiva de complejización desde los componentes del CDC en atención a cuatro niveles de referencia:

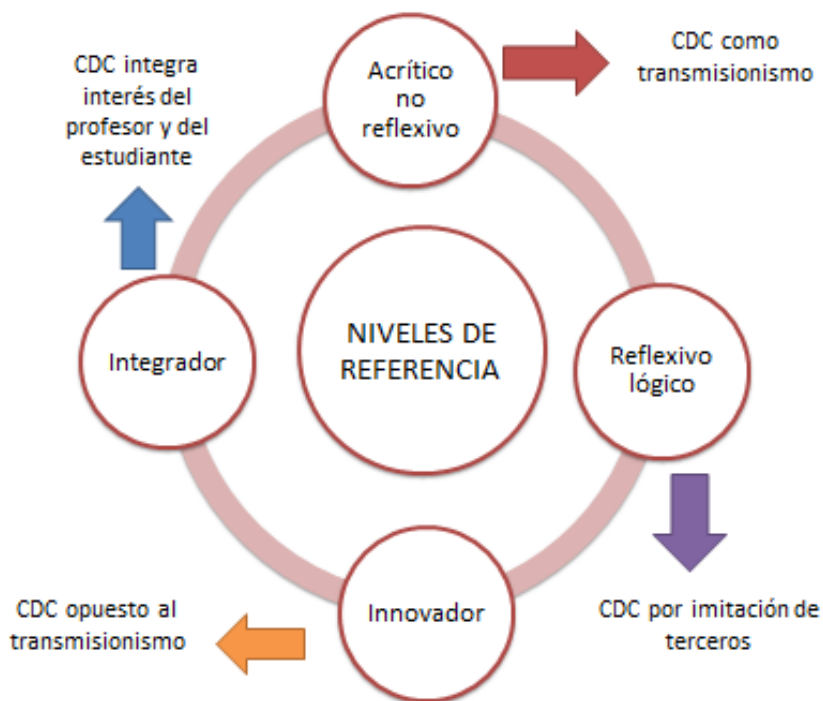


Figura 1: niveles de referencia del CDC. Fuente: Los autores.

METODOLOGÍA

La investigación contempló un análisis cualitativo de datos cuantitativos a partir del diseño, validación y aplicación de una escala Likert⁴ a un grupo poblacional de 22 profesores de física del Distrito Capital. La escala se validó con expertos y se sometió al análisis de alfa de Cronbach (0,79). Los resultados se sistematizaron en concordancia con a los presupuestos metodológicos para el análisis de la escala (Reyes & Barbosa, 2006, Reyes & Cifuentes, 2013) y en correspondencia al porcentaje de respuestas que afirman la categoría (logrado) o que la niegan (no logrado).

RESULTADOS

En lo que sigue se presentan los resultados por componentes del CDC.

Perspectiva Epistemológica

Para esta perspectiva, el grado de acuerdo para las categorías es diferenciado y creciente en el orden de los niveles propuestos en la HdP . Los profesores consideran que existen diferencias en la manera como se puede comprender el campo eléctrico desde perspectivas que validan la acción a distancia hacia

⁴ La escala se puede consultar en https://docs.google.com/forms/d/15c_jyglW_mTGTkCw3i38K40qXA8vT4TKg1lhJiPHJBA/edit

perspectivas que cuestionan la acción del medio entre partículas cargadas. Sin embargo, dado el mayor porcentaje logrado por la perspectiva Reflexivo-Lógico, existe una consideración de la interacción eléctrica mayoritariamente fundamentada en la acción a distancia, en donde el protagonismo lo tiene exclusivamente la carga eléctrica que genera el campo eléctrico y así mismo se puede dar cuenta de la interacción con una partícula de prueba solo en relación con la fuente del campo y no con el campo mismo.

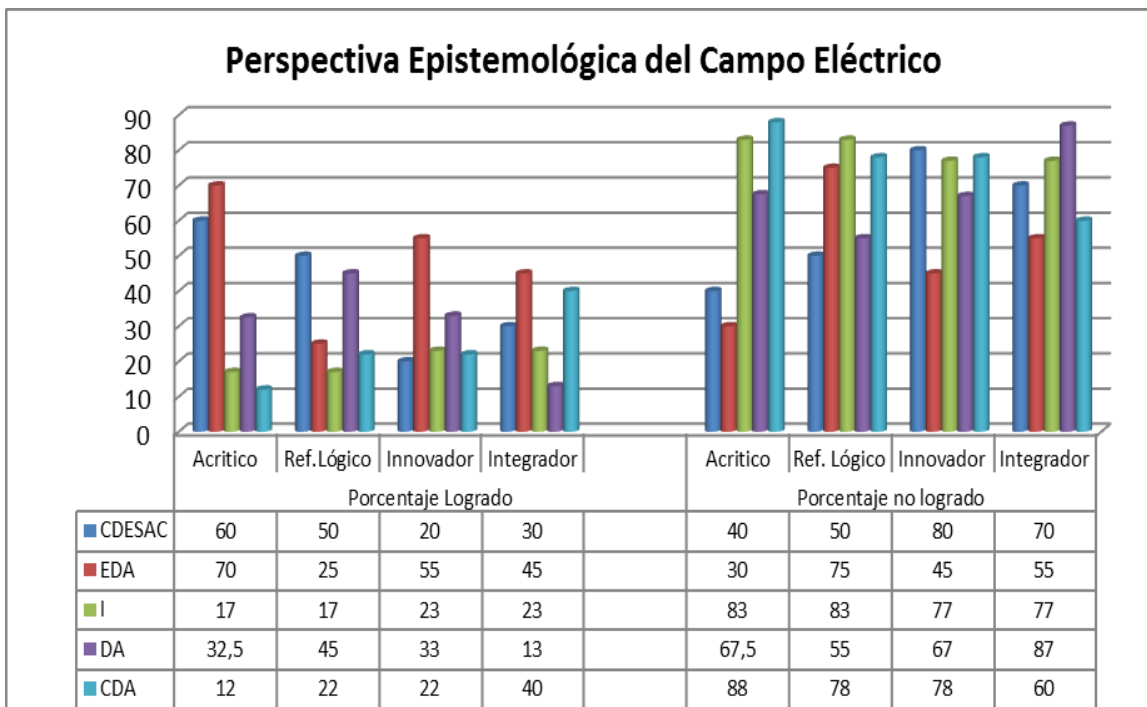


Figura 2: Perspectiva Epistemológica del campo eléctrico. Fuente: Los autores

La Evaluación del aprendizaje

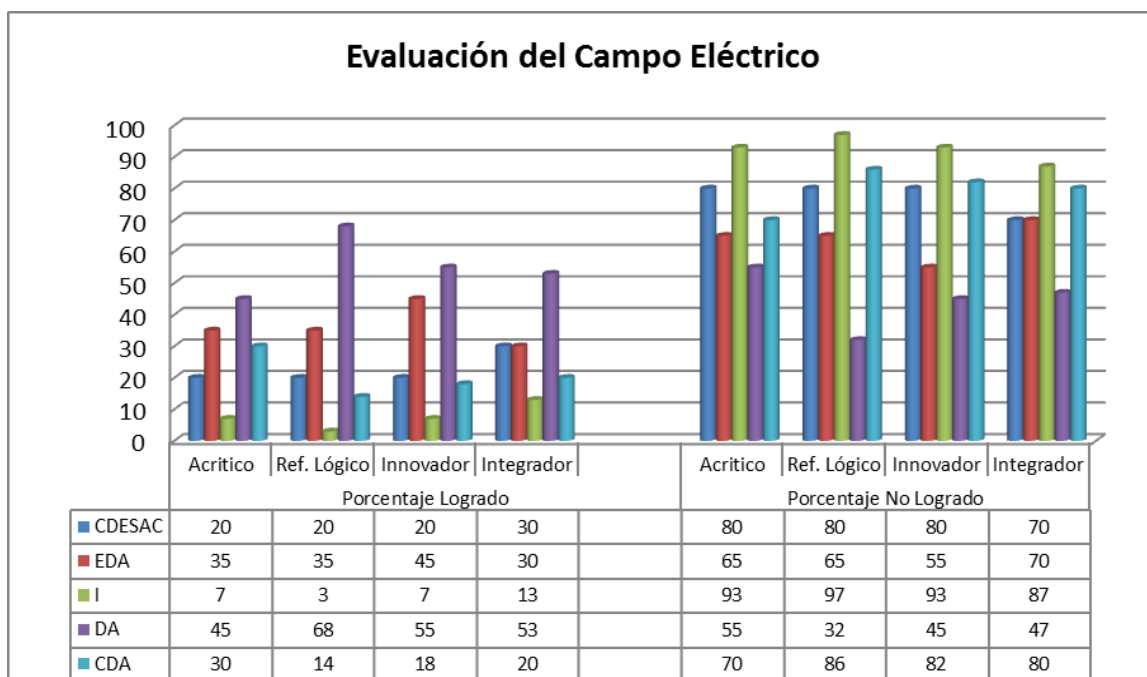


Figura 3: Evaluación del aprendizaje del campo eléctrico. Fuente: Los autores

Los profesores favorecen la evaluación del grado de conocimiento del estudiante para construir un montaje de laboratorio y posteriormente para presentar los

resultados en un informe de laboratorio que sea consistente. Así mismo, los profesores consideran que el estudiante debe comprender algunos conceptos que son previos y secuenciales al tema Campo Eléctrico.

Ideas de los estudiantes

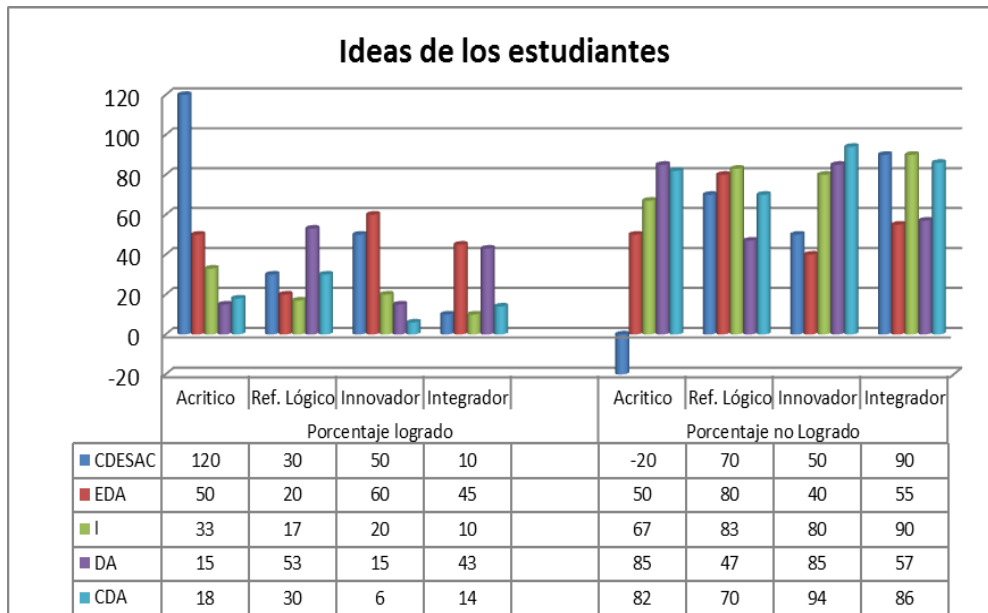


Figura 4: Ideas de los estudiantes. Fuente: Los autores

Los profesores no están de acuerdo con que los estudiantes no tengan una noción del concepto de Campo Eléctrico o que no se logre en el bachillerato construir este concepto. En contraste, consideran que aun cuando los estudiantes tienen nociones del concepto Campo Eléctrico, estas nociones pueden en su mayoría ser erradas ya que existe deben primero conocer la carga eléctrica y la Ley de Coulomb.

Actividades

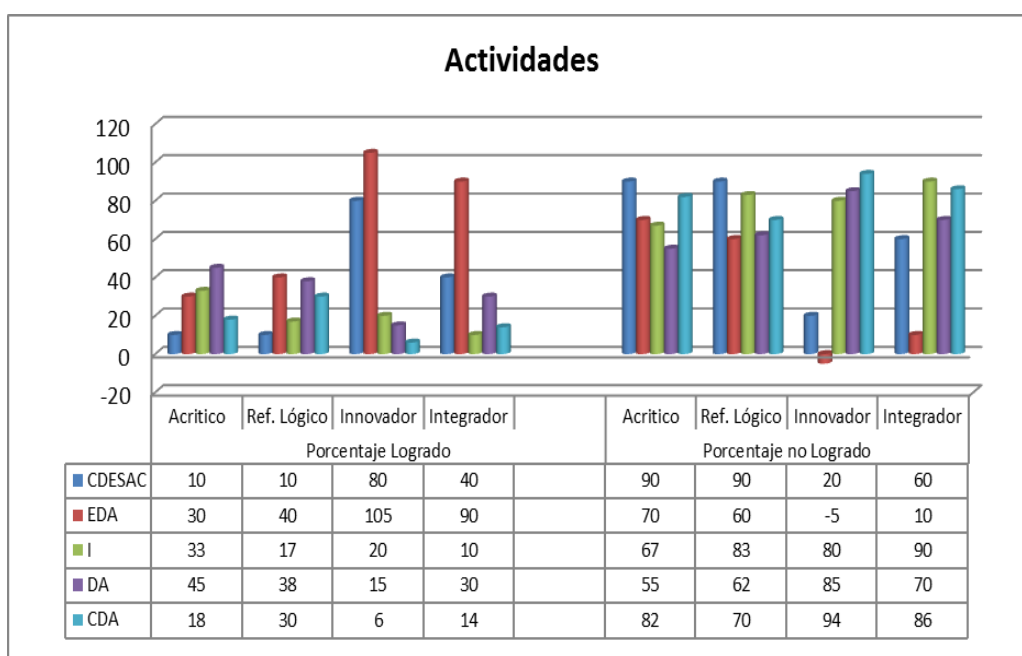


Figura 5. Actividades de Campo Eléctrico. Fuente: Los autores.

Los profesores consideran que las actividades y tareas no deben ser definidas por los estudiantes ni por sus intereses. Se evidencia que un alto porcentaje de los profesores considera que resolver o solucionar ejercicios de la Ley de Coulomb facilita la comprensión del Campo Eléctrico, esta situación coincide con el grado de acuerdo alcanzado en la perspectiva Reflexivo-lógico, donde manifiestan que los ejercicios y los laboratorios son herramientas que les permiten a los estudiantes comprender el concepto.

Contenidos

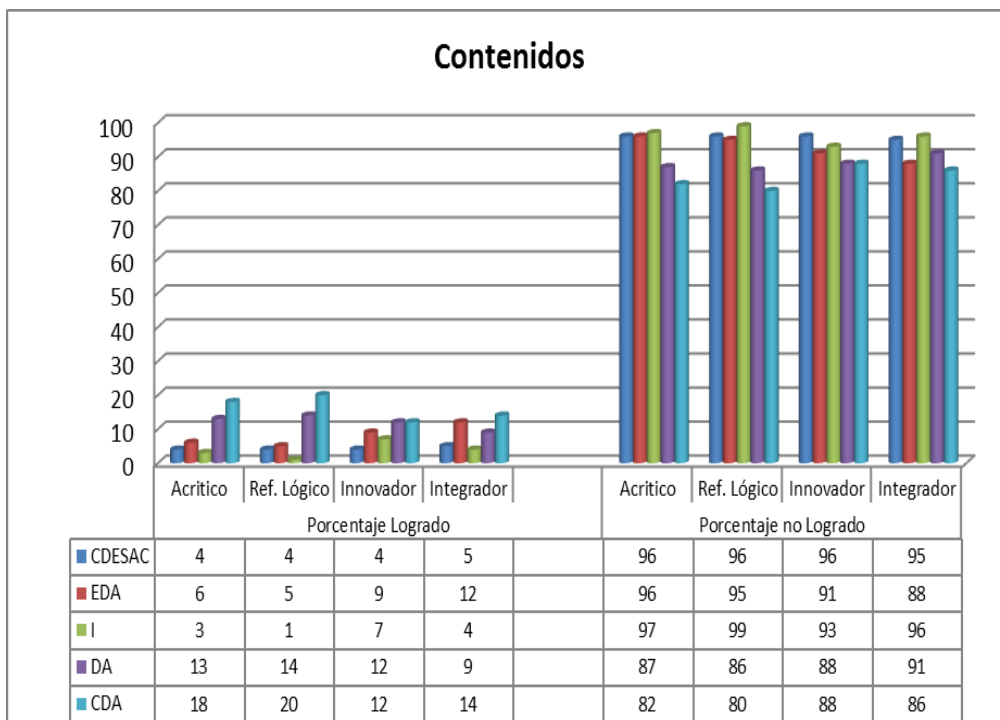


Figura 6: Contenidos conceptuales en la enseñanza del Campo Eléctrico. Fuente: Los autores.

Los profesores manifiestan la importancia de contar con libros de texto, la observación, las hipótesis, la toma de datos y el análisis para la enseñanza del concepto de Campo Eléctrico. Sin embargo cuestionan que en las clases de física sea importante incluir las actitudes y opiniones de los estudiantes.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

La perspectiva epistemológica mayoritaria de los profesores encuestados asume al campo eléctrico desde la idea de acción a distancia, por tanto conviene preguntarse en que medida han realizado el “salto epistemológico” (Furió, & Guisasola, 1998) asociado a la comprensión del campo eléctrico en términos alternativos.

Se re afirma aquí la consideración de una linealidad en el tratamiento de los contenidos para comprender el campo eléctrico (Reyes, 2014), como la que figura en los libros de texto. Los contenidos procedimentales se consideran relevantes en tanto que se asocian al ‘método científico’. Ahora bien, las actitudes de los estudiantes no se consideran tan relevantes como los conceptos mismos.

