

EXPERIMENTACIÓN EN EL AULA ¿UN VERDADERO APOYO PARA EL APRENDIZAJE DEL CONCEPTO BÁSICO DE GENERACIÓN ELÉCTRICA DC?

Experiments in the classroom ¿A real support for learning the basics of electricity generation DC?

RESUMEN

La electricidad es un fenómeno que sorprende a todos quienes tienen contacto con ella debido a su “Mágica acción” y a sus innumerables y formidables aplicaciones; pero es cuando se quiere entender “El truco” detrás de la “Magia” que para muchas personas el efecto sencillo se convierte en un complejo mar de ecuaciones y conceptos. En este artículo se pretende retomar el concepto de aprendizaje y a partir de él ofrecer una propuesta de laboratorio en el aula que permita favorecer la comprensión del concepto básico de generación eléctrica DC mediante la “Transferencia de Conocimiento”.

PALABRAS CLAVES: Aprendizaje, Batería, Corriente Directa (CD), Electricidad, Pila, Transferencia de Conocimiento.

ABSTRACT

Electricity is a phenomenon that surprises all who have contact with it due to his "Magic Action" and its wide formidable applications, but it is when you want to understand "The trick" behind the "Magic" for many people the effect simple becomes a sea of complex equations and concepts. This article aims to recover the concept of learning and by means of a laboratory experience that introduces a proposal in the classroom that promotes understanding and the basic concept of DC power generation through the "Knowledge Transfer".

KEYWORDS: Learning, Batteries, Direct Current (DC), Electricity, Stack, Transfer of Knowledge.

1. INTRODUCCIÓN

Hace algunos años se escuchaba en un noticiero a nivel nacional un informe especial sobre “Los jóvenes que obtienen energía eléctrica de la papaya”; por supuesto una noticia como esta impacta enormemente a más de un ciudadano del común, con mayor razón cuando a través de la “pantalla chica” podía observarse como los jóvenes conectaban papayas y lograban encender un radio; desde luego se generan inquietudes y queda en el aire que tal vez allí, en el cultivo de la papaya pueda encontrarse una solución a la crisis energética mundial. Pero la historia no termina allí, porque aproximadamente un año después, en otro noticiero a nivel nacional aparece un nuevo informe especial sobre “Los jóvenes que obtienen energía eléctrica de la papa”; desde luego para aquellos que nunca habían escuchado noticia semejante se generan inquietudes y queda en el aire que “tal vez allí, en el

HUGO BALDOMIRO CANO GARZÓN

Ingeniero Electricista.
Universidad Tecnológica de Pereira
Especialista en Gerencia de Tecnología.
Convenio de La Escuela de Administración de Negocios y la Universidad Tecnológica de Pereira
Candidato a Magíster en Instrumentación Física.
Universidad Tecnológica de Pereira
Profesor Asistente.
Universidad Tecnológica de Pereira
hbcano@utp.edu.co

EDWIN ANDRÉS QUINTERO

Ingeniero Electrónico
Candidato a Magíster en Instrumentación Física.
Profesor Auxiliar
Universidad Tecnológica de Pereira
equintero@utp.edu.co

JOSÉ ANDRÉS CHAVES OSORIO.

Ingeniero Electricista.
Universidad Tecnológica de Pereira.
Especialista en Pedagogía.
Universidad Nacional Abierta y a Distancia.
Candidato a Magíster en Instrumentación Física.
Universidad Tecnológica de Pereira.
Profesor Asistente.
Universidad Tecnológica de Pereira.
jachaves@utp.edu.co

cultivo de la papa pueda encontrarse una solución a la crisis energética mundial”; pero, por supuesto para los que ya habían escuchado una historia similar las inquietudes pueden ser diametralmente diferentes, por ejemplo: ¿Se puede extraer energía eléctrica de cualquier fruta u hortaliza? ¿Cuántos bananos necesito para encender un TV? ¿Si me encuentro varado en una isla desierta podré activar un radio usando cocos? y desde luego quedan a la imaginación otras tantas preguntas que al lector puedan ocurrírsele.

Con la descripción de la situación anterior los autores quieren hacer notar el nivel de desconocimiento que se tiene en muchos países (en especial del tercer mundo) sobre la realidad del universo, y sin ir demasiado lejos, la ignorancia que afecta a estudiantes universitarios, profesionales, dirigentes políticos, gerentes, administradores, entre otros, cuando se les pregunta sobre

los más básicos fenómenos de la naturaleza o se les cuestiona sobre las soluciones que requiere el país, la ciudad, o en general la comunidad.

