



Julio 2017 - ISSN: 1989-4155

AULA INVERTIDA Y SU INCIDENCIA EN EL APRENDIZAJE DE CONCEPTOS BÁSICOS DE ELECTRICIDAD¹

Félix Agustín Bravo Faytong

Universidad Técnica de Babahoyo, Babahoyo, Ecuador
Docente de la Facultad de Ciencias Sociales, Jurídicas y de la Educación. Docente de la UEM Carlos Alberto Aguirre Avilés.
fbravo@utb.edu.ec,

Díaz Santamaría José

Departamento de Ciencias Exactas, Universidad de las Fuerzas Armadas, Av. Rumiñahui, Sangolquí, Ecuador

Ana Abril Neira

Docente, Unidad Educativa del Milenio Carlos Alberto Aguirre Avilés, Juan Chanalata y San Jacinto. La Unión, Los Ríos

Para citar este artículo puede utilizar el siguiente formato:

Félix Agustín Bravo Faytong, Díaz Santamaría José y Abril Nájera Ana (2017): "Aula invertida y su incidencia en el aprendizaje de conceptos básicos de electricidad", Revista Atlante: Cuadernos de Educación y Desarrollo (julio 2017). En línea:

<http://www.eumed.net/rev/atlante/2017/07/aula-invertida-electricidad.html>

Resumen

El aula invertida pretende aproximar al discente a la consulta tecnológica mediante el video, reemplazando la charla teórica del docente. Mediante este modelo se buscó la asimilación de conceptos fundamentales de electricidad, tales como carga, fuerza y campo eléctrico, en estudiantes del nivel medio de un sector rural. Se utilizó la prueba T de Student para establecer la significancia del aprendizaje entre el grupo de control y el experimental. Además, mediante el factor de Hake se estableció el índice de ganancia del aprendizaje obtenido. Asimismo se aplicó una encuesta para determinar el grado de satisfacción del alumnado por la implementación de este modelo educativo, debido a que en este sector las tecnologías son poco aprovechadas en la

¹ Artículo extraído del trabajo de investigación de la Tesis de grado del repositorio ESPOL de la Escuela Superior Politécnica del Litoral (Guayas-Ecuador) requisito para el grado de Magister en Enseñanza de la Física. El tribunal examinador estaba compuesto por tres profesores examinadores. Los autores agradecemos a la Unidad Educativa del Milenio Carlos Alberto Aguirre Avilés por su colaboración en este estudio.

educación media. Los resultados obtenidos muestran una leve diferencia en la comprensión de los conceptos físicos tratados al aplicar el aula volteada y una gran satisfacción por el uso de este modelo de enseñanza.

Palabras claves: Aula invertida, Física, concepto, electricidad, aprendizaje, enseñanza

Abstract.

The flipped classroom aims to bring the student to the technological query through a video, replacing the theoretical framework usually given by the teacher. This model sought to assimilate fundamental concepts of electricity, such as load, force and electric field, in students of the middle level of a rural sector. The Student's T test was used to establish the learning significance between the control group and the experimental group. In addition, using the Hake factor, the learning gain index obtained was established. Likewise, a survey was carried out to determine the degree of student satisfaction with the implementation of this educational model, because in this sector the technologies are little used in secondary education. The results obtained show a slight difference in the comprehension of the physical concepts treated when applying the turned classroom and a great satisfaction by the use of this model of teaching.

Keywords: The Flipped Classroom, Physics, concept, electricity, learning, teaching

1. Introducción

En las últimas décadas la educación se ha beneficiado de tendencias educativas que implican interacciones entre educador y educando, recursos tecnológicos y estrategias activas, las que vuelven las clases espacios dinámicos, reflexivos y llenos prácticas que acercan al docente a la realidad y al mismo tiempo consiguen un aprendizaje significativo. Sin embargo aún se mantienen algunas estructuras de la enseñanza tradicional debido a que son de transmisión verbal de contenidos provocando el rezago educacional ante los modelos modernos de enseñanza.

Flipped classroom, cuenta con varias traducciones al español como aula volteada, aula invertida o clase invertida, el cual es un modelo moderno de enseñanza que reemplaza lo que tradicionalmente se hace en clases, esto es, el discurso docente, es llevado a casa por medios audio visuales. Así mismo, lo que comúnmente se hace en casa, por ejemplo las tareas, ahora es realizado en clases con tutorías docente. Dos de los grandes impulsores de este modelo, Bergmann y Waddell (2012), describen que lo que el estudiante escuchaba y veía estrictamente en clase, lo ven y escucha ahora, en casa. Este modelo es muy utilizado en la última década el cual ofrece una instrucción interactiva y la utilización valiosa del tiempo para realizar las “tareas” en el aula de clases, permite a los docentes internarse con los estudiantes en la enseñanza, escucharlos, realizar preguntas y guiarlos en la resolución de problemas, donde los compañeros apoyan a sus compañeros creando un ambiente de aprendizaje colaborativo.

El video es una herramienta primordial en este modelo y según Patton (n.d) en el aula invertida, el video es fundamental, porque muestra lo que el audio solo no puede: todo el espectro de la comunicación entre los seres humanos, y añade que es un medio que permite que los estudiantes se conecten con los profesores y el contenido de una manera más significativa

Por otra parte en la educación actual se considera muy relevante, como lo mencionan Osses y Jaramillo (2008) “la forma como se asimilan los significados y se construyen conceptos para llegar a una mejor comprensión del conocimiento científico”. Por lógica el aprendizaje de conceptos en el estudio de las ciencias es trascendente para lograr concebir y desarrollar los planteamientos al resolver problemas que solicitan asignaturas como Matemática, Física, Química y otras. Con respecto a la Física, esta se apoya en una gama de conceptos, leyes y teorías, las cuales

requieren de la enunciación matemática, la cual es la herramienta para demostrar los diferentes fenómenos físicos. Bilgin, Şenocak y Sözbilir (2009), considera que “implantar la conexión entre la comprensión conceptual y las habilidades para resolver problemas son imperativos en las ciencias”. Recordar un concepto al realizar algún tipo de análisis en Física, aclara el panorama y las circunstancias en la que se encuentre una situación determinada con respecto a la resolución de problemas en Física.

En la asignatura de Física, como en otras ciencias, también se ven expresadas la falta de las estrategias y modelos enseñanza modernos y tecnológicos, sobre todo en el nivel medio de educación, siendo esta una materia científica e ideal para la aplicación de variados procesos como: simulaciones, chat en línea, foros, plataformas o herramientas web para evaluar, recursos audio visuales entre otros, fortalecen la enseñanza y consiguen la interacción docente-estudiante-medios en el proceso.

Esta enseñanza tecnológica e interactiva es ideal en la Física como en otras ciencias naturales. Torres (2010) expone que los estudiantes deben aprender sobre la ciencia y sobre el mundo natural con variados medios y en múltiples entornos de aprendizaje.