Para los encuestados los estudiantes tienen ideas previas por lo general erradas sobre el campo eléctrico pero pueden mejorarlas si se tienen bien fundamentado el concepto de fuerza. Las actividades de enseñanza se fundamentan en la linealidad del currículo tradicional, así la comprensión del campo eléctrico pasa por la realización de ejercicios de lápiz y papel asociados a la Ley de Coulomb. Por último, la evaluación del aprendizaje de campo eléctrico se fundamenta principalmente en revisar los contenidos conceptuales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abell, S. K. (2008). Twenty Years Later: Does pedagogical content knowledge remain a useful idea? *International Journal of Science Education*, 30(10), 1405 – 1416.
- Cañada, F., Melo, V., Castillo, E & Mellado, V. (2011) The Pedagogical Content Knowledge Of Secondary School Physics Teachers On Electric Fields. http://www.esera.org/media/ebook/strand13/ebook-esera2011_Canada-13.pdf
- Furio, C. & Guisasola, J. (1998). Difficulties in learning the concept of electric field. *Science Education*, 82(4), 511-526.
- García, J. E. (1998). *Hacia una teoría alternativa sobre los contenidos escolares*. Sevilla: Diada
- Melo, Cañada, Mellado y Buitrago (2014) Initial Characterization of a Colombian High School Physics Teacher' Pedagogical Content Knowledge on Electric Fields. Conference proceedings International Conference New perspectives in Science education. Libreriauniversitaria.it.
- Porlán, R. & Rivero, A. (1998). *El conocimiento de los profesores. Una propuesta formativa en el área de ciencias*. Sevilla: Díada.
- Reyes, J. D. (2010). Tendencias en investigación en el Conocimiento Pedagógico de Contenido de profesores de física en formación inicial. *Revista de Enseñanza de la Física*, 23(1-2), 7-19.
- Reyes, J.D & Barbosa, J. (2006). El pensamiento del profesor de física desde el concepto de espacio. En: Revista ieRed: Revista Electrónica de la Red de Investigación Educativa [en línea]. Vol.1, No.4. Disponible en Internet: <<http://revista.iered.org>>. ISSN 1794-8061
- Reyes, J.D & Cifuentes J.A. (2013) Explicaciones del circuito eléctrico en profesores de física en formación inicial. *Enseñanza de las Ciencias: Revista de Investigación y Experiencias Didácticas*. Vol extra. 2985-2991

Reyes, J.D. & Martínez C. A. (2013) Una Hipótesis de progression sobre el conocimiento didáctico del contenido respecto a las actividades de Enseñanza asociadas al campo electrico. En: *Conocimiento profesional del profesor de ciencias de primaria y conocimiento escolar*. Serie Grupos. Editorial UD. 179-199

Reyes, J.D. (2014). Conocimiento didáctico de contenido del profesor de Física en formación inicial : la Enseñanza del campo eléctrico. Editorial UD. Bogotá

Shulman, L. S. (1986). Those who understand: knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 4-14.

DOI: <http://dx.doi.org/10.14483/udistrital.jour.RC.2017.27.a19>

Enseñanza de la física orientando la práctica experimental como investigación

Physics teaching practice as guiding the experimental research

Práctica de Ensino de Física como orientar a pesquisa experimental

Fernando José Chinchilla Buelvas¹

Resumen

El objetivo de este trabajo fue determinar si orientando la actividad experimental como investigación dirigida lograba un cambio conceptual en los estudiantes de Licenciatura en Matemáticas y Físicas e Ingeniería de la Universidad Popular del Cesar (UPC). Partiendo de dos trabajos de grado realizados en los años 2001 y 2002 en la UPC, los cuales evidenciaban que la formación experimental en física de los estudiantes de Ingeniería y licenciatura en Matemáticas y Física de la UPC era deficiente y además no cumplía con los principios básicos del quehacer científico; lo cual es un verdadero obstáculo en el proceso de indagación y comprensión de la naturaleza.

Palabras Clave: Física, experimental, investigadores, Enseñanza, aprendizaje

Abstract

The aim of this study was to determine if the experimental orienting research activity directed achieved a conceptual change in students of Degree in Mathematics and Physics and Engineering of the Popular University of Cesar (UPC). Based on two degree works carried out in 2001 and 2002 at the UPC, which evidenced that the experimental training physics students of Engineering and BA in Mathematics and Physics of the UPC was poor and it did not meet the basic

¹ Universidad Popular del Cesar, Valledupar –Cesar-Colombia. Contacto: fjchinchilla@unicesar.edu.co

	<p>principles of scientific work; which it is a real obstacle in the process of inquiry and understanding of nature.</p> <p>Keywords: Experimental, Physics, researchers, teaching, learning</p> <p>Resumo O objetivo deste estudo foi determinar se a atividade de pesquisa de orientação experimental dirigido alcançada uma mudança conceitual em estudantes de Licenciatura em Matemática e Física e Engenharia da Universidade Popular de Cesar (UPC). Com base em duas obras de graduação realizados em 2001 e 2002 na UPC, que evidenciou que os alunos de formação física experimental de Engenharia e BA em Matemática e Física da UPC era pobre e não cumprir com os princípios básicos do trabalho científico; que é um verdadeiro obstáculo no processo de investigação e compreensão da natureza.</p> <p>Palavras-chave: Physics, Experimental, pesquisadores, ensino, aprendizagem</p>
--	--

Enseñanza de la física orientando la práctica experimental como investigación

La enseñanza de las ciencias, como la física, se ha desarrollado tradicionalmente de manera teórico-práctica, por su naturaleza experimental. En este sentido el laboratorio es pieza fundamental en la enseñanza de las ciencias, ya que este proporciona la oportunidad que los estudiantes desarrollen una serie de competencias. Muchas investigaciones, incluso dentro de la Universidad Popular del Cesar (UPC) han generado dudas sobre el aporte real de la enseñanza dentro del laboratorio, apuntando hacia la metodología de enseñanza del trabajo experimental como posible generadora de dificultades de aprendizaje. En este sentido, esta investigación pretende hacer uso de una de las metodologías que han surgido como propuesta a la problemática descrita, esta es la de orientar las practicas experimentales como investigación dirigida, la cual está sustentada en la teoría del constructivismo que posibilita a docentes como estudiantes estimular la construcción de conocimientos gracias a la aplicación de una serie de parámetros.

El objetivo del presente trabajo es determinar si Orientando la actividad experimental como investigación dirigida se logra un cambio conceptual en estudiantes de Licenciatura en Matemáticas y Físicas e Ingeniería de la UPC en la temática de termodinámica en el segundo semestre del 2015.

MARCO TEÓRICO

Enseñanza de la física

Para aprender ciencias es necesario, un proceso de construcción, no de reproducción de conocimientos, lo que implica que la enseñanza de la física debe dejar de ser una transmisión de conocimientos estáticos e indudables, sino una construcción humana, la cual le permita al estudiante seleccionar y organizar la información relevante y logre integrarla por sí mismo de forma coherente y articulada a sus conocimientos previos, para así lograr un aprendizaje significativo y crítico acorde a los desafíos tecnológicos y sociales del mundo actual. Para lograr lo anterior es necesario poner en práctica la formulación de problemas, realización de experimentos, observaciones y demostraciones; y así alcanzar que los alumnos comprendan los modelos científicos y la propia naturaleza de las ciencias, incentivando de esta forma una participación más activa de los estudiantes. Bajo esta fundamentación ha surgido una serie de estrategias las cuales buscan integrar el aprendizaje de conceptos, la resolución de problemas y el trabajo práctico; tales componentes complementariamente se aprenden mejor cuando los aprendices son guiados a través de la estrategia de “investigación dirigida”.

Aprendizaje significativo

Es preciso entender que el aprendizaje es significativo cuando nuevos conocimientos pasan a significar algo para el aprendiz, cuando él es capaz de explicar situaciones con sus propias palabras, cuando es capaz de resolver problemas nuevos. Ese aprendizaje se caracteriza por la interacción entre los nuevos conocimientos y aquellos específicamente relevantes ya existentes en la estructura cognitiva del sujeto que aprende, estos conocimientos previos son el

factor más importante según Ausubel y Novak (1980). El otro factor de extrema relevancia para el aprendizaje significativo es la predisposición para aprender, el esfuerzo deliberado, cognitivo y afectivo, para relacionar de manera no arbitraria y no literal los nuevos conocimientos a la estructura cognitiva.

Investigación dirigida

La Investigación Dirigida más que un método de enseñanza se puede considerar como un método de construcción del aprendizaje, el cuál brinda a los estudiantes la oportunidad de participar activamente en los procedimientos propios de la metodología científica, como: la formulación del problema, la emisión de hipótesis, la elaboración de estrategias, la resolución del problema y en el análisis de los resultados. Y donde el docente pasa de ser el actor principal a ser un mediador el cual orienta a los estudiantes para que estos logren aprender conceptos, actitudes, o procedimientos que les permita tener mayor destreza al enfrentarse a problemas teóricos o prácticos.

La investigación dirigida se convierte entonces en una herramienta fundamental para la construcción del conocimiento y el proceso de mediación pedagógica a partir de las concepciones previas, viéndose reflejada la teoría del constructivismo y del aprendizaje significativo [10].

Se puede afirmar entonces que la investigación dirigida es una estrategia utilizada por los docentes de ciencias para:

- acercar a sus estudiantes a lo que es ser un científico, pero nunca pretender que sean científicos en realidad.
- la construcción del aprendizaje, donde los estudiantes aplican metodologías que los llevan por caminos de auto aprendizaje y llegar así a la premisa de “aprender a aprender”.
- acercar el conocimiento o conceptos científicos a la realidad cotidiana. [11]

Por lo tanto, la meta de la investigación dirigida debe ser promover en los estudiantes no solo cambios conceptuales sino también cambios en sus procedimientos y actitudes.

Las ideas presentadas hasta aquí nos llevan a replantear la enseñanza de la física dentro del laboratorio, de una práctica de “receta” a una práctica como investigación.

Enfoque metodológico

Teniendo en cuenta que la presente investigación es de carácter cualitativa, la metodología trabajada para la solución de los objetivos se enmarca en el enfoque epistemológico intuitivo-vivencial, lo que se buscaba era observar la realidad del estudiante dentro de un laboratorio de física, además orientar el trabajo experimental a una investigación dirigida. El método que permitió el desarrollo de esta investigación fue el método interpretativo.

El método interpretativo maneja una serie de pasos que permitirían dar respuesta al problema de investigación planteado; desde la teoría de acción está conformado por tres fases las cuales son recolección, procesamiento e interpretación de la información; maneja tres técnicas que son entrevistas semi-estructuradas, categorización e interpretación de texto escrito; y los instrumentos que trabaja son cuestionarios y diseños experimentales, transcripciones y documentos organizados.

Finalmente, La investigación aquí presentada es cualitativa de tipo descriptiva, utilizando como componente metodológico el método interpretativo, fundamentado en el pensamiento intuitivo-vivencial; donde se busca analizar como es el trabajo de los estudiantes de tres asignaturas de la Universidad Popular del Cesar dentro del laboratorio orientándolo como investigación dirigida y mirar si hay un cambio conceptual en las temáticas trabajadas.

Escenarios

Se trabajó con estudiantes de la Universidad Popular del Cesar sede Valledupar, pertenecientes a los programas de ingeniería y licenciatura en matemáticas y física.

	PROGRAMAS		
	Licenciatura Matemáticas y Física		Ingenierías
ASIGNATURAS	<i>Experimental 1</i> <i>(Exp. 1)</i>	<i>Experimental 2</i> <i>(Exp. 2)</i>	<i>Ondas y termodinámica</i>
N. ESTUDIANTES	4	12	16

El escenario consta de 32 estudiantes, de los cuales 16 pertenecían al programa de licenciatura en matemáticas y física, los 16 restante a los programas de ingeniería de Sistema y Electrónica. Los cuales cursaban entre el sexto y el séptimo semestre; y entre el cuarto y el quinto semestre respectivamente.

Instrumentos

El sustento teórico de la investigación está en la teoría del aprendizaje significativo planteada por Ausubel, la cual tiene como principio rector el siguiente “averígüese lo que el estudiante ya sabe y enséñese en consecuencia”; por lo tanto inicialmente se diseñó una entrevista semi estructurada a través de un pre-test, el cual constaba de una seria de preguntas abiertas y cerradas relacionada con la temática de termodinámica, con el fin de conocer sus preconceptos.

Otros instrumentos utilizados en la investigación enmarcados en los objetivos planteados, fue la elaboración de cinco rubricas, los cuales pretendía definir de forma general indicadores, para valorar el grado de adquisición de la competencia “aplicar el método científico en dentro del laboratorio” durante el desarrollo de las practicas experimentales como investigación, enfocadas al trabajo cooperativo.

Por último, se elaboraron unos post-test con el propósito de averiguar la evolución de las ideas cuestionadas en el pre-test, y que fueron afianzadas en la ejecución de los experimentos.

RESULTADOS

A continuación, se muestran los resultados obtenidos en cada una de las preguntas de los test por prácticas experimentales, teniendo en cuenta la categorización y los tres escenarios (curso de experimental 1, curso de experimental 2 y un curso de ondas)

Práctica de dilatación térmica

Para esta práctica el pre-test constaba de 6 preguntas en total, de las cuales 3 eran abiertas y el restante cerradas. Debido a que las preguntas cerradas pueden inducir a las estudiantes a dar respuestas preestablecidas, no se consideraron de suma importancia para analizar los preconceptos. De los 32 estudiantes que conformaban los 3 escenarios, 10 de ellos realizaron el pre-test para esta práctica; dos estudiantes de *Exp. 1*, cuatro estudiantes eran de *Exp. 2* y cuatro estudiantes pertenecían el *curso de ondas*.

PREGUNTA	CATEGORIZACIÓN	N° ESTUDIANTES			%
		Exp.1	Exp.2	Onda	TOTAL
¿Por qué al andar descalzo sobre el mármol sentimos mayor sensación de frío que al hacerlo sobre una alfombra, cuya temperatura es idéntica?	No responde	0	4	1	50%
	Afirmación incorrecta	1	0	2	30%
	Afirmación correcta con razón incorrecta	1	0	1	20%
	Afirmación correcta con justificación correcta	0	0	0	0%
¿Cómo podría colocarse una llanta de hierro a una rueda de madera para que ajuste perfectamente? Explique.	No responde	1	3	1	50%
	Afirmación incorrecta	1	0	2	30%
	Afirmación correcta con razón incorrecta	0	0	1	10%
	Afirmación correcta con justificación correcta	0	1	0	10%

Práctica de radiación térmica

Para esta práctica el pre-test constaba de 5 preguntas en total, de las cuales 3 eran abiertas y las restantes eran cerradas. De los 32 estudiantes que conformaban los 3 escenarios, 14 de ellos realizaron el pre-test para esta práctica. De los cuales, dos estudiantes eran de *Exp. 1*, cuatro estudiantes eran de *Exp. 2* y ocho estudiantes pertenecían el *curso de ondas*.

PREGUNTA	CATEGORIZACION	N° ESTUDIANTES			% TOTAL
		Exp.1	Exp.2	Onda	
¿Por qué las placas solares son color oscuro?	No responde	0	1	2	21,40%
	Afirmación incorrecta	2	3	6	78,60%
	Afirmación correcta con razón incorrecta	0	0	0	0%
	Afirmación correcta con justificación correcta	0	0	0	0%
¿Por qué es preferible usar prendas blancas en días de calor?	No responde	0	1	4	35,70%
	Afirmación incorrecta	1	1	3	35,70%
	Afirmación correcta con razón incorrecta	0	1	1	14,30%
	Afirmación correcta con justificación correcta	1	1	0	14,30%
Cuando calentamos la comida utilizando el microondas ¿Qué mecanismo de transferencia de calor se está dando? Justifique	No responde	0	1	0	7,1%
	Afirmación incorrecta	1	1	0	14,30%
	Afirmación correcta con razón incorrecta	1	2	8	78,6%
	Afirmación correcta con justificación correcta	0	0	0	0%

Se puede inferir que los catorces estudiantes no manejan el concepto de radiación de cuerpo negro.

Análisis de los post-test por práctica experimental.

Practica de dilatación térmica

PREGUNTA	CATEGORIZACIÓN	N° ESTUDIANTES			%
		Exp.1	Exp.2	Onda	TOTAL
¿Por qué al andar descalzo sobre el mármol sentimos mayor sensación de frío que al hacerlo sobre una alfombra, cuya temperatura es idéntica?	No responde	0	0	0	0%
	Afirmación incorrecta	0	1	2	30%
	Afirmación correcta con razón incorrecta	1	0	0	10%
	Afirmación correcta con justificación correcta	1	3	2	60%
¿Cómo podría colocarse una llanta de hierro a una rueda de madera para que ajuste perfectamente? Explique.	No responde	0	0	0	0%
	Afirmación incorrecta	0	0	0	0%
	Afirmación correcta con razón incorrecta	0	0	0	0%
	Afirmación correcta con justificación correcta	2	4	4	100%
¿Cuándo una burbuja de jabón tiene dimensiones mayores, cuando hace frío o calor? ¿Por qué?	No responde	0	0	0	0%
	Afirmación incorrecta	0	0	0	0%
	Afirmación correcta con razón incorrecta	0	2	0	20%
	Afirmación correcta con justificación correcta	2	2	4	80%

De las cuatro preguntas abiertas evaluadas en el post-test, tres de ellas habían sido evaluadas en el pre-test, haciendo una comparación entre dichos resultados, podemos observar que después de aplicada nuestra investigación se obtuvieron resultados significativos (0% - 60%; 10% - 100%; 10% - 80%), incluso en una pregunta que ellos no conocían pero que estaba enmarcada en su temática

Práctica radiación térmica

PREGUNTA	CATEGORIZACIÓN	N° ESTUDIANTES			%
		Exp.1	Exp.2	Onda	
¿Por qué las placas solares son color oscuro?	No responde	0	0	1	7,10%
	Afirmación incorrecta	0	0	1	7,10%
	Afirmación correcta con razón incorrecta	0	0	1	7,10%
	Afirmación correcta con justificación correcta	2	4	5	78,70%
¿Por qué no es recomendable usar prendas negras en días soleados?	No responde	0	0	0	0%
	Afirmación incorrecta	0	0	0	0%
	Afirmación correcta con razón incorrecta	0	0	0	0%
	Afirmación correcta con justificación correcta	2	4	8	100%
¿Por qué no es recomendable que el cuarto donde duermas esté pintado de color negro?	No responde	0	0	0	0%
	Afirmación incorrecta	0	0	0	0%
	Afirmación correcta con razón incorrecta	1	1	2	28,60%
	Afirmación correcta con justificación correcta	1	3	6	71,40%

Los resultados muestran que todos los estudiantes de experimental uno y dos respondieron acertadamente las preguntas del post test, es decir que en los escenarios de licenciatura en matemáticas y física se puede intuir que los estudiantes quedaron con conceptos claros justo en el momento después de terminar las prácticas experimentales.