Es precisamente a partir de esta premisa que se hace notar la importancia de que todas las personas conozcan los conceptos fundamentales de las Ciencias Básicas y a partir de allí adquieran mayor dominio del mundo en el que habitan con base en su propio conocimiento significativo.

2. JUSTIFICACIÓN

El fenómeno eléctrico en sí mismo ha permitido a la humanidad grandes avances tanto en el aspecto científico como en el tecnológico y aunque gran parte de los equipos de uso diario funcionan con electricidad, también es muy real que un alto porcentaje de la población aún no entiende lo que es la electricidad.

En este artículo se pretende evidenciar la importancia de “llevar al aula de clase” el concepto de generación eléctrica DC, pero no sólo desde el punto de vista cualitativo (como es común en algunos cursos de la básica secundaria) si no también desde la perspectiva cualitativa, lo cual le brinda al individuo a través de la física la posibilidad de entender el fenómeno con mayor profundidad gracias al proceso de medición, ya que a partir de la comprensión de los resultados obtenidos, se pueden utilizar habilidades del pensamiento como la deducción, la inducción, la comparación y el contraste; para que a partir de la propia experiencia se ofrezcan alternativas de solución a problemas específicos ya sea de la ingeniería o simplemente de la vida diaria.

3. EL APRENDIZAJE

El aprendizaje es el proceso a través del cual se adquieren nuevas habilidades, destrezas, conocimientos, conductas o valores como resultado del estudio, la experiencia, la instrucción y la observación; este proceso puede ser analizado desde muy variadas perspectivas, por lo que existen distintas teorías del aprendizaje.

El aprendizaje humano está relacionado con la educación y el desarrollo de la personalidad, por lo que debe estar orientado adecuadamente ya que se favorece en la medida en que el individuo se encuentra motivado. En el estudio acerca de cómo se aprende intervienen la neuropsicología, la psicología educacional y la pedagogía¹.

3.1 Proceso de aprendizaje

El proceso de aprendizaje es una actividad individual que se desarrolla en un contexto social y cultural. Es el resultado de procesos cognitivos individuales mediante los cuales se asimilan e interiorizan nuevas informaciones (hechos, conceptos, procedimientos, valores), se construyen nuevas representaciones mentales significativas y funcionales (conocimientos), que luego se pueden aplicar en situaciones diferentes a los contextos donde se aprendieron. Aprender no solamente consiste en memorizar información; por el contrario para desarrollar un verdadero proceso de aprendizaje se hace necesaria la realización de otras operaciones cognitivas que implican: conocer, comprender, aplicar, analizar, sintetizar y valorar; en cualquier caso, el aprendizaje siempre conlleva un cambio en la estructura cerebral y con ello de su organización funcional.

En el proceso de aprendizaje se identifican estructuras internas básicas. En el ser humano, los receptores son activados por estímulos ambientales, los cuales se almacenan en el registro sensorial, pasan luego a un proceso de percepción selectiva, allí entra en juego la memoria: la de corto plazo (mcp) y de largo plazo (mlp). En la primera (mcp) a través de un proceso de repetición o repaso, la información se codifica; en la segunda (mlp) la memoria almacena la información codificada; en este momento lo aprendido y guardado, se hace significativo y se almacena en la estructura cognitiva. Los aprendizajes, una vez almacenados se recuperan cuando la persona acude a ellos, bien para utilizarlos o bien para asociarlos a nueva información y, de esta manera, enriquecer su estructura cognitiva.

De igual forma es importante notar las diferentes fases del aprendizaje. En primer lugar, se establece un estado de alerta o atención, en ese momento, los sentidos se orientan hacia el estímulo. Luego, pasa a la fase de percepción selectiva donde actúa la memoria a corto plazo; seguidamente, se inicia la codificación, donde la información es interpretada y transformada. Esta fase puede considerarse como el fenómeno central del aprendizaje y puede ser afectado por fenómenos ambientales. Se lleva a cabo de acuerdo a un esquema particular tanto en la forma como se presenta el estímulo como el concepto previo almacenado. La fase subsiguiente es el almacenamiento, lo cual ocurre en la memoria a largo plazo.

Existen evidencias de interferencias que podrían afectar dicho proceso. Después de almacenados, los aprendizajes son recuperados cuando la persona los requiera. Cuando esto ocurre, se está en un proceso de recuerdo.