Por tales circunstancias el *objetivo general* de este estudio es aplicar el modelo pedagógico *aula volteada* en la enseñanza de los conceptos de carga, fuerza y campo eléctrico, y determinar si este modelo influye en la comprensión de los conceptos en la asignatura de Física en el nivel medio de una zona rural. También se realizó una encuesta para establecer el grado de satisfacción del alumnado por la utilización de este modelo educacional.

2. Aula invertida

El aula invertida como una de las traducciones al español de Flipped Classrooms, es un modelo educacional creado por Jon Bergmann y Aaron Sams profesores de Química de Woodland Park High School en Woodland Park, Colorado, los cuales a partir del 2006 plantearon varios modelos metodológicos que contienen principalmente tecnología de video grabaciones de tipos sincrónicas y asincrónicas de intercambio de información. Gonzales (2013) describe que el aula invertida toma la mejor ventaja posible de las horas de clase, mediante la eliminación de las clases celebradas en el salón, ya sea mediante el registro por adelantado en video o podcast, mediante el uso de recursos como los blogs, webside, o comunidades sociales. Este modelo educacional traslada el trabajo de determinados procesos de aprendizaje fuera del aula de clases para utilizar el tiempo en las aulas para explotar al máximo al alumno con actividades que favorezcan el aprendizaje.

2.1. El docente y el aula invertida

Al aplicar este modelo de enseñanza el rol del profesor cambia drásticamente en comparación a la clase tradicional o general, ya que hay un cambio de paradigma de lo que conocemos como el papel del maestro, que pasa de ser centrales expositores a ser facilitadores y moderadores del aprendizaje de los alumnos. La exposición magistral del profesor se reemplaza por un conjunto de materiales en línea suministrados por el mismo profesor, que pueden ser en videos, infografías, lecturas e incluso audios, etc. que el estudiante puede revisar las veces que el crea necesarias para analizar el contenido teórico e incluso procedimental. El tiempo de clase se dedica a actividades prácticas en las que el profesor interviene como guía (Tucker, 2012). Algo similar Cuetos (2013) expone que el docente debe prepararse para:

- Contestar y enmendar las dudas o cuestionamientos que el alumno posea.
- Suministrar retroalimentación continua en las actividades académicas del alumno.
- Disponer de horas de tutoría personalizada para ir consolidando el avance del estudiante.
- Suministrar píldoras motivadoras y memorándums constantes sobre los trabajos durante el proceso educativo.
- Asistir al alumno a superar los problemas y dudas que se presentarse.
- Elegir los contenidos adecuados para la instrucción.
- Favorecer la comunicación e intercambio de información por medios digitales (chats, foros, correos electrónicos, grupos en redes sociales)

2.2. Proceso aula invertida

En el aula invertida, la característica inicial propuesta es que los estudiantes ven las conferencias del docente en línea fuera de clases y luego participan de las actividades de aprendizaje que se ejecutan dentro de clases. En consecuencia este modelo invertido se ha diversificado en su proceso, se ha encontrado que las aulas volteadas más exitosas han encontrado formas creativas para aumentar el tiempo en la tarea y compromiso de los estudiantes, teniendo en común, según describe la Coursera-Partner Community (n.d):

- La instrucción dada por el maestro para ser revisada fuera del aula (por lo general es un video) tendrá una duración entre 5 y 12 minutos máximo.
- En la clase, se inicia con unos cuantos minutos de debate sobre el video visto por los estudiantes. Este será moderado por el docente y los estudiantes deben revisar sus notas sobre el video. Si hay errores conceptuales el docente les ayuda a ser conscientes de ellos para que puedan corregir.
- Las actividades de clase implican una cantidad significativa de pruebas, resolución de problemas, trabajos colaborativos y otras actividades de aprendizaje activo, lo que obliga a los estudiantes a recuperar, aplicar y/o ampliar el material aprendido fuera de la clase. En estas actividades pueden utilizar el material facilitado, pero no limitarse solo al mismo. Los entornos de aprendizaje en clase son estructurados y bien planificados.

El volteado de la clase promueve la adaptación de otras actividades, estrategias y técnicas de enseñanza, sin perder lo que distingue a este modelo: Lo que se hacía en clases ahora va a la casa (exposición del docente) y las actividades en casa se realizan ahora en clases (tareas). Según plantea Bergmann y Sams (2006, p. 7) luego de presentar nuestro modelo de aula invertida a los educadores en todo el mundo, muchos han dicho: Este es reproducible y escalable, personalizable y fácil para los maestros con el fin de envolver las mentes alrededor.

2.3. Aula invertida vs enseñanza tradicional

El aula invertida constituye un cambio de perspectiva frente a la clase tradicional en la que prevalece la exposición verbal y entregas de contenidos establecidos por el docente. Al invertir el aula se prioriza al estudiante como el centro de la clase. A pesar de la actualidad moderna y tecnológica que vivimos, aun encontramos en nuestras aulas docentes expositores que se resisten a las corrientes Tics existentes o por lo menos no las incluyen en sus labores de enseñanza. Mora (2008), resalta que es todo un desafío lograr ese cambio de paradigma en la enseñanza de las ciencias.

Uno de los componentes más importantes en el modelo invertido es el aprovechamiento del tiempo. Analizando el modelo tradicional, generalmente entran confundidos con respecto a la tarea de la noche anterior, donde se pasan los primeros 25 minutos haciendo una actividad de calentamiento y repasando los problemas que no se entendía. Luego para presentar nuevos contenidos se tienen entre 30 y 45 minutos, el resto de la clase se dedica a actividades independientes, práctica o un laboratorio.

En el modelo invertido, el tiempo está completamente reestructurado. Se inicia aclarando las diferentes dudas o preguntas sobre el contenido que se ha entregado a través del vídeo durante los primeros minutos de clase. Por lo tanto se esclarecen conceptos erróneos antes de que se practiquen y apliquen de forma incorrecta. El resto del tiempo se utiliza en actividades más extensas y diversas como la resolución de problemas dirigidos, trabajos colaborativos, prácticas de laboratorios, entre otras actividades activas de enseñanza. El siguiente cuadro comparativo muestra el tiempo utilizado en un horario de bloque de 90 minutos de una clase tradicional y la clase invertida.

Tabla I. Diferencias con respecto al tiempo entre el método tradicional y el modelo aula invertida.

CLASE TRADICIONAL		AULA INVERTIDA	
ACTIVIDAD	TIEMPO	ACTIVIDAD	TIEMPO
Actividad previa	5 min.	Actividad previa	5 min.
Revisión previa de la tarea anterior	20 min.	Preguntas y respuestas sobre el contenido del video	10 min.
Lectura del nuevo contenido	30-45 min.	Actividad guiada y/o practica independiente	75 min.
Actividad guiada y/o practica independiente	20-35 min.		

Fuente: Adaptado de Bergmann, J., Sams, A. (2012). "Flip YOUR Classroom. Reach Every Student in Every Class Every Day".