Análisis comparativo de los pre-test y post-test.

Después del análisis de los pre-test y del pos-test podemos ver que hay indicios para decir que después de aplicada nuestra investigación se obtuvo un cambio conceptual en los estudiantes.

Esta afirmación está fundamentada en el análisis que se hizo a los pre-test, observando que la mayoría de los estudiantes no sabían del tema tratado y, además, no daban una respuesta correcta a los interrogantes. Mientras en el análisis de los pos-test mostró que la mayoría de los estudiantes dieron respuestas correctas con justificaciones correctas.

Análisis del trabajo en el laboratorio como investigación dirigida

El trabajo experimental de los estudiantes utilizando la estrategia de la investigación dirigida, se evaluó por medio de rubricas que median las habilidades que los estudiantes debían tener al momento de realizar una práctica experimental. Luego de observar el proceso de los estudiantes dentro del laboratorio se pudieron dar las siguientes apreciaciones.

- Los estudiantes se les notó motivados al momento de proponerles que el trabajo experimental se haría con la metodología de investigación dirigida, aunque algunos estudiantes por lo general de ondas, no se les notó a gusto al empezar el trabajo ya que las prácticas de laboratorio de física se venían dando con guías de trabajo en donde el estudiante solo debía seguir una serie de pasos para llegar a los resultados.
- La práctica experimental a llevar a cabo por cada grupo, fue presentada a través de una pregunta abierta, generando la acción participativa de cada integrante, donde cada uno mostraba su idea acerca de cómo era la solución del problema. Luego de esa discusión se orientó la emisión de hipótesis por parte de los estudiantes.

CONCLUSIONES

La investigación realizada encaminada a determinar si orientando la actividad experimental como investigación dirigida a fin de lograr un cambio conceptual en estudiantes de Lic. Matemáticas y Físicas e Ingeniería de la UPC, nos permitió elaborar el siguiente cuerpo de conclusiones.

- la orientación de las prácticas experimentales como investigación requiere, en general, más tiempo para el desarrollo de las temáticas que el que se requiere en la forma actual como se vienen orientando las prácticas en el laboratorio Miguel Ángel Vargas Zapata.
- La investigación dirigida permite que los estudiantes desempeñen un papel más activo en el desarrollo de cada practica experimental acercándolos más al quehacer científico, debido a que los estudiantes hacen uso de sus conocimientos para la solución de situaciones problemáticas.
- El docente que implemente la metodología de investigación dirigida dentro del laboratorio tendrá mucho trabajo, ya que en todo momento debe estar pendiente del proceso de los estudiantes, evaluando tanto las habilidades de diseñar un experimento como en la adquisición de sus conocimientos.
- Al aplicar la metodología propuesta en esta investigación se vio que hubo un cambio en los conceptos que manejaban los estudiantes de pregrado de la universidad, pero no se puede concluir que fue un cambio conceptual como tal, ya que para que este se dé es necesario un proceso en el cual el tiempo es influyente. Lo que se puede decir luego de terminar este trabajo es que aplicar el método de investigación dirigida dentro del laboratorio de física acerca al estudiante al proceso de las ciencias y aspectos conceptuales, que permiten al estudiante la construcción de su aprendizaje.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

RUIZ PINO. Luis Alfonso. *La investigación dirigida como estrategia metodológica, para orientar prácticas*

experimentales de biología, en la básica secundaria, de la sede educativa bachillerato Patía del municipio del PATÍA – CAUCA, Tesis de Maestría, Universidad Nacional de Colombia sede Palmira, Colombia, 2012.

Revista Brasileira de la Enseñanza de la Física, *Papel de actividad experimental en la educación científica*, Volumen 21, Segunda edición, Agosto 2006.

Las rúbricas de evaluación en el desempeño de competencias: ámbitos de investigación y docencia, *Rubricas para evaluar la competencia específica: aplicar el método científicos en laboratorios*, Barcelona, España.

Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias, *el ciclo reflexivo*

Cooperativo: un modelo didáctico para la enseñanza de las ciencias, volumen 3 n°2, año 2004

Gómez Gutiérrez Juan Luis, aprendizaje cooperativo: *metodología didáctica para la escuela inclusiva*; Comisión Regional de Educación La Salle, 2007.

Revista Educación y Futuro; *El aprendizaje cooperativo y la enseñanza tradicional en el aprendizaje de la física*; Madrid, España; 2012; pags.179-200

PIEDRAHITA Fabio; RUIZ Leonardo; *Formación experimental en física de los estudiantes de ingeniería de la universidad popular del César*; trabajo de grado, Universidad Popular del Cesar, Colombia, 2002.

DIAZ DAZA Ilsa María, SERRANO CARRILLO Pedro Alexander, Estudio diagnóstico sobre la formación experimental en física de los estudiantes de la licenciatura en matemáticas y física de la universidad popular del cesar, tesis de pregrado, Universidad Popular del Cesar, Colombia, 2001.

MOREIRA Marco Antonio, Aprendizaje significativo: teoría y práctica, Madrid España, año 2000.

GIL PÉREZ Daniel, Diez años de investigación en didáctica de las ciencias: realizaciones y perspectivas, Revista de Enseñanza de las ciencias, Volumen 12, 1994 págs. 154-164.

CAMPANARIO J, MOYA A, ¿cómo enseñar ciencias? principales tendencias y propuestas, Revista Enseñanza de las ciencias, 1999. Vol 17. Págs. 179-192.

DOI: <http://dx.doi.org/10.14483/udistrital.jour.RC.2017.27.a20>

Correlaciones metacognitivas para procesos significativos de enseñanza-aprendizaje de la física en ingenierías

Metacognitive correlations for significant teaching-learning processes of physics in engineering

Correlações metacognitivas para processos significativos ensino e aprendizagem da física em engenharia

Luz Karina Peña Ayala¹
Mario Alejandro Bernal Ortiz²

	<p>Resumen</p> <p>El artículo presenta algunas reflexiones y discusiones pedagógicas respecto a estrategias metacognitivas de enseñanza y aprendizaje de las ciencias físicas, específicamente alrededor de las problemáticas asociadas a la enseñanza de física mecánica en estudiantes de primeros semestres de ingenierías en la Universidad el Bosque; donde el control del propio conocimiento, la autorregulación cognitiva o la estructuración del conocimiento, se presentan como garantes para mejorar los procesos de enseñanza-aprendizaje de las ciencias físicas, partiendo de una realidad donde los conceptos y conocimientos en física fácilmente pueden llegar a ser de carácter discrepante, en contra de nuestros sentidos e intuiciones, y será nuestra capacidad de representación mental, simbólica, de imagen, esquemas, entre otros; lo que fortalecerá la correlación metacognitivas que dan sinergia a los procesos de enseñanza y aprendizaje de la física.</p> <p>Se pretende entonces, reflexionar sobre estrategias que podrían orientar y mejorar, las actividades académicas y de interacción entre docentes y estudiantes en el marco del</p>
--	---

¹Universidad el Bosque, Bogotá – Colombia. Contacto: penaluzkarina@unbosque.edu.co

²Universidad el Bosque, Bogotá – Colombia. Contacto: bernalmariorortiz@unbosque.edu.co

quehacer docente cuando se realiza la planificación y estructuración de las clases para los estudiantes.

Palabras Clave: Estilos de enseñanza, estilos de aprendizaje, aprendizaje significativo, metacognición.

Abstract

The article presents a few comments and pedagogical discussions on metacognitive strategies teaching and learning of physical science, more specifically around the problems associated with teaching mechanical physics students of first semesters of engineering at the Universidad el Bosque, where control of self-knowledge, cognitive self-regulation or structure of knowledge, are presented as guarantors to improve the teaching and learning of physical sciences, from a reality where concepts and knowledge in physics can easily become character discrepant, contrary to our senses and intuitions, and will be our mental capacity, symbolic representation, image, layout among others, strengthening the correlation metacognitive give synergy to the processes of teaching and learning of physics. It seeks to reflect on strategies that could guide and improve academic activities and interaction between teachers and students within the teaching work when planning and structuring of classes for students is done.

Keywords: Teaching styles, learning styles, meaningful learning, metacognition.

Resumo

O artigo apresenta uma série de reflexões e discussões pedagógicas sobre estratégias metacognitive de ensino e aprendizagem da ciência física, mais especificamente em torno dos problemas associados com o ensino de estudantes de física mecânicas dos primeiros semestres de engenharia na Unversidad el Bosque, onde controle de auto-conhecimento, auto-regulação ou a estrutura do conhecimento cognitivo, são apresentados como fiadores para melhorar o ensino ea aprendizagem das ciências físicas, a partir de uma realidade onde conceitos e conhecimentos em física pode facilmente tornar-se personagem discrepantes, contrariamente aos nossos sentidos e intuições, e será a nossa capacidade mental, representação simbólica, imagem, disposição, entre outros, o reforço da correlação metacognitive dar sinergia com os processos de ensino e aprendizagem da física. Em seguida, ele procura reflectir sobre as estratégias que poderiam orientar e melhorar as actividades académicas e interação entre professores e alunos no trabalho de ensino

	<p>durante o planejamento e estruturação das aulas para os alunos é feito.</p> <p>Palavras-chave: Estilos de ensino, estilos de aprendizagem, aprendizagem significativo, metacognição.</p>
--	--

INTRODUCCIÓN

En el marco del trabajo que se realiza al interior de un aula de clase, apoyado con el trabajo abordado por las investigaciones en enseñanza y aprendizaje de la física por parte del equipo docente, se ha vislumbrado factores de convergencia y divergencia entre los estilos de aprender y enseñar que poseen los estudiantes y docentes, cruciales a la hora de diseñar e implementar un curso integrado para el aprendizaje significativo. El factor principal, se encuentra en los procesos metacognitivos asociados, ya que en estos se hace presente un importante vínculo categórico identificado entre el modelo de aprendizaje de David Kolb en estudiantes de educación superior, respecto a la taxonomía de aprendizaje significativo del Dr. Dee Fink para el diseño de cursos. (Bernal, Cárdenas & Peña, 2013).

Dicha investigación supone un referente teórico para abordar algunas problemáticas pedagógicas que a diario se vivencian en la práctica profesional docente; en esta oportunidad específicamente respecto a la asignatura de Física I o Física Mecánica de diferentes ingenierías.

Una de tales problemáticas subyace en el desconocimiento que tienen algunos docentes acerca del estilo de enseñanza que usualmente les caracteriza por su formación; otra problemática latente se encuentra alrededor de los estilos inherentes a la forma en que los estudiantes aprenden según su formación académica previa. Así, se espera que el vínculo categórico, entre Kolb y Fink; el cual se centra en la necesidad de que los estudiantes aprendan a aprender, oriente una estrategia pedagógica basada en la idea de aprender enseñando, es decir, enseñar a enseñar, incorporando en el desarrollo de contenidos temáticos de estudio presentes en el currículo de los cursos de física I para ingenieros,

estrategias y actividades que sean garante del cumplimiento de las metas de aprendizaje propuestas por el Dr. Dee Fink, en favor de la filosofía Institucional adoptada.

Metas de Aprendizaje en Función del Estilo de Aprendizaje

La relación entre las metas de aprendizaje de Fink y los estilos de aprendizaje de Kolb, se centra en el objetivo del aprender a aprender, esto como meta principal del aprendizaje significativo y evidencia del perfeccionamiento del estilo de aprendizaje en el estudiante, de acuerdo con Kolb (1984). Por esta razón, desde un punto de vista lineal de las metas de aprendizaje, la relación se encontrará al ponderar dos de las metas por encima de las otras cuatro (Fig. 1), las cuales son el aprender a aprender como objetivo general para el diseño de todo curso, y la atención como engranaje articulador del normal flujo en los estilos de aprendizaje de los estudiantes.



Figura 1: Relación entre los estilos de aprendizaje de (Kolb, 1984) y las metas de aprendizaje significativo (Frink, 2003)

De alguna forma se piensa que las restantes cuatro metas de aprendizaje representan los objetivos que se deben tener en cuenta para garantizar el tránsito

entre uno y otro estilo de aprendizaje, lo cual se supone debe ocurrir para perfeccionar el estilo de aprendizaje de los estudiantes, rompiendo con estereotipos, donde los estudiantes según Kolb, solo se especializan en uno o máximo dos estilos. Estas afirmaciones nacen de relacionar minuciosamente la taxonomía de Fink con los descriptores de los estilos de aprendizaje de Kolb, Figura 2.

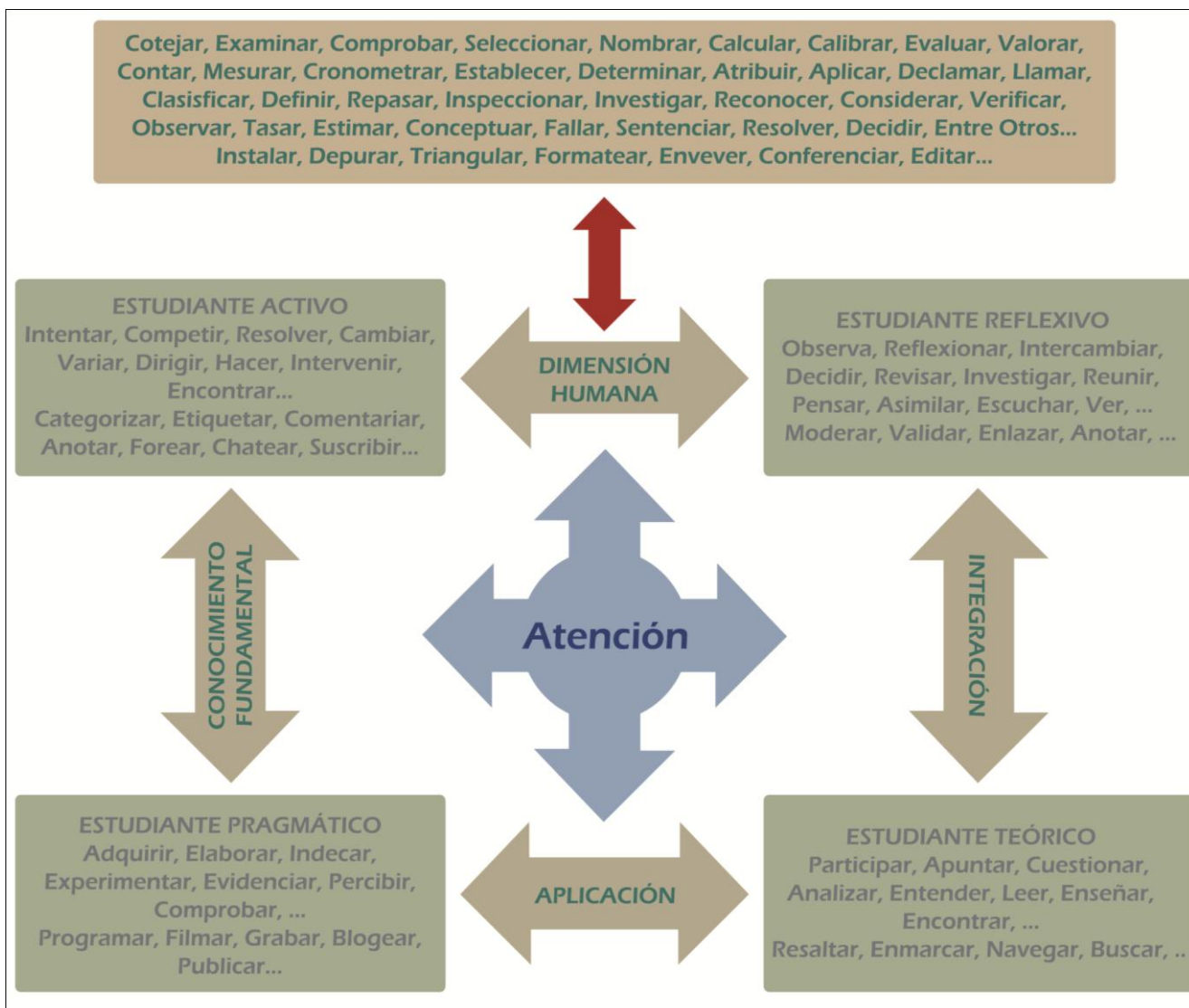


Figura 2: Aprendiendo a aprender se enseña a enseñar. Relación taxonómica Fink-Kolb de metas y estilos de enseñanza-aprendizaje Significativo. Fuente: Bernal y Peña, 2014

Hallazgos y Corroboración de las Hipótesis

Las pruebas CHAEA (Alonso, C., & Gallego, D. 1994.), aplicadas con una diferencia de tiempos considerables de 2013 a 2015, sobre estilos de enseñanza y aprendizaje aplicadas en la comunidad académica de la universidad El Bosque, evidencian estilos de aprendizaje invariantes de un tiempo a otro en cuanto a la preferencia de estilo; primario y secundario, en estudiantes de tipo reflexivo y teórico respectivamente, que cuestionan los procesos inconclusos o en ocasiones inexistentes, sobre la formación de estudiantes activos y pragmáticos, en el marco de lo que significa el estudio de la física en ingeniería, entendida como una ciencia aplicada.

En consecuencia, las divergencias entre los estilos de aprender y enseñar siguen siendo reflejo de conductas que no refuerzan y no propician la actividad y la pragmatidad, en el ámbito académico del aula, debido a la convergencia de estilos de enseñanza. Se presenta entonces, un círculo vicioso donde los docentes no exploran diferentes estrategias para enseñar, pero al mismo tiempo los estudiantes no muestran señales de querer aprender de otras formas.

Finalmente, este tipo de escenarios generan la necesidad de escribir y documentar acerca de dichas situaciones. Entendiendo que este artículo, no es una investigación en sí misma, ni pretende mostrar estadísticas sobre los hallazgos, sí busca reflexionar y encontrar correlaciones metacognitivas en la práctica académica entre los actores del conocimiento “docente - estudiantes” que permita ofrecer estrategias para problemáticas a propósito de la enseñanza de la física mecánica para ingenieros.