Finalmente, organizada la estructura interna y cuando la persona recurre a esos aprendizajes, ocurre el desempeño,

¹ <http://es.wikipedia.org/wiki/Aprendizaje> [1]

que no es más que la forma como la persona ofrece evidencia del aprendizaje adquirido².

El cuadro de la Figura 1 resume los estímulos externos que influyen en los procesos internos asociados al proceso de aprendizaje, según Robert Gagné³.

Proceso interno	Fenómenos externos y sus efectos
Atención (recepción)	Un cambio en el estímulo produce vigilancia (atrae la atención)
Percepción selectiva	El hecho de resaltar y diferenciar las características de los objetos facilita la percepción selectiva
Codificación semántica	Instrucciones verbales, imágenes, esquemas, patrones que sugieren una codificación
Recuperación	Sugerencias o aportaciones de pistas como diagramas, tabulaciones, rimas u otros medios, lo que sirve para facilitar la recuperación
Organización de la respuesta	Las instrucciones verbales sobre el objetivo del aprendizaje informa a la persona acerca de la clase de desempeño que se espera de ella
Procesos de control	Las instrucciones establecen disposiciones mentales que activan y seleccionan las estrategias adecuadas.
Expectativas	El hecho de informar al sujeto cuáles son los objetivos de su aprendizaje determina una expectativa definida en cuanto al desempeño futuro.

Figura 1, Procesos internos del aprendizaje y efectos que en ellos pueden ejercer los fenómenos externos⁴.

De igual forma se pueden considerar cuatro procesos que se llevan a cabo cuando cualquier persona se dispone a aprender, en ellos pueden evidenciarse las ya mencionadas fases del aprendizaje.

Los estudiantes al efectuar sus actividades realizan múltiples operaciones cognitivas que logran que sus mentes se desarrollen fácilmente. Dichas operaciones son, entre otras:

a. Recepción de datos, que supone un reconocimiento y una elaboración semántico-sintáctica de los elementos del mensaje (palabras, iconos, sonidos) donde cada sistema simbólico exige la puesta en acción de distintas actividades mentales: los textos activan las competencias lingüísticas, las imágenes las competencias perceptivas y espaciales, etc.

b. Comprensión de la información recibida por parte de los estudiantes que, a partir de sus conocimientos previos (con los que establecen conexiones sustanciales), sus

intereses (que dan sentido para ellos a este proceso) y sus habilidades cognitivas, analizan, organizan y transforman (tienen un papel activo) la información recibida para elaborar conocimientos.

c. Retención a largo plazo de esta información y de los conocimientos asociados que se hayan elaborado, en este proceso se hace fundamental la ya mencionada memoria de largo plazo (mlp).

d. Transferencia del conocimiento a nuevas situaciones para resolver con su concurso las preguntas y problemas que se planteen⁵.

3.2 Principios básicos para mejorar el aprendizaje

a. La intensidad: Con una experiencia fuerte y dramática se aprende mejor que con una experiencia débil.

b. El efecto: Toda persona tiende a repetir las conductas satisfactorias y a evitar las desagradables.

c. La prioridad: Las primeras impresiones tienden a ser más duraderas.

d. La transferencia: Un determinado aprendizaje es extrapolable o ampliable a nuevos aprendizajes análogos o parecidos.

e. La novedad: Todo acontecimiento o conocimiento novedoso o insólito se aprende mejor que lo que sea rutinario o aburrido.

f. La resistencia al cambio: Los aprendizajes que implican cambios en la organización de la propia personalidad son percibidos como amenazantes y son difíciles de consolidar.

g. La pluralidad: El aprendizaje es más conciente, amplio y duradero cuantos más sentidos (vista, oído, tacto) estén involucrados en el proceso de aprender.

h. El ejercicio: Cuanto más se practica y se repite lo aprendido, tanto más se arraiga el contenido del aprendizaje.

i. El desuso: Un aprendizaje no evocado o utilizado en mucho tiempo puede llegar a la extinción.

j. La motivación: Es ideal que el propio sujeto marque sus objetivos de aprendizaje, uno que responda a sus propias necesidades particulares.

² http://ares.unimet.edu.ve/programacion/psfase3/modII/biblio/Enfoques_sobre_el_aprendizaje1.pdf página 7. [2]

³ Robert Gagné, Psicólogo Norteamericano nacido en 1916 estudió en Yale y recibió su Doctorado en la Universidad de Brown; ha sido profesor en Universidades como Princeton, Berkeley y Florida State, ha publicado muchos artículos y libros relacionados con el aprendizaje como: Las teorías del aprendizaje (1970), Principios básicos del aprendizaje para la enseñanza (1976), Principios para la planificación de la enseñanza (1976), entre otros.