3. Aprendizaje de conceptos en la Física

El concepto generalmente se lo relaciona con la parte teórica de la instrucción, y esto implica lecturas extensas, dictado o memorización cuando no se aplican metodologías activas o distintas a las tradicionales con los estudiantes. Sin embargo, una cosa es llenarse de conocimientos o información y otra es darle sentido o significado a ese conocimiento. Llegar a la comprensión de un

hecho solicita la utilización de conceptos, o sea, relacionar la información dentro de una serie de significados que manifiesten por qué se producen y las consecuencias que estos traen. Ausubel define al concepto como objetos, eventos, situaciones o propiedades que poseen atributos de criterios comunes y que se designan mediante algún símbolo o signo (Ausubel, 1978).

Dentro de esta perspectiva, cuando se trata de las ciencias, la Física es una asignatura fundamental en la educación media y superior. Su aprendizaje implica una gama de saberes que nos ayudan a entender el mundo que nos rodea. Para este fin, como lo indica Herrmann (2011) la abstracción es necesaria para la definición científica del universo, los científicos han venido construyendo continuamente un lenguaje para explicar y predecir los fenómenos naturales. El estudio de la Física involucra desarrollar una comprensión de los conceptos subyacentes lo que ayudará a desarrollar una capacidad de análisis, razonamientos lógicos y discriminar entre lo relevante e irrelevante. Pero la Física como ciencia no es solo conceptos, es una ciencia experimental que busca verificar mediante la experimentación las teorías planteadas sobre el funcionamiento del universo. En Física es inaceptable que lo conceptual este separado de lo práctico. Varias investigaciones didácticas sobre trabajos experimentales en Física dan como conclusión graves dificultades en el proceso conceptual (Hodson, 1994). Otras investigaciones como las de Vergnaud (1978) y Lemeignan (1993) reconocieron la relación íntima entre la cognición de un sujeto, sus actividades en la resolución de situaciones Físicas y la manipulación sobre sistemas simbólicos para la edificación conceptual. En la enseñanza de la Física la resolución de problemas es una parte intrínseca de esta ciencia, sin embargo la certeza en los resultados de los mismos se ven opacadas cuando los estudiantes, especialmente del nivel medio, mecanizan su resolución y se sujetan a procedimientos rígidos sin tomar en cuenta los principios conceptuales que se presentan en las distintas situaciones planteadas en un problema.

4. La electricidad básica y su presentación conceptual inicial

Llegar a la formación de conceptos precisos y claros es de suma importancia en el aprendizaje de Física para luego ponerlos en práctica de manera efectiva durante su estudio. Trabajos como el de Nava (2008) declaran la importancia de las nociones de carga, fuerza y campo eléctrico, siendo imperativo promover la construcción de conocimiento. En la educación media o secundaria generalmente el estudio de las ciencias, en este caso de la Física, está sujeto a la información que los textos presentan. De forma amplia la unidad didáctica o ahora llamados bloques que atañen a este estudio se la puede encontrar como: Electricidad y Magnetismo, Electroestática, Cargas, fuerzas y campos eléctricos o Electromagnetismo, por citar algunos ejemplos. Estos concuerdan en su introducción al tema, señalando los diferentes tipos de energía, llegando hasta la energía eléctrica, su forma en la naturaleza y como se presenta en nuestra vida cotidiana. A partir de estas consideraciones podemos decir que la electricidad involucra el estudio de la interacción de cuerpos eléctricamente cargados. Consecuentemente para demostrar esto, se inicia con el escenario más básico, el estudio de la electroestática, la misma se presenta cuando los cuerpos eléctricamente cargados se encuentran en reposo (Wilson, Buffa y Lou, 2007).

En nuestro medio educativo, la temática de la electricidad y magnetismo es relativamente nueva para los estudiantes de bachillerato, ya que recién en el primer año de bachillerato (cuarto curso) empiezan a relacionarse con estos términos en la asignatura de Física. Lamentablemente estos tópicos son prácticamente innombrables en la primaria y en los años de básica superior. Debido a esto, (DGCE, 2010) el enfoque tradicional de enseñanza inicia una liturgia: estudiantes son introducidos en un mundo de definiciones extensas, fórmulas y demostraciones, donde la

resolución matemática tiene mayor valor, adquiriendo procesos mecanicistas alejados del diario vivir o tecnologías, provocando el desinterés del estudiante. Como consecuencia, en numerosas ocasiones los estudiantes de secundaria han presentado dificultades para comprensión de conceptos fundamentales de electricidad, incluyendo el de carga eléctrica.

4.1. Conceptualización básica: Carga, fuerza y campo eléctrico.

La carga eléctrica en su forma más básica se la describe como una propiedad esencial de la materia, relacionada con las partículas que constituyen el átomo, es decir, el electrón, protón y neutrón. Los protones poseen carga positiva y los neutrones no poseen carga, estos constituyen el núcleo del átomo. Los electrones se localizan orbitando el núcleo y tienen carga negativa. La carga del protón y el electrón son iguales, sin embargo, son de signos contrarios, lo que determina que coexistan dos tipos de la carga eléctrica: Positiva (+) y negativa (-). En consecuencia (Young, 2009, p. 710) dos cargas positivas se repelen entre sí, al igual que dos cargas negativas. Una carga positiva y una negativa se atraen.

El electrón contiene la menor carga eléctrica negativa que se puede aislar, por tales razones se la considera la partícula natural o elemental con carga eléctrica. Esta carga es sumamente pequeña por lo que en el S.I. (Sistema Internacional) el Coulomb (1 C) equivalente a 6×10^{18} electrones. En la tabla continua se especifica la masa y la carga eléctrica de las partículas básicas.

Las interacciones entre los tipos de partículas cargadas ocasionan las fuerzas eléctricas de atracción y de repulsión. La nominada ley de las cargas: Cargas del mismo signo se repelen y cargas de distintos signos se atraen, indican las direcciones de las fuerzas cuando las cargas eléctricas interactúan entre ellas (Wilson et al., 2007).

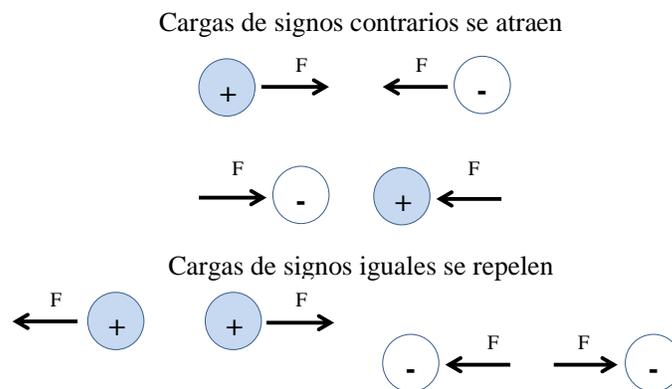


Figura I. Esquema de fuerzas de atracción y repulsión entre dos cargas eléctricas puntuales.