Reflexiones

Medición de la Metacognición. Preguntas y Respuestas para el Docente

¿Inducimos la relectura de los problemas de física en los estudiantes?

(Garner & Reis 1981) presentan una medida conductual de la metacognición, aducen que el buen monitoreo de la comprensión se hace cuando se mira atrás para ver si existen preguntas a las cuales no se ha dado respuesta. Fomentar en los estudiantes la necesidad de leer varias veces el mismo ejercicio, con el fin de favorecer una transición entre un estudiante teórico y uno pragmático a la hora de poner en práctica sus conocimientos.

¿Indagamos y fortalecemos las habilidades de los estudiantes para recordar y asociar formulas con definiciones físicas?

(Dixon & Hultsch 1983) suponen que el uso de la metamemoria, y percepción del cambio de la memoria se pueden considerar como habilidades metacognitivas. Conseguir que los estudiantes evidencien con exposiciones cómo las definiciones físicas corresponde a equivalentes de ecuaciones matemáticas, fomenta la pragmatividad en los estudiantes en cuanto a su conocimiento fundamental.

¿Combinamos recursos para solucionar problemas de aplicación en física?

(Clements & Nastasi 1990) miden la metacognición como componente de la inteligencia. Relacionar los problemas de aplicación no solamente con las situaciones cotidianas, sino también llevándolos a laboratorio, permite decidir sobre la naturaleza del problema, haciendo de un estudiante reflexivo uno activo, fortaleciendo la dimensión humana. Además es útil también explorar los diferentes tipos de representación mental cuando se organiza la información para resolver un problema de física, se puede incluso de alguna manera aplicar el método científico cuando se resuelven ejercicios teóricos.

Queda claro que las estrategias de medición metacognitiva no son algo nuevo, podrían enumerarse gran cantidad de autores de vieja data que ya proponían soluciones a tales paradigmas. Lo que resulta de complejidad en ocasiones son las perspectivas que presentan las ciencias cognitivas a propósito de la percepción del mundo, donde las computadoras juegan un papel importante.

El Paradigma Computacional y los Desafíos que Representan para la Metacognición en Ciencias Físicas

Desde la primera generación de científicos cognitivistas el computador constituyó el modelo más accesible para pensar acerca del pensar. (Gardner 1987), no obstante, apelar solo a los ordenadores, como modelo principal de pensamiento, presenta una dificultad por causa de los algoritmos de alto nivel que analizan y resuelven con gran orden y eficiencia los problemas de la física, como es el caso de la emergente ciencia cognitiva de la física computacional, base de la comprensión y entendimiento de físicas avanzadas como la Cuántica o la nanotecnología. Sin embargo, no necesariamente es el caso que atañe, ya que tanto para la física clásica como la mecánica que se imparte en estudiantes de ingeniería, los modelos matemáticos no requieren de altos costos computacionales y por otra parte las tecnologías de la información aplicadas a la educación ofrecen un interesante panorama de oportunidades para la práctica docente, desde la no simple interacción social por medio de aulas virtuales, hasta la oportunidad de experimentar en laboratorios virtuales.

Es precisamente en estos ámbitos donde los niveles de representación que adquiere un estudiante acreditan los procesos metacognitivos que propicia la ciencia cognitiva, en tanto que la actividad cognitiva humana es descrita en función de símbolos, esquemas, imágenes, ideas y formas de representación mental. Todos aspectos inherentes al estudio y aprendizaje de la física mecánica.

CONCLUSIONES

Las correlaciones metacognitivas para procesos significativos de enseñanza-aprendizaje de la física en ingenierías, se encuentran supeditadas a la importancia que los estudiantes den al aprendizaje autónomo, sintiéndose parte de una sociedad del conocimiento en la cual es responsabilidad del docente sumergirle. Tal autonomía proviene de la perspectiva del auto-control que ocurre sólo cuando el estudiante maneja los determinantes de su propio aprendizaje, y qué mejor forma de hacerlo, que explorando las potencialidades pedagógicas de los estudiantes,

cuando se implementan estrategias de aprendizaje colaborativo donde un rol que es susceptible a ser implementado es de docente.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bernal, M. A., Cárdenas, E. S., & Peña, L. K. (2013). *Categorización De Los Estilos De Aprendizaje Según Kolb En Estudiantes De Educación Superior Desde El Punto De Vista Del Aprendizaje Significativo De Las Matemáticas Y La Física.*

Bernal, M. A., & Peña, L. K. (2014). *Convergencias Y Divergencias De Los Estilos De Aprendizaje y Enseñanza En Los Departamentos De Matemáticas Y Física De La Universidad "el Bosque" Según Relación Fink – Kolb*

Fink, D. (2003). *Creating Significant Learning Experiences. And Integrated Approach to Designing College Courses.* Oklahoma: Jossey-Bass.

Kolb, D. A. (1984). *Experiential Learning: experience as the source of learning and development.* Englewood Cliffs: Prentice Hall.

Alonso, C., & Gallego, D. (2000). *Aprendizaje y Ordenador.* Madrid: Dykinson.S.L.

Alonso, C., Gallego, D., & Honey, P. (1994). *Los Estilos de Aprendizaje Procedimientos de Diagnóstico y Mejora.* Bilbao: Ediciones Mensajero, Universidad de Deusto.

Garner, R., & Reis, R. (1981). Monitoring and resolving comprehension obstacles: An investigation of spontaneous text lookbacks among upper-grade good and poor comprehenders. *Reading Research Quarterly*, 569-582.

Dixon, R. A., & Hultsch, D. F. (1983). Structure and development of metamemory in adulthood. *Journal of Gerontology*, 38(6), 682-688.

Clements, D. H., & Nastasi, B. K. (1990). Dynamic approach to measurement of children's metacomponential functioning. *Intelligence*, 14(1), 109-125.

Gardner, H. (1987). *Nueva ciencia de la mente.* México: Paidós.

DOI: <http://dx.doi.org/10.14483/udistrital.jour.RC.2017.27.a21>

El movimiento más que un concepto un proceso de evolución

The movement more than a concept development process

O movimento mais do que um conceito de um processo de evolução

Néstor David Vargas Rojas¹

	<p>Resumen</p> <p>Este artículo tiene como finalidad la inclusión del abordaje epistemológico del concepto movimiento (Carente en los libros de texto) como herramienta posibilitadora de análisis frente al desarrollo del concepto mismo; obviado por las estructuras textuales relacionadas por medio de deducciones matemáticas, analogías y estructuras experimentales. En consecuencia, a lo anterior surge la necesidad de presentar alguna forma de asumir una postura que rescate el proceso de construcción y evolución del concepto de movimiento en relación a las dinámicas sociales de las diferentes épocas, haciendo referencia de evolución y validación conceptual, de modelos o teorías plasmados en los libros de texto o desarrollos magistrales de clases de física. El posible desconocimiento frente al desarrollo y evolución conceptual e histórica del movimiento, abre la posibilidad de realizar un proceso de investigación que permita generar un discurso útil frente al desarrollo de una clase magistral que no deje de lado el manejo conceptual y algorítmico convencional, pero que además involucre los procesos sociales a los cuales no es ajena la evolución científica.</p> <p>Palabras Clave: Construcción conceptual, historiografía, movimiento, ruptura de paradigma, epistemología.</p>
--	--

¹ Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá-Colombia. Contacto: dfi_mxbarbosav890@pedagogica.edu.co

Abstract

This description is intended inclusion of the epistemological approach to the concept (Charente in textbooks) movement as facilitator analysis tool against the development of the same concept; obviated by textual structures related through mathematical deductions, analogies and experimental structures.

In consequence to the foregoing arises the need to introduce some form of take a stand that the process of construction and evolution of the concept of movement in relation to the social dynamics of different times, referring to evolution and conceptual validation, models or theories reflected in the books of text or master of physics lectures developments. Possible lack of knowledge development and conceptual and historical evolution of the movement, opens the possibility of a research process that allows to generate a useful speech to the development of a master class that do not leave aside the conventional conceptual and algorithmic management, but that also involves the social processes which is no stranger to the scientific evolution.

Keywords:

Photosynthesis, molecules, electromagnetic radiation, photon, manipulation of the nature.

Resumo

Este artigo pretende incluir abordagem epistemológica do conceito de movimento (Carente nos livros didáticos) como ferramenta de análise facilitador contra o desenvolvimento do próprio conceito; obviada pelas estruturas textuais relacionadas por derivações matemáticas, analogias e estruturas experimentais.

Como resultado do exposto, a necessidade de apresentar alguma forma de assumir uma posição que resgatar o processo de construção e desenvolvimento do conceito de movimento em relação às dinâmicas sociais de diferentes épocas, referindo-se a evolução e validação conceitual de modelos ou surge teorias incorporados nos livros didáticos ou desenvolvimentos palestras em aulas de física. A possível ignorância contra o desenvolvimento e evolução movimento conceitual e histórica, abre a possibilidade de um processo de pesquisa que irá gerar um discurso útil contra o desenvolvimento de uma master class que não negligenciar a gestão conceitual e algorítmica

	<p>convencional, mas também envolve os processos sociais que não é desenvolvimentos científicos estranho.</p> <p>Palavras-chave: construção conceitual, a historiografia, movimento, quebrando paradigmas, epistemologia.</p>
--	---

INTRODUCCIÓN

Lejos de querer dar algún juicio de valor frente a las diferentes posturas o metodologías de los maestros que en alguna forma nos permiten tener un proceso de observación, además frente a afirmaciones pertinentes y motivadoras de estudiantes que están inmersos en un aula día a día. Estudiantes que hacen referencia del tedio y aburrimiento que se asume en la asignatura, bien sea por la ausencia de un discurso o el planteamiento netamente matemático alejado de experiencias que den cuenta de algo real y la ausencia de la epistemología en libros de texto de física. Motivos por los cuales, es necesario plantear algún tipo de alternativa frente a las anteriores circunstancias, que no desvirtúe la labor realizada de los maestros en la actualidad, o los contenidos de los textos como herramienta primaria en los primeros años de labor docente y estudiantes en cursos introductorios de física (JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, 1997, p. 5) pero que si permita un abordaje alternativo de conceptos físicos; en este caso particular del concepto “movimiento” como eje transversal del desarrollo de la física desde sus inicios hasta la actualidad.

Construcción de conceptos

Sabemos que somos seres racionales y en alguna medida filósofos (guardadas las proporciones), al ser movidos de forma natural por el asombro y un constante ¿Por qué? frente al mundo y sus dinámicas naturales. Aún interrogantes

“Simples” de un niño en relación al día y la noche, deben tener todo un proceso de transformación y construcción del pensamiento frente a la forma particular de

percibir el mundo. Dichas explicaciones y discursos que puede plantear el niño en sus primeras etapas de vida, no son menos importantes que las teorías planteadas por los libros de texto; lo anterior movido a un contexto escolar como plantea M A. Candela, (1991) Argumentación y conocimiento científico escolar México. Donde el conocimiento se concibe como una construcción social, en la cual los estudiantes que intervienen en la descripción de fenómenos, mediante una argumentación propia, construida a partir de un proceso de interacción con el maestro, generan explicaciones alternativas como soporte a sus ideas. Dando lugar a una mirada poco tradicional y alternativa mediante el abordaje epistemológico de conceptos (Movimiento) como herramienta potencializadora del discurso y por ende la argumentación que se genera en aula.

Dicho proceso de construcción de razonamiento del mundo y nuestros actos estará siempre inmerso en la imposibilidad de desvincularnos de los entornos sociales. Somos seres sociales por naturaleza, necesitamos del otro, no podemos ser completamente aislados ya que todo el proceso de transformación sería inútil, además carecería de evidencias plausibles si no es compartida con seres que asocien una misma simbología y lenguaje capaces de percibir el cambio. De esta forma es pertinente asumir el aprendizaje significativo como un proceso que depende no solo del desarrollo cognitivo de los sujetos y sus ideas previas en torno a los contenidos, sino también del contexto social interactivo en el que se produce M. A. Candela. (1991). En consecuencia el conocimiento no solo es un proceso en el cual se asumen conocimientos preestablecidos, o un proceso de recepción de los mismos; sino que son consecuencia de un proceso de discusión, mediante la expresión y defensa de opiniones o puntos de vista legítimos de la construcción individual del estudiante posibilitando espacios de debate. Por lo tanto, estudiando la interacción Profesor – alumno en el aula se pueden analizar las situaciones que abren o cierran diferentes posibilidades de aprendizaje para los alumnos (Barnes, 1971)

No es cuestionable el papel que el maestro asume en el aula en ningún caso particular, además es pertinente el control por parte del mismo frente a todas las dinámicas académicas como líder del contexto. El maestro es quien controla el conocimiento, lo cual conlleva una responsabilidad aún más grande y trae nuevos retos, ya que de acuerdo a la postura planteada; los estudiantes son sujetos activos en la construcción del conocimiento.

El estudiante contribuye de forma permanente en el desarrollo de la clase, no será solo un organismo receptor; ahora interviene, es participe también de la construcción conceptual mediante interacción con sus pares o su maestro. Aquí el reto es asumir un nuevo rol como maestro que permita retomar estos nuevos aportes del estudiante como nueva herramienta. Lo anterior no desvirtúa la labor del maestro en su entorno propio, tampoco lo desplaza de su lugar jerárquico y pertinente como líder; pero si demanda de un manejo diferente en consecuencia a los nuevos hallazgos que se presupone aparecerán en un proceso de construcción conceptual que involucra a cada miembro de la clase.

Desde la construcción metafísica Aristotélica aislada en alguna manera de argumentos matemáticos, pasando por lo que denomina KOYRÉ, A. (1940) como geometrización del espacio, asumiendo la geometría euclidiana como lo real; hasta el movimiento espontaneo de los cuerpos producido en una curvatura local del espacio planteado por Einstein. Lo anterior se plantea como un camino diferente y en alguna manera opuesto a los planteamientos referidos en libros de textos que abordan la historia científica haciendo alusión a la biografía de algún “científico reconocido” o sus hallazgos accidentales de leyes y en el peor de los casos resume el movimiento a una definición como “El cambio de posición que experimenta un cuerpo respecto a otro”.

Es de aclarar que no se pretende validar o invalidar este manejo conceptual o algorítmico de los libros de texto, simplemente se plantea una alternativa que rescate el proceso evolutivo de un concepto tan importante en el desarrollo mismo de la disciplina (como lo es el movimiento) y la importancia que ello trae en la

enseñanza de las estructuras conceptuales de la física. La evolución de este concepto y aun las definiciones planteadas por los mismos textos, no son producto de casualidades, tampoco están ajenos a las dinámicas sociales involucradas en las diferentes épocas de su desarrollo.

Aristóteles, Galileo, Newton y Einstein son personajes representativos en los procesos de evolución de la ciencia, todos son característicos de dinámicas sociales diferentes y épocas contextuales influyentes en sus teorías, permeados por culturas particulares; generadores de todo un proceso histórico influyente en la vida cotidiana de toda la humanidad con o sin conocimiento o interés científico. Por lo cual no es admisible la presentación de teorías o concepciones elaboradas en un contexto académico reduciéndolas al “cambio de posición que experimenta un cuerpo respecto a otro” que deja de lado todo el trasfondo procesual del conocimiento enmarcado en la ruptura de paradigmas Kuhn T.S o la elaboración, construcción o concepción de nuevo

“mundo como” lo plantea Koyré A, mediante la mutación intelectual que llevaría a la construcción del método científico.

La construcción del conocimiento científico con toda una producción filosófica a la base y el proceso mismo de evolución social y cultural de la humanidad que sin duda va de la mano, se ha convertido en un suceso extraño o poco frecuente en relación a lo que vive o presencia una persona, especialmente alejado de la aventura. La cual hace parte continua de cualquier construcción teórica, que por respetada y validada que sea actualmente, no siempre lo fue, pero después de romper con paradigmas y validaciones fortalecidas culturalmente; en medio de una aventura continua se posiciona en un lugar privilegiado, premio que como en cualquier maratón se ha producido a lo largo de muchos kilómetros de esfuerzo, en el caso de la construcción del conocimiento científico serán siglos de esfuerzo.

En consecuencia al anterior razonamiento surge la posibilidad **de integrar el desarrollo conceptual del movimiento, mediante el reconocimiento de la**

epistemología como referente del proceso de construcción conceptual del mismo, en niveles básicos y cursos introductorios de física.

CONCLUSIONES

El texto FÍSICA PARA LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA (VOL. I) (6ª ED.) GENE MOSCA y PAUL A. TIPLER REVERTE, 2010 es tan solo uno de los textos que debido a su contenido y manejo conceptual se convierte de alguna forma en un texto obligado para cursos de física independiente al contexto institucional. Adicional es de anotar virtudes como, la preocupación del texto frente a la comprensión de los temas planteados, relacionándolos con la cotidianidad, planteamientos estratégicos para la resolución de problemas, fortalezas en la formulación algorítmica, difunde temas de actualidad en física, etc. Pero; estando inmerso en el contexto universitario, de una licenciatura en física, al analizar el proceso de formulación, evidencio la carencia de contenido epistemológico frente a los diferentes planteamientos conceptuales, ahora; para este trabajo (con particular interés en el concepto movimiento) el texto plantea situaciones asociadas al cambio de posición con respecto a un punto referente; el abordaje histórico del texto se limita a afirmar que el estudio del movimiento de los cuerpos se remonta a hace algo más de 400 años, un único autor asociado al concepto de movimiento es Isaac Newton y sus tres leyes.

Estas simples definiciones propuestas por diferentes libros de texto en el marco de la concepción de movimiento, invisibilizan, por ejemplo, la transformación de pensamiento idealista de Aristóteles a una postura metódica (positivista) de Galileo y Newton. Esto implica, tener el sesgo en conocer la historia misma del contexto de las revoluciones científicas. Es decir no reconocernos en nuestra historia como científicos de la física y su enseñanza que ha emergido mediante un proceso propio de evolución y continuidad en la producción conceptual en consecuencia al desarrollo histórico en el cual estamos inmersos.