⁴ R. Gagné. Las Condiciones del aprendizaje. México: Interamericana, página 86, 1987. [3]

⁵ <http://es.wikipedia.org/wiki/Aprendizaje> [1]

k. La autoestima: Existe una mayor asimilación cuando se tiene un concepto elevado de las propias capacidades.

i. La participación intensa y activa de todos y cada uno: La participación de los miembros de un grupo en el proceso de aprendizaje redundante en una asimilación más rápida y duradera de los saberes en cada individuo.

3.3 Estilos de aprendizaje

Aunque existen en la literatura muchas definiciones para tratar el concepto Estilo de aprendizaje se plantea uno que a juicio de los autores es bastante completo:

"Los estilos de aprendizaje son los rasgos cognitivos, afectivos y fisiológicos que sirven como indicadores relativamente estables, de cómo los alumnos perciben interacciones y responden a sus ambientes de aprendizaje". Keefe (1988) recogida por Alonso et al (1994:104).

Los rasgos cognitivos tienen que ver con la forma en que los estudiantes estructuran los contenidos, forman y utilizan conceptos, interpretan la información, resuelven los problemas, seleccionan medios de representación (visual, auditivo, kinestésico), etc.

Los rasgos afectivos se vinculan con las motivaciones y expectativas que influyen en el aprendizaje.

Los rasgos fisiológicos están relacionados con el biotipo y el biorritmo del estudiante⁶.

3.3 Pirámide del Aprendizaje de Dale

En 1969, Edgar Dale (27 de abril de 1900 – 8 de marzo de 1985) pedagogo estadounidense quien realizó diversas contribuciones a la instrucción visual y auditiva, incluyendo una metodología para analizar el contenido de las películas⁷ desarrolló un modelo que explica cuáles son los métodos más y menos efectivos para el aprendizaje.

El mencionado modelo, llamado "El cono del aprendizaje" o "Cono de la experiencia", está basado en un estudio de campo muy profundo y extenso sobre el tema, tal vez, uno de los más exhaustivos que se hayan realizado.

Este modelo representa una pirámide o cono de experiencias en el que los pisos corresponden a diversos métodos de aprendizaje, según los resultados del estudio en la base se encuentran los más eficaces y participativos y en la cúspide los menos eficaces y abstractos⁸.

Diversas ilustraciones que representan dicho cono son variaciones del original, una de las cuales puede apreciarse en la Figura 2.

Cabe anotar que circulan en la red muchísimos diagramas similares al de la Figura 2 que incluyen porcentajes específicos para cada nivel, en realidad estos valores no fueron considerados ya que no están sustentados por el trabajo de Dale y no existen estudios que los validen.



Figura 2, Pirámide del Aprendizaje de Edgar Dale

4. PROPUESTA DE TRABAJO

Crear una experiencia de laboratorio en el aula de clase con base en las consideraciones anteriores que permita entender el concepto básico de generación eléctrica DC a través del diseño, construcción, prueba y puesta en funcionamiento de pilas y baterías obtenidas a partir de la interacción con diferentes materiales de fácil consecución (preferiblemente reciclables).

4.1 Objetivos

a. Conocer los componentes de circuito denominados Pilas y Baterías (fuentes de corriente continua (CC) de sistemas eléctricos que convierten energía química en energía eléctrica de tipo continuo).

b. Diferenciar el concepto de "Pila" del de "Batería".

c. Diferenciar el concepto de "Corriente Continua (CC)" del de "Corriente Directa (CD)".

⁶ <http://www.monografias.com/trabajos12/losestils/losestils.shtml> [4]

⁷ http://es.wikipedia.org/wiki/Edgar_Dale [5]