El estudio del concepto de campo eléctrico se lo suele comparar para su mejor entendimiento con el campo gravitacional de la tierra, ya que la fuerza eléctrica y la gravitacional son fuerzas de acción a distancia. En este caso, como entorno a nuestro planeta vive un efecto de atracción sobre otros cuerpos provocado por el campo gravitacional, una consecuencia análoga pero de distinta naturaleza es la que producen las cargas eléctricas, donde la dirección del campo junto con los

efectos de atracción y repulsión es delimitada por los signos de las cargas. La representación del concepto del campo eléctrico está determinado como toda carga eléctrica produce un campo eléctrico en su espacio cercano (Wilson, 2007). La intensidad o magnitud de todo campo eléctrico depende de la fuerza que puede efectuar dicho campo sobre otra carga eléctrica en el espacio colindante a él. Por ende, las cargas eléctricas crean campos, y éstos, a su vez, ejercen fuerzas sobre otras cargas (Wilson, 2007, p. 517). Como se utiliza una carga de prueba para buscar experimentalmente si hay un campo eléctrico en un punto específico y la dirección de dicho campo se establece por medio de la fuerza sobre la carga de prueba, está en manos del signo de la carga de prueba (sea este positivo o negativo) la dirección del campo. Por esta circunstancia se ha convenido que la carga eléctrica de prueba que está presente en el interior del campo eléctrico es de signo positivo (+). En consecuencia, (Ministerio de Educación Ecuador, 2013, p. 8) la dirección del campo eléctrico depende exclusivamente del signo de la carga generadora. Siendo esto así, si la carga generadora del campo es positiva, el campo estará dirigido hacia el exterior de la carga generadora, ya que cargas de igual signo se repelen, en cambio, si la carga generadora del campo eléctrico es de signo negativo, la dirección del campo es hacia el interior de la carga generadora del campo, porque cargas de distinto signo se atraen.

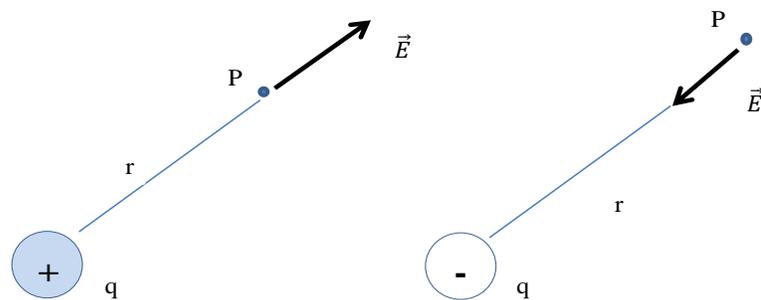


Figura II. Dirección de los campos eléctricos generados.

Por esto se entiende que el campo eléctrico en algún punto de su espacio cercano es igual a la fuerza eléctrica por unidad de carga que experimenta una carga en dicho punto. Ya que la fuerza es un vector, el campo igualmente será una cantidad vectorial, quedando descrita su magnitud en cualquier punto de la siguiente manera:

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}_0}{q_0}$$

5. Materiales y métodos

Se utilizaron un total de 62 estudiantes entre hombres y mujeres pertenecientes a una unidad educativa de la Provincia de Los Ríos, matriculados certificadamente en el Segundo de Bachillerato Ciencias, donde 31 corresponden a paralelo A y 31 al paralelo B, estos reciben la asignatura de Física. Las edades de los mismos oscilan entre 15 y 17 años. Los estudiantes por paralelo fueron nominados en dos grupos, el grupo experimental pertenece al paralelo A, en el cual se aplicó la instrucción del modelo aula volteada. El segundo grupo fue el grupo de control, pertenece al paralelo B al cual no se aplicó el aula volteada, sino que se trabajó con la clase

tradicional expositiva. Los grupos en mención son considerados intactos, ya que no hubo ninguna clase de selección aleatoria, sino que son grupos naturales de la unidad educativa.

La tarea instruccional utilizada para este estudio fue el bloque 1, Electricidad y Magnetismo, en la cual se utilizará 12 horas de clase (tres semanas). Ambas instrucciones a los grupos siguen los lineamientos establecidos por el Ministerio de Educación, tanto para el tiempo, contenido e indicadores esenciales de evaluación, en la asignatura de Física. El grupo experimental receptó tres videos como material ligado al modelo de instrucción aula volteada, que abriga los temas relacionados a este estudio del bloque uno de Electricidad y Magnetismo. Al mismo tiempo se elaboró un cuestionario para medir el grado de satisfacción del alumnado por la implementación del modelo aula volteada. Este cuestionario se basó en un instrumento de evaluación de estrategias de enseñanza de Alonso (2010), el cual se adaptó según las necesidades y circunstancias del curso.

El aprendizaje logrado por los estudiantes se computó mediante el rendimiento académico, para ello se elaboró una prueba (test) compuesta por 20 ítems con una valoración cuantitativa de 20, concernientes a carga, fuerza y campo eléctrico. A nivel medio no se encontró algún cuestionario que evalué los temas de este estudio, todos los encontrados son de nivel universitario y en carreras relacionadas con la ingeniería. Se utilizó parte del trabajo de Furió y Guisasola (1998), el cual estudia las dificultades de aprendizaje de los conceptos de carga y de campo eléctrico en estudiantes de bachillerato y universidad en Valencia, España, el estudio mencionado contiene un cuestionario de ocho preguntas de tipo abierto por lo cual se realizó una adaptación a este trabajo de investigación y se aumentó el número de preguntas. Sin embargo se elaboró una prueba según los parámetros establecidos por el Instituto Nacional de Evaluación Educativa, en su instructivo para la elaboración de pruebas de ítems de opción múltiple. El test elaborado sirvió como la prueba de entrada y salida de la instrucción dada.

Las actividades planteadas se realizaron con estudiantes de Segundo Bachillerato en la asignatura de Física-Química, los mismos que en su año anterior recibieron en la asignatura de Física las nociones de carga y fuerza eléctrica según indican los lineamientos curriculares. Todas las actividades a continuación descritas fueron ejecutadas por el mismo docente en ambos grupos.

Se inician las actividades con una prueba escrita de entrada sobre los temas concernientes a este trabajo, la cual se desarrolló en un tiempo de 40 minutos, comprobando de esta manera los conocimientos previos de estas temáticas. Esta primera prueba fue aplicada por igual al grupo de control y al experimental.

En las clases recibidas por el grupo de control en su forma tradicional, primó la exposición oral del profesor, se trataron los contenidos de carga, fuerza y campo eléctrico como establecen los lineamientos de la asignatura Física-Química, tomándose un tiempo de ocho horas clases.