Las afirmaciones entregadas por los textos son un poco inmediatas en el marco de una evolución conceptual y científica. El concepto de movimiento o cualquier otro nunca va a estar carente de unas bases epistemológicas con raíces filosóficas en consecuencia al principio de continuidad. Así como de forma biológica el cuerpo cambia y evoluciona, análogo es el desarrollo histórico de la ciencia, por lo cual, no hay nada inmediato en la ciencia. La concepción del movimiento y el planteamiento Newtoniano como única forma de relación en los cursos introductorios, podría o no tener una justificación que se puede indagar mediante un proceso historiográfico del mismo concepto, desde las visiones particulares de Aristóteles, Galileo, Newton y Einstein.

REFERENCIAS

Alexandre, K. Estudios de historia del pensamiento científico. Cuaderno sobre historia y enseñanza de las ciencias No.7 cap. 5-7

ALBERT, E., LEOPOLD, I., (1995). La evolución de la física. Salvat editores S.A.

THOMAS. S., KUHN. (2013). La estructura de las revoluciones científicas. México: Fondo de cultura económica.

Candela. M. A., Argumentación y conocimiento científico escolar.

Aleixandre. J., María Pilar, Bustamante.D.. Discurso de aula y argumentación en la clase de ciencias: cuestiones teóricas y metodológicas. Departamento de Didáctica das Ciências Experimentais, Universidade de Santiago de Compostela.

Candela M.A. La construcción discursiva de la ciencia en el aula.

G. Pinzón Torres. (2014). Un aporte para la enseñanza de la transmisión de rasgos hereditarios desde una perspectiva histórica que fortalece la argumentación.

DOI: <http://dx.doi.org/10.14483/udistrital.jour.RC.2017.27.a22>

Diseño y construcción de un instrumento para el estudio de la caída de los cuerpos: medición de la aceleración de la gravedad, por medio de (arduino®)

Design and construction of an instrument for studying the fall of bodies: measuring gravity acceleration with (arduino®)

Concepção e construção de um instrumento para estudar a queda de órgãos: medição aceleração da gravidade com (arduino®))

Walter Loren García Cruz¹

Resumen

La construcción de nuevos escenarios para la enseñanza de la física implica generar dinámicas de comprensión de los fenómenos a partir de las situaciones y contextos en los que se generaron los conceptos y leyes. De allí que el presente artículo se centre en el estudio histórico y epistemológico alrededor de la caída de los cuerpos con los autores Aristóteles, Galileo y Newton y su implicación en torno a de la enseñanza y el aprendizaje de la física a través de la elaboración de un instrumento de medida de la aceleración de la gravedad por medio de la plataforma arduino. De allí que el presente trabajo esté inscrito a la experimentación en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la física y la astronomía: relación teoría-práctica.

Palabras Clave: Caída de los cuerpos, Movimiento, gravedad, Aristóteles, Galileo, Newton, Arduino

Abstract

The construction of new scenarios for teaching physics involves creating dynamics of understanding phenomena from situations and contexts in which the concepts and laws were created. Hence this article focuses on the historical and epistemological

¹ Universidad pedagógica Nacional, Bogotá, Colombia. Contacto: walo140690@hotmail.com

study about movement, drop objects, with authors like Aristotle, Galileo and Newton his involvement around the teaching and learning of physics through the construction of an instrument for measuring acceleration gravity through arduino platform. Hence this paper is registered to experimentation in the teaching-learning process of physics and astronomy: theory practice relationship.

Keywords: Falling Objects, movement, gravity, Aristotle, Galileo, Newton, Arduino.

Resumo

A construção de novos cenários para a física de ensino envolve a criação dinâmica de compreensão dos fenômenos de situações e contextos em que os conceitos e as leis foram criadas. Assim, este artigo incide sobre o estudo histórico e epistemológico sobre o movimento, queda de corpos com autores Aristóteles, Galileu e Newton o seu envolvimento em torno do ensino e aprendizagem da física através da construção de um instrumento para medir a aceleração gravidade através da plataforma Arduino. Assim, este papel está inscrito à experimentação no processo de ensino-aprendizagem de física e astronomia: teoria relação prática.

Palavras-chave: Queda de corpos, o movimento, a gravidade, Aristóteles, Galileu, Newton, Arduino

INTRODUCCIÓN

A lo largo de la historia de las ciencias naturales, y en particular en la historia de la física se puede reconocer que el estudio en torno al movimiento, ha generado diferentes explicaciones, organizadas desde la observación y experiencia. Como lo expresa Hertz: *En nuestro esfuerzo de hacer inferencias hacia el futuro desde el pasado siempre adoptamos el proceso siguiente. Nosotros nos formamos nuestras propias imágenes o símbolos de los objetos externos; y la forma que damos a ellos es tal que las consecuencias necesarias de las imágenes en el pensamiento son siempre las imágenes de las consecuencias necesarias en la naturaleza de las cosa figuradas* (Hertz, 1956)

Al surgir una conciencia de las imágenes que se forman del estudio de una situación en particular nace el fenómeno², que en el caso de la caída de los cuerpos se ha prestado de forma especial para la descripción del movimiento y la medición de la aceleración de la gravedad. Ha de observarse que en los documentos originales hay diversos elementos que pueden aportar al aprendizaje del estudiante, ya que, permitirá al estudiante dar cuenta de los fenómenos que están inscritos en el dominio fenomenológico de la teoría, sin embargo, en algunos casos por el escaso uso de recursos prácticos y teóricos para la enseñanza, el estudio alrededor de la caída de los cuerpos se ve reducida al uso de datos y solución de ejercicios lo que dificulta el análisis alrededor de esta discusión. De lo anterior se hace necesario acceder a formas alternativas para reconstruir, y resignificar las experiencias alrededor de este fenómeno.

Acudir a nuevas formas para resignificar la caída de los cuerpos, comprende los análisis históricos críticos con la implementación de la plataforma Arduino³ lo cual estimulará al estudiante a construir un prototipo⁴ para el estudio de la caída de los cuerpos y de manera análoga el análisis y la obtención de la magnitud de la aceleración de la gravedad, ya que el acceso de nuevas tecnologías de la enseñanza y experimentación, hacen las prácticas más sencillas para el análisis y obtención de los resultados.

Por lo anterior en este documento se va a presentar un análisis alrededor de las diferentes explicaciones sobre el movimiento, que permite poner en discusión la naturaleza de la caída de los cuerpos, inscritos en la línea: la experimentación en el proceso de enseñanza- aprendizaje de la física y la astronomía: relación teoría- práctica, ya que

Objetivos

² El fenómeno se muestra así mismo, no aparece afuera de la realidad humana y como lo expresa Husserl: El fenómeno es una actividad intencionada de una conciencia que muestra y que se muestra. (Sandoval Osorio, 2008)

³ Arduino® es una plataforma libre de computación de bajo coste basada en una placa de entrada-salida y en un entorno de desarrollo IDE que implementa el lenguaje Processing/WiringHardware. Arduino®

⁴ *Ejemplar original o primer molde en que se fabrica una figura u otra cosa.* (© Real Academia Española, 2015) *Para este documento el prototipo hace referencia a una herramienta interactiva, profesor-estudiante, que muestra la magnitud de la aceleración*

Objetivo General

Diseñar y construir una experiencia alrededor de la caída de los cuerpos a partir de un prototipo portable para la medición de la aceleración de la gravedad a través de Arduino®.

Objetivos Específicos

Revisar los planteamientos de Aristóteles, Galileo y Newton que brindan elementos para el estudio de la naturaleza de la caída de los cuerpos y la construcción de explicaciones entorno a la aceleración de la gravedad.

Diseñar y construir una herramienta para la medición de la aceleración de la gravedad, por medio de Arduino®.

Crear un material didáctico para el docente y el estudiante donde puedan experimentar con el prototipo, con el fin de que se desarrolle un proceso de aprendizaje autónomo y colaborativo.

MARCO TEÓRICO

La naturaleza de la caída de los cuerpos

Alrededor de las diferentes explicaciones sobre el movimiento, la caída de los cuerpos, ha sido objeto de investigación, inicialmente desde un plano metafísico. Para el siglo IV A.C, Aristóteles sustentaba que el mundo estaba hecho de 4 elementos (tierra, agua, aire y fuego), cada uno de éstos tenía una posición natural en el universo. Por lo tanto un elemento como una piedra, compuesta básicamente de tierra, si llegase a soltarse a una altura, tendería a ir hacia el centro del universo, lo anterior implicaba que la noción de gravedad se tomaba como una visión ontológica. Aristóteles en la búsqueda de la causa por la cual los cuerpos caen, creía que el movimiento de la caída de los cuerpos era una propiedad de todas las cosas “pesadas”, afirmando “que entre más pesado era el cuerpo más rápido caía, es decir mayor velocidad”

Si un cuerpo pesaba el doble que otro; su velocidad al caer tenía que ser el doble también, simplemente por la cantidad de los elementos que poseían. (Dear, 2007)

El movimiento local tiene dos posturas una natural referente a la tendencia de los elementos al dirigirse al lugar de origen o reposo, y el violento que se aleja de su posición natural, como una piedra que se encuentra a una altura h_0 es desplazada a una altura h_1 , debida a una acción que obliga el cuerpo a cambiar su movimiento natural. Finalmente los cuerpos que se abren paso en el medio, se infería que a mayor velocidad se abriría paso más fácil en el medio, es decir que la velocidad es proporcional a la resistencia del medio⁵.

Para la época del medioevo entra un nuevo método, basado en la experiencia y el uso de la matemática, así Dios describe la naturaleza con el uso de caracteres matemáticos y el hombre tiene los medios para interpretarlos y predecir los acontecimientos. El promotor de este modelo fue Galileo, el cual lidio con el modelo aristotélico, presentando unas pruebas poderosas, con un lenguaje brillante, con el uso de las matemáticas como elemento de descripción y rectificación de la experimentación; frente a una tradición especulativa y dogmática que presentaba el modelo aristotélico.

Galileo Galilei en referencia a los estudios propuestos por Aristóteles afirmo que sería ocioso e inútil discutir las teorías causales de la gravedad propuestas por sus contemporáneos y predecesores, dado que *“nadie sabe que es la gravedad, que no es más que un nombre y que más vale contentarse con establecer las leyes matemáticas de la caída”* (Galilei, Dialogo Sobre los Sistemas Maximos, Jornada Segunda, 1975, pág. 231); así fue como decidió comprobar la naturaleza de la gravedad, experimentando con diferentes masas y alturas concluyendo: Todos los objetos que se lanzaron se aceleraban durante la caída.

Los temas principales que se llevan a cabo en las 4 jornadas tienen que ver las demostraciones sobre el movimiento de la tierra son insuficientes aunque pueden

⁵ Si son soltadas una roca y una pluma, la roca se abrirá camino más fácil en el medio que la misma pluma. Si se calentaba el aire significaba que el objeto abría paso más fácil en su trayectoria.

adaptarse al movimiento como al reposo de la tierra, así mismo se hace un estudio de los fenómenos celestes reforzando la hipótesis copernicana y por otro lado sobre las mareas y su posible implicación sobre el movimiento terrestre.

... "ya creo que el Sr. Salviati había concebido a Aristóteles y a vos, sin más demostraciones, que el mundo es cuerpo y es perfecto y perfectísimo como obra máxima de Dios" (Galilei, Dialogo Sobre los Sistemas Maximos, 1980, pág. 47)

Posteriormente Isaac Newton parte de los estudios realizados por Galileo acerca del movimiento de caída libre, razón por la cual en su libro *Philosophiæ naturalis principia mathematica* (1687) admitió que hasta el momento no había sido capaz de descubrir la causa de las propiedades de la gravedad, al mismo tiempo afirmó que no presentaba hipótesis explicativas "debido a que las hipótesis no tienen lugar en la filosofía experimental". En relación con lo anterior Newton introdujo la fuerza como factor que caracteriza el cambio de movimiento de un cuerpo, en efecto la fuerza se concebía invisible pero el contenido de ella lo hizo visible.

Newton iba más allá de aplicar las matemáticas al mundo físico como lo hizo Galilei, busco nuevos métodos de análisis matemático con el estudio de las causas físicas mediante la idealización como primera medida para ser contrastada con las situaciones físicas reales. Como lo expuso Bernard Cohen en el libro *La revolución Newtoniana y la transformación de las ideas científicas*:

Newton mostro que las leyes de la caída de los cuerpos de Galileo, eran verdaderas tan solo en circunstancias limitadas que él se encargó de especificar, tratando de determinar nuevas formas de dichas leyes que fuesen más universalmente verdaderas. (Cohen, 1983, pág. 56)

En Newton el estado natural de las cosas se regían por el principio de la inercia ya propuesto por Galileo, la pregunta ya no era ¿por qué se mueven los objetos? sino ¿por qué cambia el movimiento los objetos?, es así como él parte del principio de inercia y afirma que las fuerzas son las causas del cambio del movimiento, caso opuesto a lo que

presentaba Aristóteles que las fuerzas son la causa del movimiento, así pues aparecen los 3 axiomas o leyes del movimiento.

En la siguiente tabla 1 se sintetiza la forma de conceptualizar la gravedad para cada uno de los autores estudiados.

Como se conceptualizo la gravedad		
Aristóteles	Galileo –Descartes	Newton –Huygens-Kepler – Hooke
<p>La naturaleza tiene un orden, el movimiento natural de los objetos está regido por el espacio y su relación con otros objetos; por ejemplo una piedra lanzada verticalmente retorna en línea recta a su origen, aunque la tierra si se mueve no caerá sobre el mismo punto de partida.</p> <p>La gravedad se le asocia a las propiedades</p>	<p>Galileo rompe las concepciones aristotélicas, que llegan hasta la edad media, aunque para galileo todavía existe un lugar natural que es dirigido hacia el centro del mundo. Los cuerpos pesados se sitúan en el centro del mundo o cerca de él.</p> <p>Tiende a confundir la gravedad con la masa, ya que para galileo la gravedad no es una fuerza que actúa sobre el cuerpo; es algo inherente al propio cuerpo.</p> <p>En el caso de Descartes <i>“la gravedad es una cualidad esencial del cuerpo que a</i></p>	<p>Kepler hace énfasis en el mundo supra lunar, infiere que el espacio es homogéneo y cada cuerpo ocupa su lugar natural, hasta que una fuerza lo saque de allí. La gravedad es una fuerza universal y es proporcional a su masa.</p> <p>En el caso de Huygens la fuerza de gravedad está presente en todo lugar.</p> <p>Newton toma los planteamientos de Kepler sobre las orbitas y a galileo sobre el movimiento natural de los cuerpos, integrándolos para obtener la ley de gravitación universal. Tiene una idea similar a la de Demócrito, el mundo está constituido por corpúsculos en un espacio vacío a través de una</p>

<p>cualitativas como grave a lo pesado y levedad a lo liviano, de allí que se llame gravedad.</p>	<p><i>cada instante engendra un nuevo ímpetus, empuja al cuerpo hacia abajo</i>” (Koyré, 1980), es decir la gravedad acompaña al cuerpo en movimiento, una primera aproximación a la “acción a distancia”</p>	<p>entidad llamada fuerza, atracción hacia un centro móvil o inmóvil.</p> <p>Inserta la noción de acción a distancia, donde cada corpúsculo puede ejercer sobre otras fuerzas directamente e instantáneamente sobre otros cuerpos.</p> <p>Toma como ejemplo el problema de los dos cuerpos tierra-luna estableciendo la correlación del movimiento de la luna con la aceleración de la gravedad, a través de la fuerza centrípeta.</p>
---	---	--

Tabla 1 como se conceptualiza la gravedad.

Construyendo nuestro prototipo

En el caso de la caída de los cuerpos se ha diseñado una herramienta que permita al estudiante indagar y realizar sus propias formalizaciones alrededor de este fenómeno, invitándole hacer un dialogo frecuente con los autores mencionados.



Figura 1: gravino, prototipo de caída

El proyecto se plantea de manera que todos los elementos que lo integren se relacionen entre si y funcionen de manera paralela. Tabla 2.

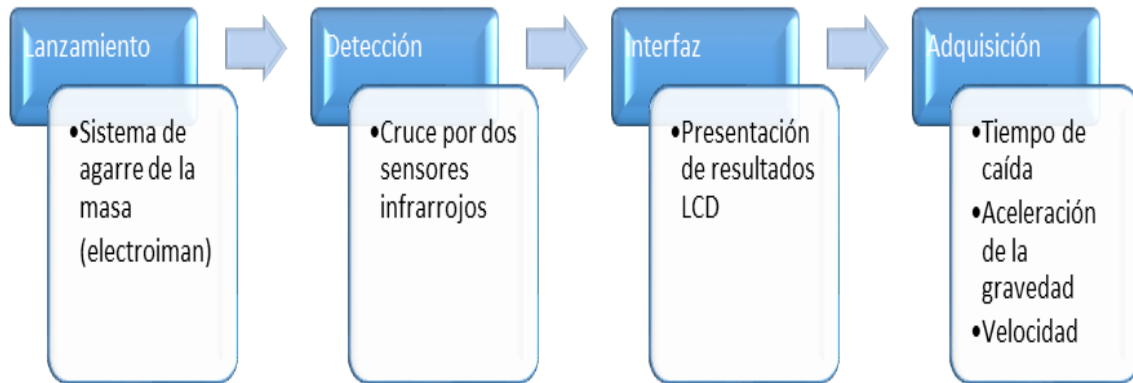


Tabla 2 Diagrama de bloques del dispositivo

Lanzamiento

El sistema de lanzamiento funciona semiautomático, con el uso de un electroimán y un switch manual, la masa se ubica centrada de tal manera que los datos obtenidos no tengan alteraciones, ilustración 10. El sistema se ha diseñado con el fin de mejorar la precisión del instrumento, ya que los valores variaban de tal manera que alteraban los resultados.

Detección

Consta de un subsistema formado por un par de leds, emisores infrarrojos, y otro para de fototransistores, receptores, los cuales se encuentran alineados paralelamente, donde el fototransistor recibe una señal en el momento que la masa esférica cruza entre la señal del emisor y receptor, de modo que la señal hace que inicie la cuenta de tiempo a través del microcontrolador, hasta que cruce el segundo fototransistor, (ver ilustración 2).