⁸ <http://www.google.com.co/imgres?imgurl=http://www.sabiduria.com/>

[images/conoDale.jpg&imgrefurl=http://www.ministeriosinfantiles.org/aprendizaje.htm&h=630&w=846&sz=146&tbnid=GIH6KDWm8WslM:&tbnh=108&tbnw=145&prev=/images%3Fq%3DPir%25C3%25A1mid e%2Bdel%2Baprendizaje&hl=es&usg=__-Gujdl8HSKdGyREwekYOIZbbuKM=&ei=MKg6S4TMCM-Xtgez7rWFAg&sa=X&oi=image_result&resnum=5&ct=image&ved=0CBQQ9QEwBA](http://www.ministeriosinfantiles.org/aprendizaje.htm&h=630&w=846&sz=146&tbnid=GIH6KDWm8WslM:&tbnh=108&tbnw=145&prev=/images%3Fq%3DPir%25C3%25A1mid e%2Bdel%2Baprendizaje&hl=es&usg=__-Gujdl8HSKdGyREwekYOIZbbuKM=&ei=MKg6S4TMCM-Xtgez7rWFAg&sa=X&oi=image_result&resnum=5&ct=image&ved=0CBQQ9QEwBA) [6]

d. Diseñar, construir y verificar el funcionamiento de pilas y baterías a fin de comprender el funcionamiento de estos componentes que “generan” energía eléctrica contrastándolo con aquellos que la “consumen”.

4.2. Materiales

- Tres (3) tipos diferentes de frutas u hortalizas (se recomienda un limón, una papa y un banano).
- Cuatro (4) tipos diferentes de metales (se recomienda cobre, zinc, aluminio, hierro) que tengan forma de varillas (2 ó 3) gruesas o laminas (2 ó 3) anchas (lo grueso o ancho del metal se define por comparación con las dimensiones de las frutas u hortalizas utilizadas).
- Un multímetro preferiblemente digital.
- Tres diodos emisores de luz (led's) de diferentes colores (rojo, amarillo, verde, u otros).
- Cables o alambres para conexión.

4.3 Procedimiento

a. Consulte los inventores, principios, tipos, formas de conexión y diagramas asociados a pilas y baterías (complementariamente consulte la forma de conexión y puesta en funcionamiento de multímetros y led's). Elabore un documento que contenga los anteriores tópicos.

b. Tome un limón (o sólo la mitad) y “clave” en él un trozo de cobre; en un lugar opuesto “clave” un trozo de zinc, teniendo cuidado que los metales no se toquen en el interior de la fruta.

c. Usando el multímetro para medir voltajes pequeños de CC, determine los puntos positivo (+) y negativo (-) de la Pila y lea el voltaje generado por ella.

d. Repita los pasos b y c, pero cambiando los metales, efectúe al menos tres (3) combinaciones diferentes.

e. Anote sus resultados en un cuadro comparativo.

f. Repita los pasos b y c, pero cambiando el limón por la papa y luego por el banano ¿Qué puede concluir? Explique suficientemente.

e. Anote sus resultados en un cuadro comparativo que incluya limón, papa y banano con sus respectivas combinaciones de metales.

g. Tome la pila con que haya obtenido mayor voltaje y conéctela (usando los cables) apropiadamente a uno de los Led (es decir considere la polaridad de conexión del Led Cátodo al negativo y Ánodo al positivo) observe y analice lo que ocurre ¿enciende? ¿Por qué? Explique suficientemente. Pruebe con cada uno de los Led.

h. Construya una pila idéntica a la usada en el punto f y conéctelas de modo que formen una batería en la que el voltaje se incrementa.

i. Repita el punto g pero cambiando la pila por la batería construida en g.

j. Analice lo realizado hasta el momento y construya una batería que le permita encender cualquiera de los Led. ¿Qué puede concluir? Explique suficientemente.

k. Cada miembro del grupo debe explicar la anterior experiencia de laboratorio a otra persona: padre, madre, abuelo, hermano que no sepa mucho sobre el tema. ¿Cómo fue la experiencia?

Nota: Para cada punto en que se solicita generar conclusiones se recomienda plantear una discusión preliminar con sus miembros de grupo, luego otra con miembros de otros grupos y/o el profesor, posteriormente anotar unas conclusiones preliminares y luego confrontar estas conclusiones con los planteamientos que sobre el tema existen en la Bibliografía relacionada.

5. CONCLUSIONES Y ANÁLISIS DE LA PROPUESTA DE TRABAJO

La intención de la propuesta es generar una experiencia de aprendizaje sobre un tema específico, en este caso el de la generación de energía eléctrica por medios químicos que permita de paso permitir y/o favorecer la comprensión de otros conceptos relacionados tanto desde el punto de vista cualitativo como del cuantitativo que a fin de cuentas justifican la enseñanza de la Física en las ingenierías; ya que desde la perspectiva ingenieril todo el conocimiento adquirido encuentra su razón de ser en la medida en que es aplicable a la práctica; es decir cuando se realiza la denominada “Transferencia de Conocimiento”.