Es importante indicar, que al grupo experimental se le impartió un adiestramiento sobre la clase invertida, ya que es una estrategia ajena y totalmente nueva a las realizadas de forma general, recalcando la importancia de ver el video entregado, analizarlo y sobre todo la toma de notas del mismo. También se instruyó a los estudiantes sobre el debate en los minutos iniciales de la clase. Para esto se realizó un pequeño ejemplo de la clase invertida examinando un video corto de un tópico de Física, guiando al alumno a realizar los apuntes y observaciones necesarias e importantes para llevar a clases. El tiempo de adiestramiento duro una hora clase. Luego de la etapa de preparación al grupo experimental que recibió la instrucción del modelo de aprendizaje clase invertida, se le entregó en formato digital (CD-R) un primer video sobre carga eléctrica. También se dio a conocer el video a través de la red social Facebook (grupo del curso) y en el sitio web YouTube. En clase el docente inició con preguntas sobre el video previamente visto propiciando el debate. Se corrigieron errores conceptuales que se presentaron y se continuó con las actividades de aprendizaje activo planificadas. Asimismo se entregó el segundo video que trata sobre fuerza eléctrica y luego el tercer video con la temática del campo eléctrico efectuando actividades similares a las anteriores. Estas acciones se realizaron en un total de ocho horas clases.

Una vez terminadas las instrucciones en el grupo de control y experimental se procedió en los dos grupos a tomar la prueba de salida. Estos resultados fueron enfrentados en un análisis estadístico.

5.1. Análisis estadístico

5.1.1. Prueba T

La prueba “t” para dos muestras relacionadas fue la empleada en esta investigación, y para asociar las variables estadísticas se acude a las medias de las distribuciones cuantitativas de los distintos grupos, debiendo cumplir ciertas condiciones (Rubio y Berlanga, 2012):

- La variable dependiente debe ser cuantitativa, o por lo menos, presentarla en intervalos.
- La variable dependiente debe seguir una distribución normalizada o aproximada a la normalidad.
- No supone que las varianzas en ambas poblaciones sean iguales.

También se establece que el número de la muestra “n”, como se menciona en Rodríguez, se sugiere: un $n > 30$ participantes en muestras independientes, en cambio para un $n \leq 30$ participantes en muestras relacionadas.

Esta prueba contrasta las distancias numéricas conseguidas al confrontar dos tratamientos o dos poblaciones, seleccionando una muestra de individuos que persiguen cierto tratamiento, y otra muestra que ha aceptado un tratamiento distinto. Al verificar el grado de significancia contrastando sus medias, la hipótesis nula estima que el tratamiento no presenta efecto y las diferencias pueden imputarse al azar, mientras que en la hipótesis alternativa refleja que hay diferencias significativas. En las investigaciones se estipula una diferencia significativa fijada en 0,05. Lo usual es que los valores de P (probabilidad de aceptar la H1) se encuentren entre $P \leq 0,05$, lo cual conlleva la aceptación de la hipótesis alternativa, mientras que un $P > 0,05$ nos permite rechazar la hipótesis alternativa y aceptar la nula como cierta (Rodríguez, Gutiérrez y Pozo., 2008. p.16). Cabe señalar que la prueba “t” de Student es una prueba robusta. La robustez se la conoce como la insensibilidad de la misma a desviaciones de sus asunciones o supuestos, en el caso particular de la “t” de Student puede en ocasiones no cumplir los supuestos de normalidad y homogeneidad de la varianza (Montilla, 2010).

Por las circunstancias señaladas esta prueba estadística es ideal en este estudio, utilizamos grupos pequeños, pertenecientes a una misma población estudiantil (segundo de bachillerato) sin efectuar distinciones en sexo o edad, manteniendo la normalidad natural, y registrando pruebas de entrada y salida a los diferentes grupos de estudio.

Para tal efecto se utilizaron los complementos de Microsoft Excel 2010 para el análisis de datos en su función Prueba t para medias de dos muestras emparejadas, guardando un 0.05 de significancia con n -1 grados de libertad.

5.1.2. El factor de Hake

Para evaluar la ganancia posible en el aprendizaje (Lara y Barragán, 2008) según los resultados de exámenes análogos, se utiliza, en la gran mayoría de las investigaciones educativas, el factor de Hake, el cual constituye una media de las mejoras o ganancias de aprendizaje. En esta investigación este factor permite diferenciar los desempeños obtenidos por el alumnado al aplicar la instrucción tradicional con el desempeño demostrado durante la instrucción con una metodología distinta, en este caso la clase invertida. Los resultados de las pruebas de entrada (pretest) y los de

las pruebas de salida (postest) se relacionan en la siguiente formulación la cual es el factor de Hake:

$$h = \frac{\text{postest}(\%) - \text{pretest}(\%)}{100\%(\text{puntaje máximo}) - \text{pretest}(\%)}$$

El factor Hake se utilizó para establecer la ganancia del aprendizaje entre los resultados de las pruebas de entrada y salida.

5.1.3. El alfa de Cronbach

El coeficiente de satisfacción obtenido por la encuesta realizada al alumnado por la utilización del modelo de enseñanza aula volteada, se alcanzó mediante el alfa de Cronbach, la cual, dentro de la teoría clásica de los tests, según menciona Ledesma (2002), es el coeficiente más ampliamente utilizado por los investigadores para medir la confiabilidad de pruebas, escalas o test, siempre que se miden el equivalente atributo o característica, la misma es este estudio es la satisfacción. El alfa de Cronbach tiene valores que varían desde 0 hasta 1, donde los valores de $0,4 \leq \alpha < 0,6$ tienen una consistencia moderada, de $0,6 \leq \alpha < 0,8$ tiene una consistencia buena y de $0,8 \leq \alpha \leq 1$ la consistencia es alta lo cual declara una fiabilidad de la prueba.

6. Resultados

Iniciamos comparando gráficamente los resultados de las pruebas de entrada y salida del grupo de control, donde se puede visualizar cierta normalidad o similitud en sus resultados.

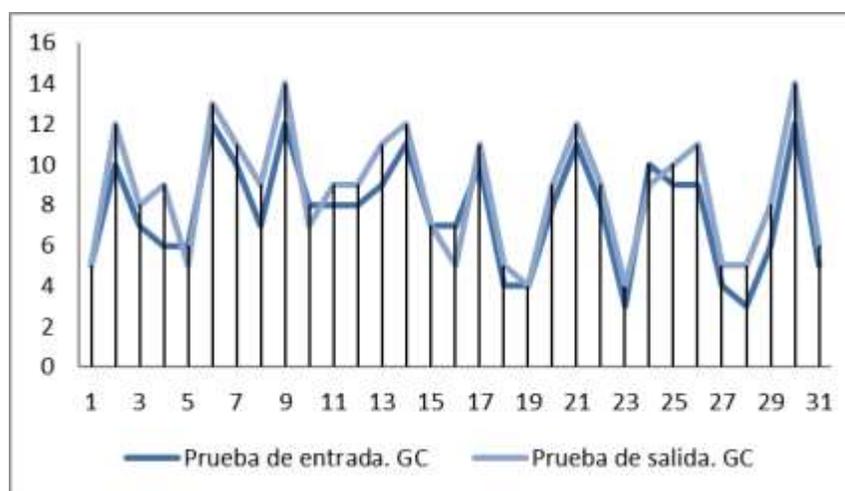


Gráfico I. Valores obtenidos de las pruebas de entrada y salida del grupo de control.