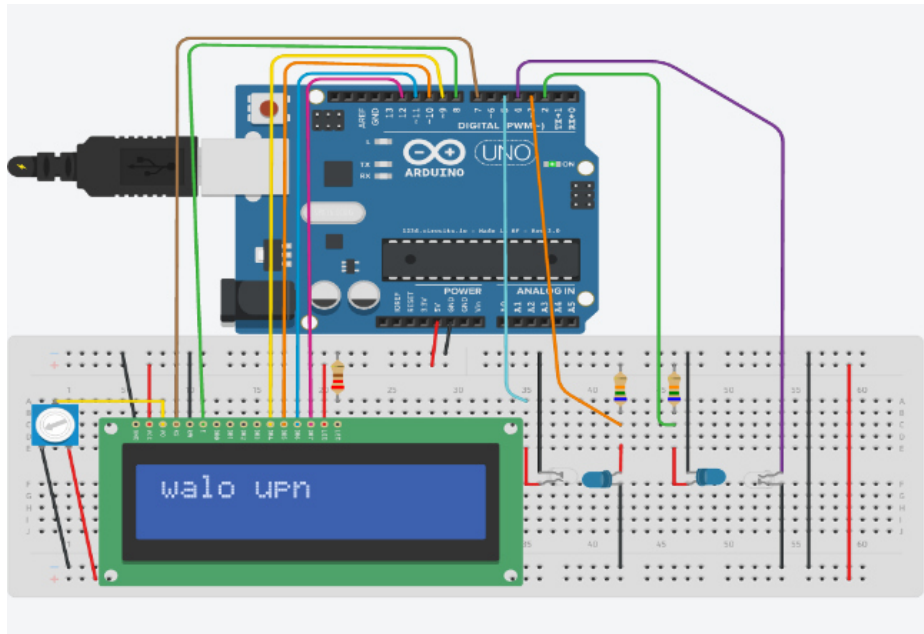


Figura 3. diseño experimental, diagrama hecho en <https://circuits.io/circuits/2894481-display-lcd-walo-gr-duino>

Adquisición de datos

La herramienta que permite la adquisición de la información es el microcontrolador ATMEGA328P-PU, que viene integrado al instrumento Arduino®, el cual se comunica con los puertos de entrada y salida digitales; donde realiza los programas de medición.

Teniendo en cuenta las ecuaciones del movimiento de galileo, MUA, o en el caso de la fuerza de rozamiento del aire, se ha moldeado un sistema cuya ecuación ha de servir para la obtención de la aceleración de la gravedad. La interfaz hace uso de un contador en Microsegundos con el fin de darle mayor aproximación de los datos, así mismo en la pantalla Lcd mostrara el tiempo de caída y la magnitud de la aceleración.

Los graves con los estudiantes

La unidad didáctica e implementación se realizan con la intención de construir un dispositivo que pueda medir la magnitud de la aceleración a partir del acercamiento de

fuentes de primera mano que permitan generar conocimiento acerca del fenómeno de la caída de los cuerpos.

Por lo que la propuesta se enmarca principalmente en cuatro momentos:

- Momento I: Aristóteles el estudioso de las causas. Se busca identificar las ideas que tienen los estudiantes frente al análisis de la caída de los cuerpos y acercarlos a las ideas o los fundamentos que presentaba Aristóteles a través de la generación y corrupción de los elementos inmersos en el mundo sublunar.

- Momento II: Los Discursos de Galileo. Se pretende exponer a los estudiantes la ruptura del viejo mundo medieval y la configuración de otro nuevo, a través, de la experimentación con ciertos eventos de la naturaleza como es el caso del plano inclinado con la intención de explicar porque se mueven los objetos y acercarlos a una descripción más organizada a través de las matemáticas.

- Momento III: Newton el lord de la gravitación universal: Tiene como finalidad mostrar porque los objetos cambian de movimiento, con la incursión de la fuerza como elemento organizador de las experiencias.

- Momento IV: Arduino Alimentando la curiosidad y la imaginación. A partir de los razonamientos y elaboraciones de los momentos anteriores se pretende construir con los estudiantes un dispositivo en la plataforma arduino para lograr medir la magnitud de la aceleración, a partir del diseño del prototipo.

El desarrollo de los momentos se realizó en 9 sesiones, las cuales se dividían en clases semanales de una y dos horas, para un total de catorce horas. En cada uno de los momentos establecidos, las actividades se relacionan con el fin de construir la magnitud de la aceleración gravitacional, su implicación y la relación en el estudio de la caída de los cuerpos, a partir de espacios de discusión, reflexión y experimentación que permiten la construcción del prototipo y el discurso argumentado.

CONCLUSIONES

Dentro de los conceptos que los estudiantes le atribuían al movimiento en un primer momento (aristotélico) se tenían la pesantez, ligereza, los compuestos que surgían de la asociación de los 4 elementos, la forma del objeto y las acciones que sucedían exclusivamente en el mundo sublunar.

Luego los estudiantes entienden la importancia del tiempo como elemento fundamental en la descripción del movimiento, la distancia, la velocidad y el impulso como lo describía galileo, en el que el medio con el que se interactúa adquiere valor.

Los estudiantes reconocieron que Aristóteles no concebía las acciones en el vacío caso opuesto a galileo y a newton, que sostenían la idea del cambio podía suceder tanto en el mundo sublunar como en el supra lunar.

El prototipo constituye una relación entre la teoría y la experimentación, a partir del diálogo con los diferentes autores, permitiendo que el estudiante realice sus propios conceptos alrededor de la caída de los cuerpos.

La aceleración de la gravedad en un principio considerada como una constante, tuvo una génesis para llegar a considerarse una magnitud que hace referencia a la relación de los graves y levedad que se dirigen hacia un centro.

Finalmente con las actividades presentadas la fuerza surge como elemento caracterizador de las acciones físicas, surge del juego con la experimentación del dispositivo de caída libre, ya que en momentos explicaban que el cambio de la aceleración de gravedad era por la fuerza que se le imprimía al objeto y de la que la que lo atraía (fuerza gravitacional). Lo que se puede concluir que la fuerza no es una entidad metafísica que se manifiesta en los efectos de aceleración, trayectoria, movimiento; por el contrario, es el conjunto de estos efectos. (Sandoval Osorio, 2008)

Recomendaciones

El dispositivo tiene una precisión de milis, aunque en términos de unidades micrométricas; está sujeto a cambios mínimos, ya sean de ubicación y disposición de la masa, fricción en las paredes al momento de la caída, o por el electroimán que sujeta la masa de tal manera que altera los resultados.

Para cuestiones de mejor precisión se sugiere hacerlo en un tubo de 1" pulgada, o una configuración que pueda ser modificada la altura, es decir que los sensores puedan moverse.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

© Real Academia Española. (29 de 05 de 2015). *Real Academia Española*. Recuperado el 29 de 05 de 2015, de <http://lema.rae.es/drae/?val=prototipo>

Cohen, B. I. (1983). *La revolución newtoniana y la transformación de las ideas científicas*. Madrid: Alianza.

Dear, P. (2007). *La revolución de las ciencias: el conocimiento europeo y sus expectativas (1500-1700)*. Madrid: Marcial Pons Historia.

Galilei, G. (1975). *Dialogo Sobre los Sistemas Maximos*, Jornada Segunda. Buenos Aires, Av. Cordoba 2100, Buenos Aires: Aguilar S.A de ediciones.

Galilei, G. (1980). *Dialogo Sobre los Sistemas Maximos*. (J. M. Revuelta, Trad.) Buenos Aires: Aguilar.

Hertz, H. (1956). *principios de mecánica*. New york: Dover Publications.

Koyré, A. (1980). *Estudios galileanos*. (M. Gonzales Ambóu, Trad.) Madrid: Siglo veintiuno España Editores,S.A.

Sandoval Osorio, S. (2008). *La comprensión y construcción fenomenológica: Una perspectiva desde la formación de maestros en ciencias*. Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional.

DOI: <http://dx.doi.org/10.14483/udistrital.jour.RC.2017.27.a23>

Eclipses: luz que se apaga en la sombra de un experimento

Eclipses: light that slake in the shadow of an experiment

Eclipses: luz que se apaga na sombra de um experimento

Johan Nicolás Molina Córdoba¹

Miguel Ángel Caro Rivas²

Nidia Danizga Lugo Lopez³

Resumen

El proyecto que se ilustra a continuación, está enmarcado en dos grandes ejes que se han construido de acuerdo a las necesidades de las aulas de enseñanza de la física en Colombia, en tanto el propósito que se plantea es brindar herramientas conceptuales bajo la luz de la experimentación, o la construcción de montajes que den referencia de los eclipses como fenómenos astronómicos observables. En el primero de ellos, con un enfoque histórico-cultural, se busca un fortalecimiento a la imaginación retomando las cosmovisiones que permitieron substancialmente, la construcción y el surgimiento de la astronomía. El segundo, representado mediante la experimentación, encuentra su lugar en la pregunta: ¿Por qué no ocurren eclipses cada 14 días? A cuya respuesta se llega mediante algunas propuestas didácticas que se sientan y se enmarcan dentro del estudio de la geometría, la óptica y la mecánica celeste, estando esta última aún en desarrollo.

Palabras Clave: Astronomía, Eclipses, didáctica, óptica, sombras, mecánica celeste.

¹ Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá-Colombia- Contacto: dfi_jnmolinac365@pedagogica.edu.co

² Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá-Colombia-Contacto: dfi_macaror483@pedagogica.edu.co

³ Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá-Colombia-Contacto: daniastro@gmail.com

Abstract

The project in process that illustrates below, it is framed in two big axis that have been building according with the needs of classroom teaching of physics in Colombia, while the purpose arises is offer conceptual tools in the light of experimentation or the construction of mounts which give reference of eclipses as observable astronomical phenomena. The first of them, historical and cultural with which searches a strengthening to imagination, retaking the worldviews that allowed, essentially, the construction and rise of astronomy. And experimental axes from which is approached the question: ¿Why there aren't eclipses every 14 days? And exposes some didactic proposals of experimental order focused to answer, and framed within study of geometry, the optics and celestial mechanics, the latter still being in state of development.

Keywords: Astronomy, eclipses, didactic, optics, shades, celestial mechanics.

Resumo

Este projeto está estruturado com base em dois grandes eixos relacionados às necessidades das aulas do ensino de Física na Colômbia. Assim, objetiva-se oferecer ferramentas conceituais segundo a experimentação ou a construção de montagens que deem referência aos eclipses como fenômenos astronômicos observáveis. Primeiramente, com uma abordagem histórico-cultural, busca-se um fortalecimento da imaginação, retomando as cosmovisões que permitiram a construção e o surgimento da Astronomia. Em segundo lugar, seguindo a experimentação, tem-se a pergunta: “Por que não há eclipses a cada 14 dias?” cuja resposta surge mediante algumas propostas didáticas centradas no estudo da geometria, da ótica e da mecânica celeste, estando, esta última, em desenvolvimento.

Palavras-chave: Astronomia, Eclipse, Didática ótica, Sombras, Mecânica celeste.

INTRODUCCIÓN

Históricamente, la astronomía ha sido la ciencia de observación sobre la cual se han fundamentado múltiples creencias, y en relación con las mismas, han surgido diversas cosmovisiones que al ser enfrentadas, han puesto en marcha el tortuoso camino cuyo fin es la justificación manifiesta en el entendimiento de aquellos fenómenos que suceden en nuestros cielos. Así, se promovió la constancia del hombre por dar explicaciones formales, y demostrables de aquellos eventos que acontecían en los cielos. Es esta propuesta abordaremos mediante el experimento, todas las explicaciones (generalmente geométricas) que respondían y responden a los problemas de justificar la eventualidad de los eclipses y la razón de su ocurrencia, sentaremos el problema pensando cualitativamente en las condiciones necesarias para que un eclipse pueda darse, partiendo de la teoría esencial que nos da cuenta de los fenómenos de proyección de sombras, y extenderemos dicha teoría, de tal forma que sea abarcado el panorama de observación de eclipses entre astros de nuestro sistema solar.

Por otro lado, se considera un marco histórico-cultural, que permite un reconocimiento de la riqueza literaria de las tradiciones y cosmovisiones de las civilizaciones antiguas y modernas del mundo, concibiendo la estructura de dichas cosmovisiones, desde el marco teológico que permeó de voluntades a las sociedades para el desarrollo progresivo de la astronomía. Hay aspectos importantes que estas civilizaciones nos entregan con respecto a la temática específica que aquí se invita a reflexionar, como las distintas mitologías referidas por cada una de las civilizaciones para explicar y motivar la predicción de los eclipses.

La historia y la cultura como argumento introductorio a la exploración de los eclipses.

Los eclipses a lo largo de la historia, han sido elementos constituyentes de diversas mitologías, y de ellas, pueden sustraerse elementos históricos sobre las costumbres de las primeras civilizaciones, y lo que es de nuestro interés, sus cosmovisiones, las

cuales permiten enlazar dos ideas que generalmente se presuponen como opuestas: imaginación y ciencia. Sobre esto, se acude a sucesos históricos verídicos, y a mitos refrendados por las primeras civilizaciones que vieron la luz del conocimiento astronómico del mundo, y a raíz de ello, configuraron historias fantásticas como formas de explicar aquello que era observado en los cielos.

Entre los tantos fenómenos que observaron se destacan: los cambios periódicos de forma que presentaba la luna, el movimiento de las estrellas, y la extinción de la luz del sol. Diferentes civilizaciones dieron distintas interpretaciones a este último fenómeno. Por ejemplo: hay vestigios de que entre los años 200-800 a.e.c, los Mayas y Aztecas identificaban los cielos, como si estuvieren segmentados, de tal forma que lugares específicos fueren reservados para distintos dioses. Así, cuando ocurría un eclipse de sol, desde las mitologías Mayas, ocurría una guerra a grandes escalas por ocupar el lugar del sol. Algunos textos⁴ parecen referir a la idea de que la luna mordía al sol, y poco a poco, le agotaba, amenazando así, la integridad y bienestar de los hombres. Otro detalle que inspiró la construcción de cuentos, fue la forma en como los Vikingos⁵ asociaban figuras animalescas a cosas tan cotidianas como el día y la noche: Sköll (un gran lobo celestial) perseguía a Sól (diosa del Sol), quien era reemplazada por Máni (hermano de Sol, dios de la Luna), quien era perseguido por el Lobo Hati, y así ocurría periódicamente configurando aquello que hoy denominados día y noche. Cuando ocurría un eclipse, se debía hacer ruido para espantar a alguno de los lobos, que había devorado sin antelación, al sol o a la luna.

Una última mitología que cabe la pena dar a conocer, es la que aparece en los primeros libros del historiador griego Herodoto, quien nos muestra que en las civilizaciones ubicadas en la actual India, se creía en un dragón de garras negras persiguiendo constantemente a la luna en las noches, y uno que se difuminaba en el color de los cielos persiguiendo al sol durante los días. Igualmente, relacionaban

⁴Véase: Una historia mitológica de la creación maya, Martha Najera Coronado.

⁵Para los vikingos Sol hace referencia a la feminidad y Luna a la masculinidad, algo particular entre las civilizaciones antiguas.

las dinámicas de estos dragones con el surgir del día y la noche, y el retraso y adelanto de los mismos fenómenos, cuando ocurría un eclipse.

Los eclipses, han configurado cosmovisiones, de tal forma que influyeron en las dinámicas de las sociedades antiguas, hasta tal punto de fundamentar su organización y constitución. Citamos como ejemplo la guerra de Peloponeso⁶ en el año 413 a.e.c, en donde los atenienses decidieron abandonar la idea de tomar Siracusa⁷, luego de observar un eclipse de sol sobre dicha región.

En general son diversos los contextos en los cuales los eclipses han influenciado la toma de decisiones de las sociedades antiguas, así como la coherencia de diversas mitologías consigo mismas. Pasados ciertos siglos, diferentes civilizaciones observaron la periodicidad de acontecimientos en los cielos, como los eclipses, o el tránsito de estrellas que cambiaban de posición como si poseyesen voluntad (cuerpos errantes denominados planetas), entre otros tantos. Incluso, hay registros de civilizaciones que catalogaron los periodos de ocurrencia de estos fenómenos. Los eclipses fueron prudentemente catalogados por los Caldeos (antiguos astrónomos de Babilonia), y es a lo que en la actualidad denominamos periodo Saros, que describe que un eclipse igual, bajo las mismas condiciones geográficas, puede darse cada 223 Lunaciones (periodos completos lunares), equivalente a 18 años y 11 días.

Todo lo anterior se denota para dar a conocer algunos de los tantos elementos históricos que nos permiten la construcción de cuentos, enfocados al reconocimiento de los eclipses como fenómenos que han sido pilares y cuyo estudio, ha fundamentado el surgir de la astronomía, así como las diferentes representaciones culturales que hacían aquellas civilizaciones del mundo, en consonancia con las costumbres heredadas de las interpretaciones que se daban a los fenómenos celestes.

⁶La guerra de Peloponeso fue una de las guerras más extensas que data la historia antigua (431-404 a.e.c) llevada a cabo entre griegos y espartanos.

⁷Ciudad ubicada en Sicilia, una de las islas de Italia.

En la observación, condiciones geométricas para que se dé un eclipse.

Antes de hablar de eclipses, lo mejor es aclarar un poco la definición concreta de dicho fenómeno: ocurre un eclipse cuando la luz que emite o refleja un cuerpo es bloqueada por otro cuerpo que se interpone en el camino óptico entre el primer cuerpo y el observador. Pero en el contexto astronómico, es necesario inferir en ciertas cosas:

1. Los cuerpos que se eclipsan son esferas, que vistas desde la tierra, parecen círculos brillantes.
2. La luz que emiten o reflejan los cuerpos celestes, sigue una trayectoria en línea recta hasta los ojos del observador.

Con estas dos inferencias, se plantea una pregunta que se deja a merced de los participantes el responderla: dados dos discos del mismo tamaño ¿la distancia de separación entre el cuerpo emisor o reflector (disco de color claro), el cuerpo que se interpone entre el observador y el cuerpo emisor (disco negro), y el observador (O), influye de alguna manera en la ocurrencia de un eclipse?