Es claro para los autores que esta última afirmación puede ser objeto de debate, pero más allá de generar polémica vacía o discusión sin sentido el objeto principal de plasmar estos pensamientos e ideas en un documento escrito es precisamente el de convocar los planteamientos de muchos autores de áreas relacionadas con la Didáctica y la Pedagogía [7] para permear el aparato educativo en el ámbito local y a partir del encuentro sano de posiciones (así sean contrarias) favorecer el proceso de aprendizaje de los discentes y en lo posible unificar

posiciones frente a la mejor manera de orientar temas específicos particularmente a estudiantes de ingeniería.

Esta última aclaración sobre el grupo de estudio “Estudiantes de Ingeniería”, se sustenta en el hecho de que como se ha visto a lo largo del documento las experiencias de aprendizaje se favorecen en la medida en que tienen mayor relación con el individuo que aprende y este hecho está directamente relacionado con elementos variados como sus: expectativas, motivaciones, intereses, saberes previos, entre otros.

A partir del desarrollo de este artículo, los autores pretenden poner a prueba la efectividad de la “Propuesta de trabajo” replicándola en el aula de clase de la asignatura Física II de la Universidad Tecnológica de Pereira en algunos salones de clase con el fin de crear un “Experimento controlado” que permita generar algunas variables e indicadores de aprendizaje relacionados con el tema de estudio “Generación eléctrica DC” a fin de comparar y contrastar los resultados obtenidos por los estudiantes que se someten a la prueba y de este modo tratar de responder a la pregunta: ¿La experimentación en el aula, es un verdadero apoyo para el aprendizaje del concepto básico de generación eléctrica DC?

5. BIBLIOGRAFÍA

[1] Colaboradores de Wikipedia. Aprendizaje [en línea]. Wikipedia, La enciclopedia libre, 2009 [fecha de consulta: 12 de julio del 2009]. Disponible en <<http://es.wikipedia.org/wiki/Aprendizaje>>.

[2] Búsqueda [en línea]. [fecha de consulta: 4 de julio del 2009]. Disponible en <http://ares.unimet.edu.ve/programacion/psfase3/modII/biblio/Enfoques_sobre_el_aprendizaje1.pdf> página 7.

[3] GAGNE, R. *Las condiciones del aprendizaje*. Interamericana. 1987.

[4] Búsqueda [en línea]. [fecha de consulta: 18 de julio del 2009]. Disponible en <<http://www.monografias.com/trabajos12/loestils/loestils.shtml>>.

[5] Colaboradores de Wikipedia. Edgar_Dale [en línea]. Wikipedia, La enciclopedia libre, 2009 [fecha de consulta: 21 de Julio del 2009]. Disponible en <http://es.wikipedia.org/wiki/Edgar_Dale>.

[6] Búsqueda [en línea]. [fecha de consulta: 25 de Agosto del 2009]. Disponible en <<http://www.google.com.co/imgres?imgurl=http://www.sabiduria.com/images/conoDale.jpg&imgrefurl=http://www.ministeriosinfantiles.org/aprendizaje.htm&h=630&w=846&sz=146&tbnid=GIH6KDWm8WslM:&tbnh=108&>>

tbnw=145&prev=/images%3Fq%3DPir%25C3%25A1mi de%2Bdel%2Baprendizaje&hl=es&usg=__-Gujdl8HSKdGyREwekYOIZbbuKM=&ei=MKg6S4TMCM-Xtgez7rWFAg&sa=X&oi=image_result&resnum=5&ct=image&ved=0CBQQ9QEwBA >.

[7] CHAVES OSORIO, José Andrés; CORTÉS OSORIO, Jimmy Alexander; MONTOYA, Nestor Fabio. *Herramientas pedagógicas aplicadas en la enseñanza de las figuras de lissajous* Revista Scientia et Technica Año XIII, No 40, Diciembre 2008, pp. 216 - 221

[8] ARONS, A. *A Guide to introductory Physics teaching*. Editorial John Wiley & Sons. 1990.

[9] VARELA FAVIERES, Manrique, P. DE LANDAZÁBAL. *Iniciación a la Física en el marco de la teoría constructivista*. C.I.D.E. 1989.

[10] ESCUDERO ESCORZA, T. *Enseñanza de la Física en la universidad. La evaluación periódica como estímulo didáctico*. Instituto Nacional de Ciencias de la Educación. 1979.