El Gráfico II detalla los valores adquiridos de las pruebas de entrada y salida del grupo experimental, de lo cual se visualiza una modesta diferencia entre sus resultados.

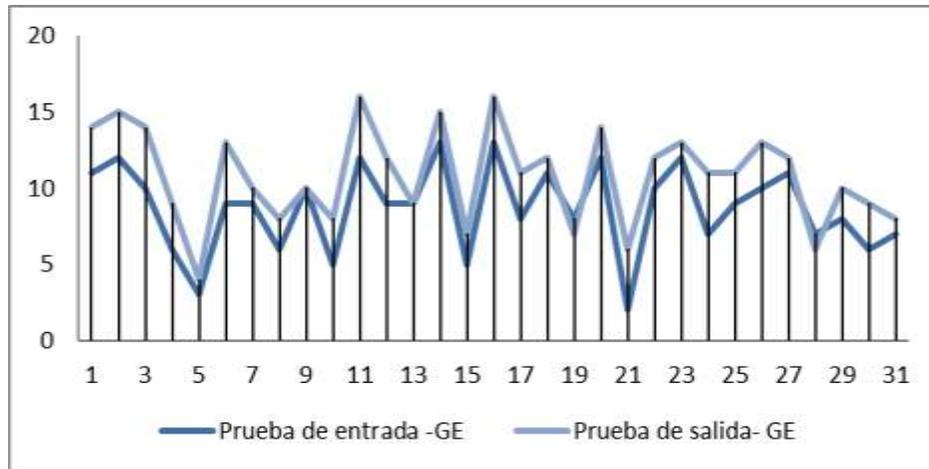


Gráfico II. Valores obtenidos de las pruebas de entrada y salida del grupo de experimental.

En la Gráfico III se puede observar las medias derivadas del análisis de los resultados de las pruebas de entrada y salida de ambos grupos.

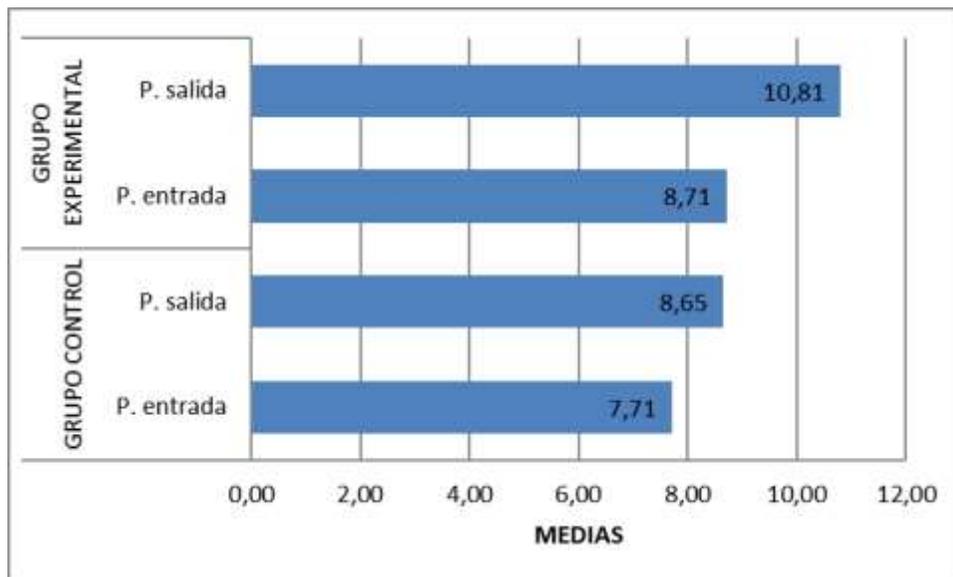


Gráfico III. Valores de las medias obtenidas en las pruebas de entrada y salida.

De la prueba "t" realizada a los valores obtenidos en las pruebas de entrada de ambos grupos se obtuvo un P valor de 0,17504. Estos resultados se detallan en la Tabla I.

TABLA II. Resultados de la prueba "t" de Student realizada entre las pruebas de entrada de los grupos en estudio.

	<i>Prueba de entrada grupo de Control</i>	<i>Prueba de entrada grupo Experimental</i>
Media	7,7096	8,7096
Varianza	7,1462	8,01290

Observaciones	31	31
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	30	
Estadístico t	1,3890	
P(T<=t) una cola	0,0875	
Valor crítico de t (una cola)	1,6972	
P(T<=t) dos colas	0,1750	
Valor crítico de t (dos colas)	2,0422	

Se ejecutó la prueba “t” de Student con los resultados conseguidos en las pruebas de salida de los grupos de estudios, donde se obtuvo un “t” estadístico de 2,9648 y un valor P de dos colas de 0,0058. En la Tabla II se muestran los resultados de la prueba “t” de Student aplicada.

TABLA III. Resultados de la prueba “t” de Student realizada entre las pruebas de salida de los grupos en estudio.

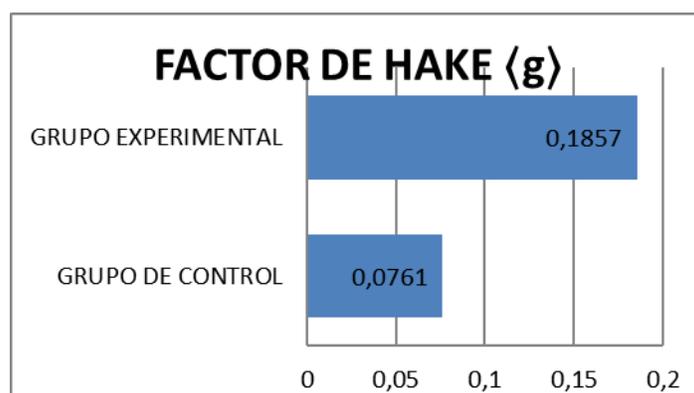
	<i>Grupo control</i>	<i>Grupo experimental</i>
Media	8,6451	10,8064
Varianza	9,0365	9,8946
Observaciones	31	31
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	30	
Estadístico t	2,9648	
P(T<=t) una cola	0,0029	
Valor crítico de t (una cola)	1,6972	
P(T<=t) dos colas	0,0058	
Valor crítico de t (dos colas)	2,0422	

La ganancia del aprendizaje en el grupo de control es de 0,0761 y la ganancia del aprendizaje del grupo experimental es de 0,1857. En la Tabla IV se visiona las ganancias de aprendizaje conseguidos en los grupos.

TABLA IV. Ganancia del aprendizaje obtenido mediante el cálculo del factor de Hake.

	<i>Grupo de control</i>	<i>Grupo experimental</i>
Media Del pretest	7,71	8,71
Media Del posttest	8,65	10,81
Puntaje máximo	20	20
HAKE FACTOR (g)	0,0761	0,1857

Gráfico IV. Compara los resultados obtenidos de la ganancia de Hake en ambos grupos.