Las siguientes imágenes ilustran la geometría que permite dilucidar una respuesta, y están inspiradas en la primera parte del montaje que se elaboró para facilitar la comprensión de la influencia de la distancia en la situación dada.

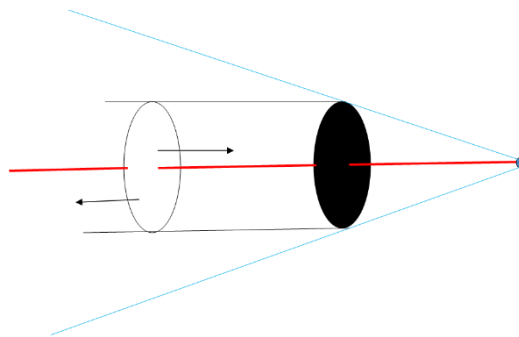


Imagen 1.

En la imagen anterior se ilustra que el disco negro bloquea toda la luz que refleja o emite el disco blanco, y por consiguiente el observador nunca podrá verlo,

independientemente de que tanto se mueva el disco blanco sobre la línea que sostiene a ambos discos. Las líneas delimitadas en azul, representan el cono de visión del observador que se refiere a la capacidad visual del mismo, y muestra geoméricamente que en este caso, no es posible observar el primer disco.

Con lo anterior en manos y según las primeras conclusiones que se obtienen ¿podrían el sol y la luna ser de igual tamaño, Considerando que son estos cuerpos, quienes en nuestros cielos se eclipsan?

Qué ocurrirá si cambiamos la condición inicial, es decir: ahora los discos ya no serán del mismo tamaño. ¿Puede determinarse una distancia de separación entre ellos, de tal forma que el observador los vea del mismo tamaño? Las imágenes que siguen nos dan cuenta de elementos geoméricos que podrían constatar una respuesta a lo cuestionado.

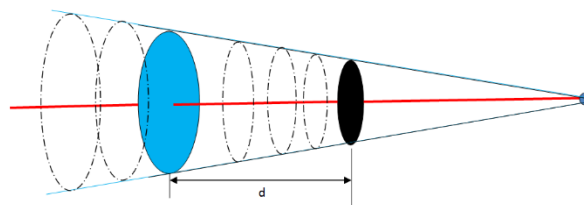


Imagen 2.

El la *imagen 2*, el cono de visión del observador, atrapa a los dos discos (negro y azul) justo en sus extremos. La distancia a la cual se encuentran separados los discos azul y negro, es la óptima para que el observador los vea del mismo tamaño, puede verse una relación entre posibles círculos imaginarios, cuyos radios decrecen a medida que se aproximan al disco negro, de tal forma que siempre se vean del mismo tamaño que el del disco negro.

Lo que aquí se ha explicitado hasta el momento, forma parte de un montaje diseñado especialmente para demostrar la relación que existe entre los diámetros y las distancias, de tal forma que se logre converger a uno de los razonamientos que se exponen, cuando se quiere dar cuenta de eclipses que ocurren en el sistema

tierra-sol-luna, y que son visibles desde cualquier lugar de la tierra. Un ejemplo de pregunta que declara lo argumentado anteriormente sería: Si conocemos el tamaño que tiene el sol y la luna, ¿a qué distancia deberían encontrarse mutuamente el uno del otro para que desde la tierra se les observe a ambos del mismo tamaño?

Superada esta primera etapa de geometrización de la relación entre distancias y tamaños de objetos, comienza una reflexión en torno a la naturaleza de la luz, y como esta se concibe para modelar y dar explicación de los eclipses que se observan desde la tierra.

Hay aspectos técnicos que no se manifiestan en nuestro modelo, pero que obedecen a lógicas construidas por las físicas modernas, por ejemplo, la velocidad finita de la luz, y la comprobación de su naturaleza corpuscular, sin embargo, para ilustrar el fenómeno en cuestión, la luz puede pensarse como un tipo de radiación⁸ del cual se da cuenta mediante los efectos que genera al interactuar con nuestros ojos.

En la primera parte, en donde se hizo una definición primaria de la idea de eclipse, se habló sobre el camino óptico de la luz⁹. La segunda parte del montaje, busca acoplar esta idea, y relacionarla con un fenómeno que se evidencia cuando, junto con las condiciones dadas en los dos primeros experimentos, se deja que el primer cuerpo (círculo naranja) emita luz en medio de una habitación oscura, y dicha luz sea interceptada por el segundo cuerpo (círculo azul), y en el lugar donde anteriormente se ubicaba el observador, se deja estar una pantalla blanca de acrílico, sobre la cual son observados distintos efectos luminosos según el tamaño del obstáculo y la distancia que exista entre este y la pantalla.

⁸La radiación en un contexto de primera enseñanza, puede verse como la substancia inmaterial que emiten los cuerpos, cuando se disponen ante ciertas condiciones físicas. El simple hecho de estar, de un cuerpo, implica que emita o refleje radiación visible, y es esto a lo que denominamos luz.

⁹De acuerdo con el teorema de Fermat, la luz sigue el camino que le tome los extrémales (máximos y mínimos) de tiempo en recorrer, en nuestro caso, no se pierde de la idea intuitiva de que dicho camino es en línea recta, en el medio en que estamos inmersos.

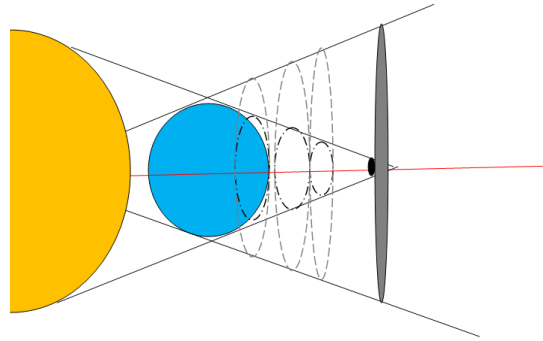


Imagen 3.

En esta imagen se ilustra la proyección de dos sombras generadas sobre la placa de acrílico (en este modelo no visible directamente), como efecto de una fuente luminosa interferida por un obstáculo (círculo azul). Si la lámina se desplaza, la sombra gris (penumbra) y la sombra negra (umbra) que se proyectan sobre ella, cambian su tamaño, permitiendo inferir un crecimiento y decrecimiento cónico, de los radios de cada una de las sombras (observe en la *imagen 3* círculos grises y negros punteados refiriendo a la penumbra y umbra respectivamente), de acuerdo con la distancia a la que se encuentra la placa acrílica del obstáculo.

Acoplando ideas: modelo tridimensional a escala del sistema Tierra-Sol-Luna.

La parte más influyente de nuestra propuesta, puesto que fue el punto de partida, es el montaje de un modelo a escala del sistema Tierra-sol-Luna, con el cual se ha participado en dos ocasiones en el evento divulgativo Salón de la Ciencia, organizado por el departamento de física de la universidad Pedagógica Nacional. En este modelo se propone imaginar ubicarnos fuera del sistema Sol-Tierra-Luna, intentando incluir en la mente de los partícipes, la capacidad de ligar lo observado en el modelo ilustrado, con las observaciones típicas que se llevan a cabo cuando emprendemos el viaje a la exploración de las estrellas, desde nuestra posición sobre la tierra. Los artefactos caseros mediante los cuales se explica el fenómeno de los eclipses, además de lo anterior, permite construir la razón por la cual no es posible la frecuencia de observación de eclipses cada catorce días, en relación con el periodo de traslación de la luna alrededor de la tierra (28 días), que es la pregunta que ha fundamentado todo este proceso de investigación en torno a la posibilidad de explicar cualitativamente a través del experimento, el fenómeno de los eclipses.

El modelo que se ilustra a continuación, tiene bajo consideración un cambio de sistema de referencia que facilita la comprensión del fenómeno, y en él se compactan todos los comportamientos geométricos de la luz que han sido expresados previamente.



Imagen 4.

En él se observan: la rotación y traslación de la tierra, la traslación de la luna, y los efectos ópticos como umbra y penumbra que caracterizan a los conos de sombra que genera la obstaculización de un foco luminoso, y por consiguiente, en él se pueden mostrar todos los eclipses que son susceptibles de ser observados desde la tierra, vistos desde un sistema de referencia externo al sistema tierra-sol-luna.

Los conos de sombra permiten construir el sentido de los diferentes tipos de eclipses posibles, si se acoplan todos los elementos explicitados, y se ajustan en el montaje experimental que da cuenta, incluso, de aspectos cualitativos de la mecánica celeste.

Estado actual del proyecto

Actualmente, nuestro proyecto ha tomado un rumbo técnico, que implica salirnos del esquema cualitativo, y entrar a abordar aspectos de orden matemático, para dar cuenta estricta de lo que ha sido el problema planteado: ¿por qué no hay eclipses cada 14 días? El problema como se ha ilustrado en este documento requirió un

abordaje histórico, y algo disciplinar sobre conocimientos de óptica y geometría elemental, tan sólo para poder hacer descripciones cualitativas sobre los eclipses.

La pregunta ¿Por qué? Evoca a las fuentes de lo que se esté abordando, que en nuestro caso, son las causas dinámicas que permiten el estado de equilibrio del sistema Tierra-Sol-Luna de tal forma que exista una inclinación de aproximadamente 5° en la órbita de la Luna con respecto a la órbita de la tierra. Así, surge la necesidad de explorar la mecánica celeste, como aparataje físico-matemático, que nos permita identificar la naturaleza de la condición de equilibrio que constata la recurrencia irregular de los eclipses.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Casado, J.C & Serra-Ricart, M. (2005). Unidad didáctica eclipses. Canarias: Siglo Veintiuno.

Frammarion C. (1874). La historia del cielo. Francia: Siglo Diecinueve.

E.E.G. (1900). Los Eclipses. Madrid: siglo veinte.

Najera M. (2002). El temor a los eclipses entre comunidades mayas contemporáneas, IFF UNAM.

Ros M, R. (2005). Sistema Tierra-Luna-Sol: fases y eclipses. Barcelona: Siglo veintiuno.

Veiga, X. (2006). Eclipses de Sol, Manual didáctico. España: siglo veintiuno.

DOI: <http://dx.doi.org/10.14483/udistrital.jour.RC.2017.27.a25>

Simulación en diversos puntos topocéntricos de las constelaciones zodiacales

Simulation on various topocentric points of the zodiac constellations
Simulação nos diversos pontos topocêntricos das constelações zodiacais

Harold Yesid Laserna Díaz¹
Sergio Libardo Silva Sandobal²
Yesid Javier Cruz Bonilla³

Resumen

Al observar las constelaciones y sus estrellas, a simple vista parecen estar cercanas entre sí, cuando en realidad unas están mucho más lejanas que otras. Desde el punto de vista geocéntrico se perciben las constelaciones zodiacales como marcas de referencia divididas en la eclíptica terrestre en donde son organizadas según sus formas. En este trabajo se simulan éstas agrupaciones de astros para comparar desde distintos puntos topocéntricos la forma de las mismas y los distintos sistemas de coordenadas en astronomía. Dentro de la simulación se reemplaza la medida de distancia de años luz por una llamada "unidad" predeterminada del programa que utiliza una compilación en Python, donde se escalan dichas distancias a 1:10.

Palabras Clave: Constelaciones Zodiacales, Simulación, Astronomía, Coordenadas, Eclíptica.

Abstract

On the sighting of the constellations and their stars, they seem to be near each other at first sight but some of them are actually quite further from the others. From the geocentric point of view can the Zodiac Constellations be perceived as referential marks divided into the terrestrial ecliptic, which reorganized according to their shapes. In this

¹ Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Bogotá – Colombia. Contacto: hylasernad@correo.udistrital.edu.co

² Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Bogotá – Colombia. Contacto: slsilvas@correo.udistrital.edu.co

³ Universidad Pedagógica Nacional. Bogotá – Colombia. Contacto: ycruz@pedagogica.edu.co

	<p>paper are these star groups simulated in order to compare the shapes of these groups and the diverse coordinate systems of the astronomy. Within the simulation is the distance measure lightyear replaced with a so-called program's default "unity" that uses a compilation in Python, where such distances are escalated to 1:10.</p> <p>Keywords: Zodiac Constellations, Simulation, Astronomy, Coordinates, Ecliptic</p> <p>Resumo Quando as constelações e suas estrelas são observadas, parecem estar mais próximas entre si à primeira vista, mas na realidade algumas estão muito mais longe que outras. Desde o ponto de vista geocêntrico as constelações zodiacais são percebidas como marcas de referência divididas na eclíptica terrestre, onde são organizadas segundo suas formas. Neste trabalho, estes agrupamentos de astros são simulados para comparar desde distintos pontos topocêntricos as suas formas e os diferentes sistemas de coordenadas no campo da astronomia. Na simulação a medida de distância de anos luz é substituída por uma outra chamada "unidade" predeterminada pelo programa que usa uma compilação em Python, na qual essas distâncias são escaladas a 1:10.</p> <p>Palavras-clave: Palavras-clave: Constelações Zodiacais, Simulação, Astronomia, Coordenadas, Eclíptica.</p>
--	--

Objetivos

- Observar la posición de las Constelaciones Zodiacales desde diversos puntos topocéntricos.
- Analizar las posiciones topocéntricas de las Constelaciones para evidenciar la relaciones de sus cuerpos celestes.
- Emplear las simulaciones como medio de enseñanza-aprendizaje de los modelos físicos en astronomía.

La Esfera Celeste

Cuando uno observa los astros brillando en el firmamento de una hermosa noche despejada, notamos diferencias en sus brillos y en sus arreglos aparentes que nos

permite incluso pensar en asociarles figuras a tales agrupaciones. A dichos arreglos les denominamos constelaciones; actualmente contabilizamos 88 constelaciones. En la percepción de la visualización directa del cielo nocturno, uno no concibe las distancias a los astros, surgiendo entonces la noción de una superficie aparentemente esférica en donde pareciesen estar las estrellas fijas a ella. Es esta percepción aparente la que llevó a los astrónomos antiguos al concepto de esfera celeste.

Hoy en día mantenemos el concepto de esfera celeste pero no como la superficie esférica en donde están las estrellas pues esa noción es errónea; sin embargo, mantenemos un concepto geométrico que nos permite describir muy bien las posiciones de los astros en el firmamento, mediante la construcción de sistemas de coordenadas astronómicas, y mediante el empleo adecuado de esta herramienta podemos ubicar muy bien cualquier cuerpo celeste y así realizar observaciones astronómicas.

Para nosotros, la esfera celeste es una esfera de radio unitario, tal que cualquier escala de distancia en el sistema solar resulta ser totalmente imperceptible frente al radio de la esfera celeste. La esfera celeste es una superficie aparente de los cielos a distancia infinita de la Tierra y en la superficie de la cual las estrellas aparecen como fijas. Sin embargo, el hecho de tener un radio unitario inmensamente grande en comparación con distancias en el sistema solar tiene efectos prácticos.

La esfera celeste se clasifica según el punto en donde se define conceptualmente el centro de la misma de la siguiente manera:

- Topocéntrica: con centro en el observador
- Geocéntrica: con centro en el centro de la Tierra
- Heliocéntrica: con centro en el centro del Sol
- Baricéntrica: con centro en el centro de gravedad de un sistema

Así, una esfera celeste en donde prime la visualización de los puntos cardinales y el ángulo de “elevación” de uno de los polos celestes para determinado observador, es una esfera celeste que tiene mucho sentido ubicarla con centro en él, el observador, teniendo por tanto una esfera celeste topocéntrica.

Coordenadas Horizontales

Dado el plano horizontal del observador, lo prolongamos indefinidamente e intersecta la esfera celeste para obtener un círculo máximo denominado horizonte celeste, que divide la esfera celeste en dos hemisferios (como todo círculo máximo), uno que en ese instante le es visible al observador y el otro que no lo puede observar.

Las coordenadas astronómicas horizontales son muy importantes y derivan su nombre debido a que el círculo máximo fundamental de estas coordenadas es el horizonte celeste. Se conocen los conceptos asociados: horizonte celeste, nadir, cenit y las verticales. Pero falta definir un punto de referencia sobre el horizonte celeste y un sentido. Para ello se definen los puntos cardinales.

El punto cardinal Norte (N) es el punto que resulta de la intersección del horizonte celeste con la vertical que pasa por el polo norte celeste. El punto cardinal Sur (S) es el punto de intersección del horizonte celeste con la vertical que pasa por el polo sur celeste. La intersección del horizonte celeste con el ecuador genera dos puntos antípodas, los puntos cardinales Este (E) y Oeste (W) siendo el punto cardinal Oeste el que está del lado del movimiento diurno aparente de los astros.

Entonces, dado un astro, sus coordenadas horizontales acimut y altura se definen así:

- Trazamos la vertical del astro.

- Denominaremos acimut a la longitud del arco trazado sobre el horizonte celeste, desde el punto cardinal Norte, siguiendo el sentido Este, hasta la vertical del astro.
- La altura del astro es la longitud del arco trazado sobre la vertical del astro, desde el horizonte celeste hasta el astro.

Entonces: $0 \leq A < 360^\circ$; $-90^\circ \leq h \leq 90^\circ$

En donde A denota el acimut del astro y h su altura.

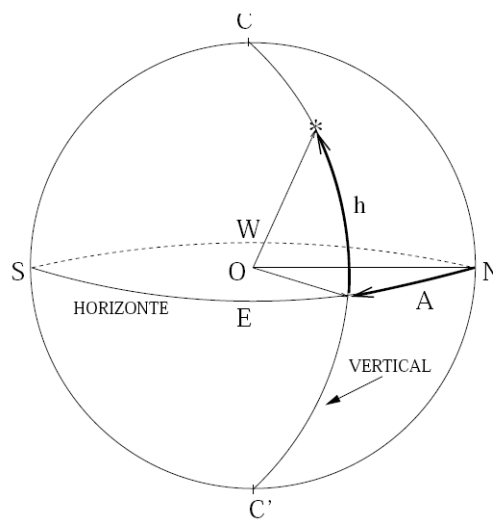


Figura 1: Coordenadas Horizontales

Sistemas De Proyecciones Ortogonales En Dibujo Técnico Y Vistas

Todos los sistemas de representación, tienen como objetivo representar sobre una superficie bidimensional, como es una hoja de papel, los objetos que son tridimensionales en el espacio.