El posterior gráfico demuestra que ambos grupos, a pesar de estar en el rango de baja ganancia ($< 0,3$) de aprendizaje, el grupo experimental logró una mayor ganancia que el grupo de control.

Con la intención de medir el grado de satisfacción del alumnado por el uso de este modelo de aprendizaje se utilizó el alfa de Cronbach, presentando los resultados en la tabla IV.

TABLA V. Grado de satisfacción del estudiante por la aplicación del modelo de aprendizaje clase invertida medido por el alfa de Cronbach.

<i>Número de ítems</i>	<i>K</i>	16
Suma de varianzas	Σv_i	6,624
Varianza total	V_t	32,049
Sección 1	$K/(K-1)$	1,067
Sección 2	$1-(\Sigma v_i/V_t)$	0,793

Valor absoluto	S2	0,793
ALFA DE CRONBACH	A	0,8462

El alfa de Cronbach es de 0,846 el cual muestra el grado de satisfacción de los estudiantes por la aplicación del modelo aula volteada.

7. Discusiones

Este trabajo investigativo reveló que los estudiantes con los cuales se implementó el modelo de enseñanza aula invertida consiguieron mejores resultados en su aprendizaje de conceptos, llegando a las observaciones siguientes:

- La diferencia en el aprendizaje que marca el grupo experimental es más significativa debido a la utilización del modelo de enseñanza aula invertida, el cual mantuvo a los estudiantes involucrados en un aprendizaje activo, a diferencia de la clase tradicional expositiva que se manejó con el grupo de control.
- El aprovechamiento del tiempo de las clases en el modelo invertido, permitió trabajar con actividades que involucran las TICs, trabajo colaborativo y prácticas de laboratorio, observando estudiantes motivados en dichas actividades.
- Un factor que se destaca en este estudio es la facilidad que tuvieron los estudiantes para obtener información de los contenidos de las clases en un tiempo y lugar que no demanda la presencia física del docente, esto provocó en ellos el control del aprendizaje de los contenidos conceptuales presentados en videos. La estadística nos indica que solo en el sitio web YouTube (hasta las fechas indicadas para visualizar los videos) se realizaron 174 reproducciones, lo cual nos indica que por lo menos se pudo realizar más de una reproducción por estudiante, sin contar a los estudiantes a los cuales se les dio por medios digitales los contenidos de los videos.
- El sitio web YouTube presenta en su estadística, que los videos de instrucción (hasta las fechas indicadas para visualizar los videos) tienen un promedio de tiempo de visualización de 6,48 minutos, concluyendo que algunos estudiantes no visualizaron en su totalidad los videos ya que el promedio de duración de los videos realizados es de 7,85 minutos. Esto nos indica que quizás los videos fueron muy extensos o poco interesantes para el gusto de algunos estudiantes.
- Los videos realizados para este proyecto llevaron un tiempo extenso en su elaboración y se recurrió a varios recursos audiovisuales, como textos introductorios, videos, fondos musicales y gran cantidad imágenes, para crear una presentación más atractiva para el alumnado. Se necesita invertir mucho tiempo y conocimientos en edición de videos al producir estas herramientas educativas.
- El modelo invertido de enseñanza causó un alto índice de satisfacción en el estudiante, esto sugiere que el estudiante está abierto a nuevas estrategias y modelos de enseñanza, sobre todo los que involucran en las actividades al estudiantado y van de la mano con la utilización de la tecnología.
- Incluir este tipo de actividades de enseñanza al realizar los planes curriculares puede ser beneficioso en el proceso educativo áulico, pues acerca al estudiante a la utilización

adecuada de la tecnología y a la visualización de los fenómenos físicos cuando en muchas instituciones se carece de instrumentos de laboratorio.

- A pesar de obtener una diferencia significativa entre las pruebas de salida de los grupos de control y experimental, el promedio más alto alcanzado es de 10,81 el cual pertenece al grupo experimental, siendo este promedio, según la escala actual de calificación del nivel medio ecuatoriano, cualitativamente enmarcado en el PAAR (por alcanzar el aprendizaje requerido). Pese a esto, no podemos señalar que sea evaluado de forma integral al estudiante, ya que para establecer un aprendizaje óptimo, como lo señala la Ley Orgánica de Educación Intercultural y Reglamento General (2012) en su artículo 184, la evaluación es un proceso continuo de observación, valoración y registro de información que evidencia el logro de objetivos de aprendizaje de los estudiantes incluyendo sistemas de retroalimentación y mejoras. En este caso particular no se tomó en cuenta la evaluación formativa realizada en las sesiones áulicas como: experiencias de laboratorio, trabajos colaborativos y resolución de problemas, como parte de calificación.
- Si bien es cierto que actualmente vivimos con tecnología y comunicación instantánea a la mano, aún tenemos estudiantes que no tienen paso a ella por diversos factores. No todos los estudiantes del grupo experimental contaron con acceso a los videos desde las redes sociales o el sitio web YouTube, ya que no poseían computadoras en sus hogares por lo que se distribuyó el archivo de los videos en dispositivos como CD y pen drives, logrando que todos posean el contenido.
- Cabe considerar, que tanto para los estudiantes como para los docentes involucrados en esta instrucción, es la primera vez que se aplica el modelo de enseñanza aula invertida, agregando también que es una institución de zona rural. Lo cual abre las posibilidades para seguir mejorando en la aplicación de este modelo en estos sectores educacionales.
- Este trabajo investigativo contribuye con datos sustentados en la aplicación del aula invertida como un modelo innovador de enseñanza de conceptos de Física, colaborando de forma eficaz en el proceso de enseñanza de las ciencias.

De los resultados de este estudio se desligan las siguientes recomendaciones:

- Implementar la clase invertida como un modelo alternativo de enseñanza de conceptos de Física en el nivel medio, ya que este permite retroalimentar el contenido y utilizar la mayor parte del tiempo del aula con los estudiantes en resolución de problemas, trabajos colaborativos, experimentales, refuerzos y otras actividades activas de enseñanza.
- Como el video es parte fundamental de este modelo, se debe realizar una preparación adecuada en edición y elaboración de videos ya que en la creación de los mismos se invierte mucho tiempo y estos tienen que ser atractivos y mantener el interés en el alumnado.
- Con respecto al tiempo de duración del video y por la experiencia obtenida en este estudio se aconseja que posean una duración entre 5 a 7 minutos, ya que el promedio obtenido de reproducción de los videos es de 6,48 minutos.

- A los docentes se sugiere realizar un proceso introductorio con el alumnado antes de aplicar la clase invertida, motivándolos a ser responsables en las distintas actividades que demanda este proceso y así llegar a la meta requerida que es un aprendizaje significativo.
- La evaluación final que represente el aprendizaje obtenido, sea un acumulado, tanto de la evaluación sumativa como de la formativa.
- Atreverse a experiencias nuevas docentes o probar nuevos modelos educativos como el aula invertida, puede causar cambios de paradigmas en el docente, romper esquemas que se quedan atrás frente a la basta tecnología que está al alcance e involucramiento de los estudiantes en distintas actividades que causan gran satisfacción en ellos al ser el centro de la clase.

BIBLIOGRAFÍA:

Alonso, A. (2010). Evaluación de la satisfacción del alumnado de cursos virtuales en la empresa de telecomunicaciones de cuba, s.a. (ETECSA). EDUTEC. Revista Electrónica de Tecnología Educativa. ISSN 1135-9250. No. 32. Recuperado de: http://edutec.rediris.es/Revelec2/revelec32/...n32.../Eduotec-e_n32_Alonso.pdf

Ausubel, Novak, Hanesian. (1978). Psicología Educativa: Un punto de vista cognoscitivo. 2° Ed. TRILLAS México, pp 18-61.

Bergmann, J., Waddell, D. (2012) To flipo or not to flip? Journal Learning & Leading with Technology; ISTE (International Society for Technology in Education). Edición Junio/Julio.

Bilgin, I., Şenocak, E., & Sözbilir, M. (2009) The Effects of Problem-Based Learning Instruction on University Students' Performance of Conceptual and Quantitative Problems in Gas Concepts. Eurasia, Journal of Mathematics, Science & Technology Education. Vol. 5, No. 2, pp. 153-164.

Coursera-Partner Community (n.d). "Flipped Classroom Field Guide". Coursera-Partner Community. Accesible en: http://www.cvm.umn.edu/facstaff/prod/groups/cvm/@pub/@cvm/@facstaff/documents/content/cvm_content_454476.pdf

Cuetos, E. (2013). "El rol docente en la Flipped Class". Hacia un Nuevo Rumbo de Aprendizaje. Consultado el 16 de febrero de 2015 en: <http://formadoscontic.blogspot.com.es/2013/06/rol-docente-en-la-flipped-classroom.html>

Dirección General de Cultura y Educación. (2010). Introducción a la Física y su enseñanza en el Ciclo Superior de la Escuela Secundaria. Diseño Curricular para la Educación Secundaria Ciclo Superior 4to año. Introducción a la Física. Argentina, Provincia de Buenos Aire. Obtenido el 8 de noviembre de 2014 en <https://bibliografiaeducacion.files.wordpress.com/2012/11/fisica-4.pdf>

Furió, C., y Guisasola, J. (1998). Dificultades de aprendizaje de los conceptos de carga y de campo eléctrico en estudiantes de bachillerato y universidad. *Enseñanza de las ciencias*, 16 (I), 131-146.

Gonzales, D. (2013). "The Flipped Classroom". (pp 16-20). *Education Magazine*, Issue 7 (pp 16-20).

Herrmann, F., Job, G., Arias, N. (2011). "Conceptos obsoletos en Física". (1ra ed.). Bogotá. Editorial UD, pp. 13.

Hodson, D. (1994). "Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. *Enseñanza de las Ciencias*", 12(3), pp. 299-313.

Lara, A., y Barragán, G. (2008). "Acerca de la enseñanza-aprendizaje de los conceptos de Fuerza y Trabajo". *Lat. Am. J. Phys. Educ.* Vol. 2, No. 3, Sep. 2008. Disponible en: <http://www.journal.lapen.org.mx>

Ledesma, R., Molina, G., Valero. (2002). "Análisis de consistencia interna mediante Alfa de Cronbach: un programa basado en gráficos dinámicos". *Psico-USF*, v. 7, n. 2, p. 143-152, Jul. Recuperado en: <http://pepsic.bvsalud.org/pdf/psicousf/v7n2/v7n2a03.pdf>

Lemeignan, G., Weil-Barais, A. (1993). "Construire des concepts en Physique". París: Hachette.

Ley Orgánica de Educación Intercultural y Reglamento General. (2012). "Marco Legal Educativo". Ministerio de Educación del Ecuador. LOEI. Primera edición, octubre. Quito.

Ministerio de Educación, (2013). "Lineamientos curriculares para el bachillerato general unificado". M.E. Ecuador. Obtenido el 15 de mayo de 2013 en: http://educacion.gob.ec/wpcontent/uploads/downloads/2013/09/LINEAMIENTOS_CURRICULARES_FISICA_090913.pdf

Montilla, J.M. (2010). "Relevancia de los tests estadísticos t y F en comparación de medias para muestras independientes". *ACADEMIA – Trujillo-Venezuela – ISSN 1660-3226- Julio-Diciembre*, vol. IX (18) 2010 pag. 4-14. Recuperado en: [erevistas.saber.ula.ve/index.php/academia/article/view/6075](http://revistas.saber.ula.ve/index.php/academia/article/view/6075)

Navas, M., Arrieta, X., y Flores, M. (2008). "Ideas previas sobre carga, fuerza, y campo eléctrico en estudiantes universitarios. Consideraciones para su superación. *Telos* Vol. 10, N. 2 (2008) 308-323.

Osses Bustingorry, Sonia, & Jaramillo Mora, Sandra. (2008). METACOGNICION: UN CAMINO PARA APRENDER A APRENDER. *Estudios pedagógicos (Valdivia)*, 34(1), 187-197. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-07052008000100011>

Patton, R. (n.d). Aprendizaje invertido: Asigne lecciones como tarea para el hogar y aproveche el tiempo de clase para el diálogo. Recuperado de: http://cisco.com/web/LA/soluciones/.../A2_Aprendizaje_invertido.pdf

Rodríguez, C., Gutiérrez, J., Pozo, T. (n.d.) "Fundamentos conceptuales de las principales pruebas de significación estadística en el ámbito educativo". Grupo Editorial Universitario. Universidad de Granada, Recuperado en: <http://www.ugr.es/~erivera/PaginaDocencia/Posgrado/Documentos/ClementeCuadernoInferencial.pdf>

Rubio, M. J. y Berlanga, V. (2012). "Cómo aplicar las pruebas paramétricas bivariadas t de Student y ANOVA en SPSS". Caso práctico. [En línea] REIRE, Revista d'Innovació i Recerca en Educació, Vol. 5, núm. 2, 83-100. Accesible en: <http://www.ub.edu/ice/reire.htm>

Torres M. (2010). La enseñanza tradicional de las ciencias versus las nuevas tendencias educativas. Revista Electrónica@ Educare Vol. XIV, N° 1, [131-142], ISSN: 1409-42-58, Enero-Junio

Tucker, B. (2012). "The Flipped classroom". Education Next, 12(1), 82-83

Vergnaud, G. (1987). Les fonctions de l'action et de la symbolisation dans la formation des connaissances chez l'enfant, en Piaget, J., Mounoud, P. y Bronckart, J.P. (eds.). Encyclopédie de la Pléiade Psychologie, pp. 821-844. París: Gallimard.

Wilson, J., Buffa, A., y Lou, B. (2007). "Física". México. Ed. Sexta. Prentice Hall.

Young, Hugh, D., y Roger A. Freedman. (2009). Física Universitaria, con Física Moderna, Volumen 2. Decimosegunda edición Pearson Educación, México, 2009