Todos los sistemas, se basan en la proyección de los objetos sobre un plano, que se denomina plano del cuadro o de proyección, mediante los denominados rayos proyectantes. El número de planos de proyección utilizados, la situación relativa

de estos respecto al objeto, así como la dirección de los rayos proyectantes, son las características que diferencian a los distintos sistemas de representación.

En todos los sistemas de representación, la proyección de los objetos sobre el plano del cuadro o de proyección, se realiza mediante los rayos proyectantes, estos son líneas imaginarias, que pasando por los vértices o puntos del objeto, proporcionan en su intersección con el plano del cuadro, la proyección de dicho vértice o punto.

Se denominan vistas principales de un objeto, a las proyecciones ortogonales del mismo sobre 6 planos, dispuestos en forma de cubo. También se podría definir las vistas como, las proyecciones ortogonales de un objeto, según las distintas direcciones desde donde se mire.

Si situamos un observador según las seis direcciones indicadas por las flechas, obtendríamos las seis vistas posibles de un objeto. Estas vistas reciben las siguientes denominaciones:

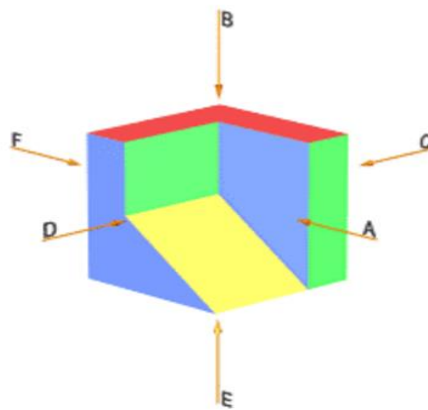


Figura 2 Vistas de un Objeto

- Vista A: Vista de frente o alzado
- Vista B: Vista superior o planta
- Vista C: Vista derecha o lateral derecha

- Vista D: Vista izquierda o lateral izquierda
- Vista E: Vista inferior
- Vista F: Vista posterior

Simulaciones

Teniendo en cuenta los conceptos anteriores se modelan las Constelaciones Zodiacales y se observan según el sistema de proyección ortogonal ASA, en las perspectivas frontal y lateral derecha en donde por medio de los rayos proyectantes se observarán las distancias de las estrellas.

Se dispone a simular las constelaciones zodiacales mediante una base de datos de las distancias de la tierra a cada estrella, el acimut y la longitud para luego con dichos datos ingresarlos en autodesk maya mediante compilación en python, luego configurar una cámara que barra 90° por la horizontal con un radio constante y luego renderizar dicha imagen cuando la cámara estuviera en una posición lateral derecha.

Constelación de Piscis



Figura 3 Piscis-Frontal

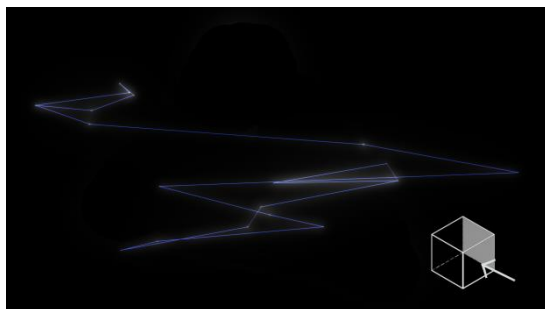


Figura 4 Piscis-Lateral Derecha

Cuando cambiamos de vista a la lateral izquierda podemos percibir la separación de las estrellas que la conforman.

Constelación de Aries

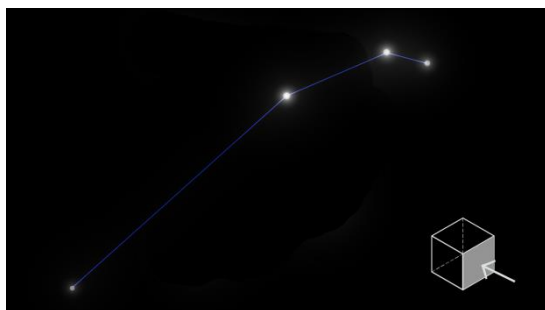


Figura 5 Aries-Frontal

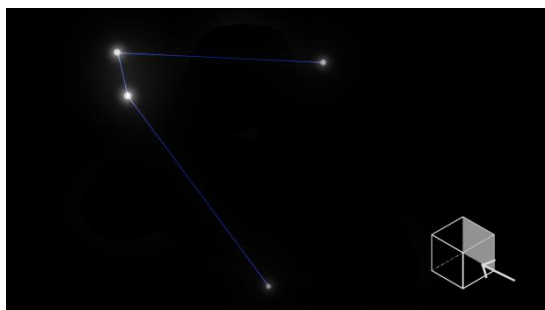


Figura 6 Aries-Lateral Derecha

Constelación de Tauro

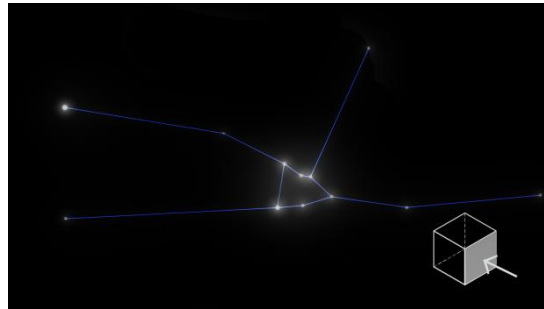


Figura 7 Tauro-Frontal

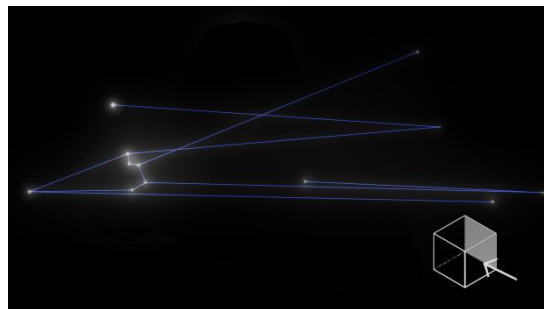


Figura 8 Tauro-Lateral Derecha

Constelación de Géminis



Figura 9 Gémini-Frontal

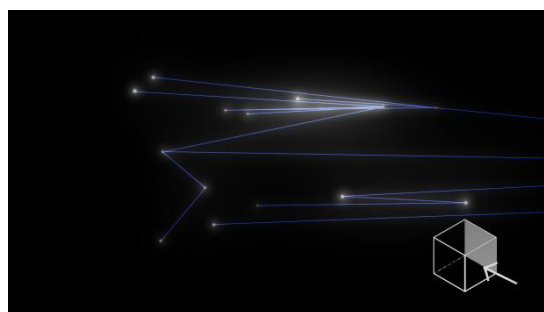


Figura 10 Gémini-Lateral Derecha

Constelación de Cáncer

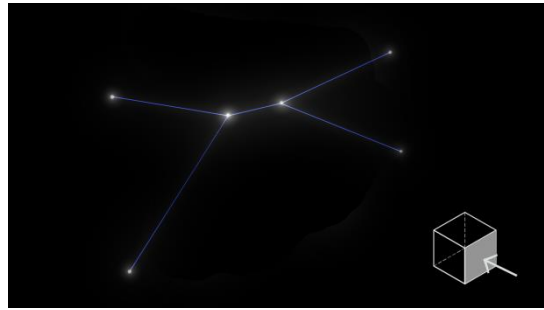


Figura 21 Cáncer-Frontal

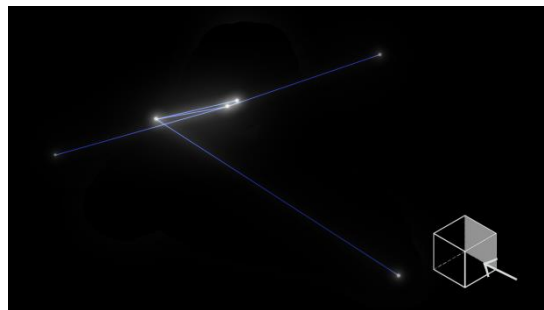


Figura 32 Cáncer-Lateral Derecha

Constelación de Leo



Figura 43 Leo-Frontal

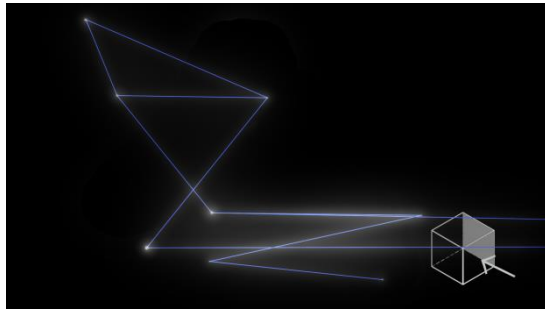


Figura 54 Leo-Lateral Derecha

Constelación de Virgo



Figura 65 Virgo-Frontal

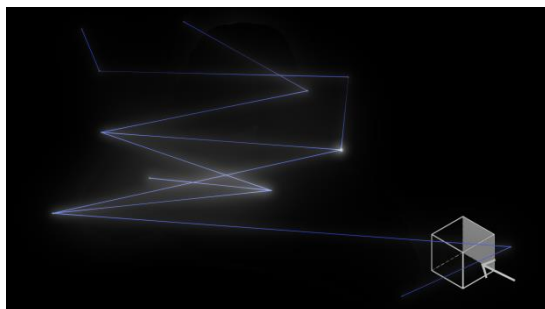


Figura 76 Virgo-Lateral Derecha

Constelación de Libra

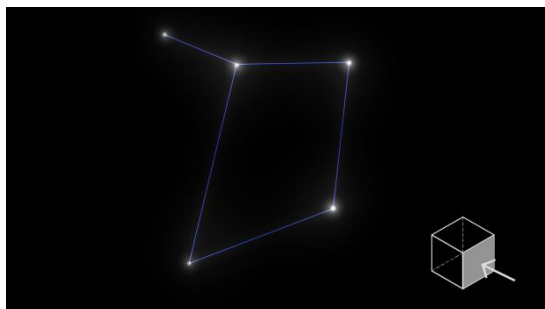


Figura 17 Libra-Frontal

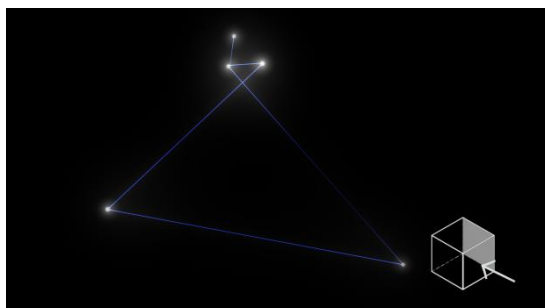


Figura 88 Libra-Frontal Derecha

Constelación de Escorpión



Figura 19 Escorpión-Frontal

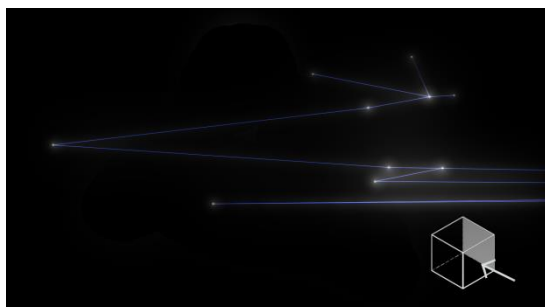


Figura 90 Escorpión-Lateral Derecha

Constelación de Ofiuco

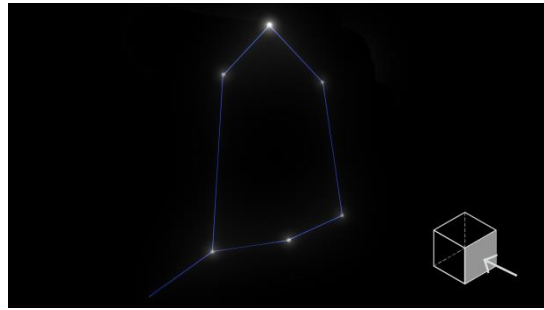


Figura 101 Ofiuco-Frontal

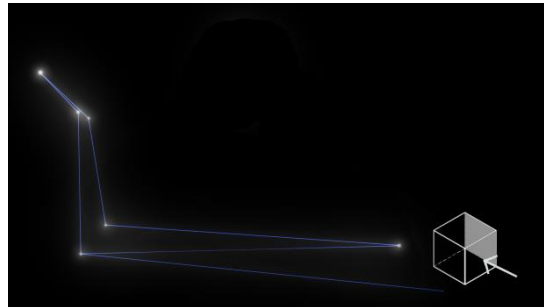


Figura 112 Ofiuco-Lateral Derecha

Constelación de Sagitario

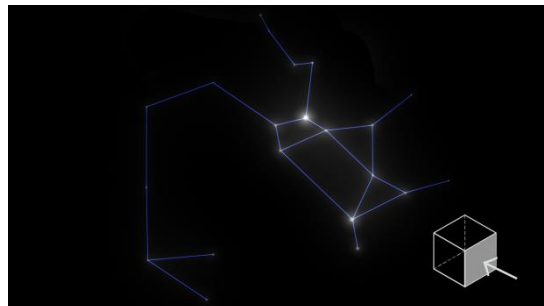


Figura 123 Sagitario-Frontal

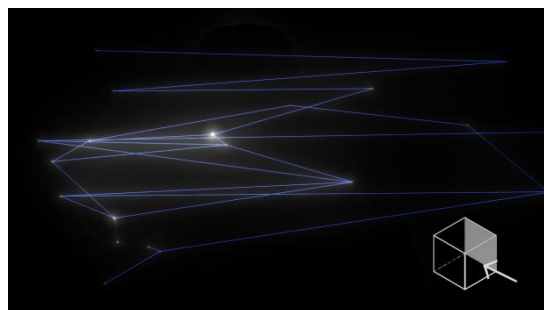


Figura 134 Sagitario-Lateral Derecha

Constelación de Capricornio

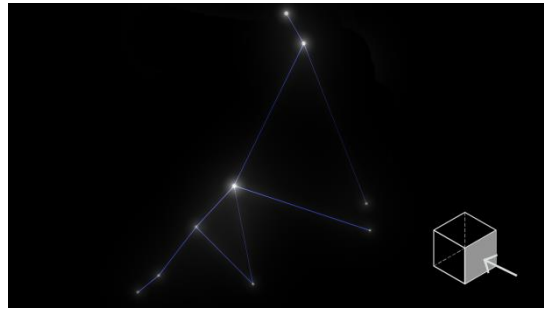


Figura 145 Capricornio-Frontal

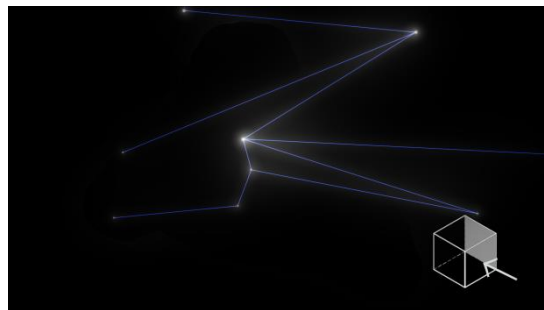


Figura 156 Capricornio-Lateral Derecha

Constelación de Acuario

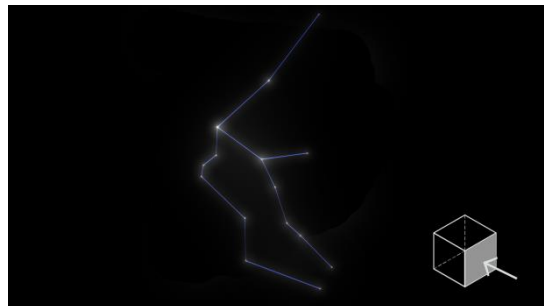


Figura 27 Acuario-Frontal

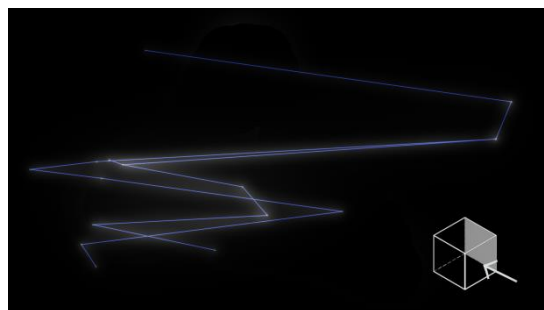


Figura 28 Acuario-Lateral Derecha

CONCLUSIONES

El uso de herramientas computacionales en la enseñanza de la física son una estrategia didáctica que permite mejorar los procesos de formalización y conceptualización de los modelos físicos en la astronomía.

En los procesos de enseñanza-aprendizaje de la física es importante la implementación de distintas metodologías que fortalecen los procesos de comprensión como es el caso de las simulaciones puesto que las herramientas interactivas permiten evidenciar la fenomenología implicada en los modelos físicos.

Las simulaciones en el campo de la astronomía permiten evidenciar las grandes distancias entre los cuerpos celestes a través de los diferentes cambios de escala que se pueden obtener en el uso de los métodos computacionales.

El análisis de los cuerpos celestes a través de los distintos marcos de referencia permitió evidenciar que el concepto de estructuras o sistemas estelares están intrínsecamente relacionados con la posición de los observadores.

Los sistemas o estructuras estelares obedecen a construcciones culturales que los seres humanos han definido como cosmogonías que posteriormente han sido matematizadas y se han convertido en una explicación científica del universo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Portilla, G. (2001). *Elementos De Astronomía De Posición*. UNIBIBLOS. Colombia.

Sistemas de proyecciones ortogonales en dibujo técnico y vistas. (s.f.).

Recuperado

de:

http://www.larapedia.com/ingenieria_y_tecnologia/sistemas_de_proyecciones_ortogonales_en_dibujo_tecnico_y_vistas.html

Karttunen, H. et al. (1996). *Fundamental Astronomy*. Springer-Verlag. Heidelberg.

ed. Portilla, G. (2001). *Astronomía para Todos*. UNIBIBLOS. Colombia.

Ronan, C. A. *Los amantes de la astronomía*. Editorial Blume. Barcelona.

Vives, T. J. (1971). *Astronomía de posición*. Alhambra. Madrid.

Toomer, G. J. (1998). *Ptolemy's Almagest*. Princeton University Press. Princeton.