



Una experiencia en el aula a través de la aplicación de una physlet y experimentos para significar el campo eléctrico en estudiantes de educación media superior

Edgar Javier Morales Velasco, Cesar Eduardo Mora Ley
Centro de Investigación en Ciencias Aplicadas y Tecnología Avanzada del IPN
Calz Legaria 694, Col. Irrigación, Miguel Hidalgo, 11500 Ciudad de México, CDMX

ARTICLE INFO

Received: 12 July 2020

Accepted: 15 August 2020

Available on-line: 30 November 2020

Keywords: Campo Eléctrico, TPACK, physlet

E-mail addresses:
edgarmvdj@hotmail.com;
ceml36@gmail.com

ISSN 2007-9847

© 2020 Institute of Science Education.
All rights reserved

ABSTRACT

This research work is the result of an experience in the classroom on the importance of the significance of the topic of the electric field in students of upper secondary education. We assume that in our environment we coexist with various phenomena such as electricity, within this electrical phenomenon we find the electric field, studied since the Greek civilization to the present day, due to certain qualities of the electric field they are being used even in the area of medicine. We see that their learning becomes relevant. But this is not the case in the classroom, so it has been observed in students who have difficulties to "acquire" this object of knowledge, we believe that it is necessary to improve their teaching-learning so that it allows us to better understand our environment. That is why this research work has the task of improving the teaching-learning of this topic through a physlet application and contrasted with the manipulation of electrical experiments to enrich and promote the acquisition of this knowledge in students. Based on the above, to respond to this problem that occurs in the school context, we rely on the theoretical framework of knowledge learning technologies (TAC) that allowed us to use a didactic activity with the support of the physlet and our own research methodology of the scientific method called physlet of science (PC) where the study of emotions is taken into account. Also as a result of this didactic proposal, we recognize that students can develop better learning by stimulating their curiosity, getting involved in the development of experimental, recreational, visual, auditory activities and awakening in them a motivation reflected in a better disposition for the appropriation of new knowledge, with attitudes and values.

Este trabajo de investigación es el resultado de una experiencia en el aula sobre la importancia de la significación del tópico del campo eléctrico en estudiantes de educación media superior. Asumimos que en nuestro entorno convivimos con diversos fenómenos como la electricidad, dentro de este fenómeno eléctrico encontramos el campo eléctrico, estudiado desde la civilización griega hasta la actualidad, debido a ciertas cualidades del campo eléctrico se están utilizando incluso en el área de la medicina. Vemos que su aprendizaje se vuelve relevante. Pero este no es el caso en el aula, por lo que se ha observado en los estudiantes que tienen dificultades para "adquirir" este objeto de saber, creemos que es necesario mejorar su enseñanza-aprendizaje para que permita comprender mejor nuestro entorno. Es por ello que este trabajo de investigación tiene la tarea de mejorar la enseñanza-aprendizaje de este tópico mediante una aplicación physlet y contrastado con la manipulación de experimentos eléctricos para enriquecer y promover la adquisición de este saber en los estudiantes. Con base a lo anterior, para dar respuesta a esta problemática que se presenta en el contexto escolar nos apoyamos en el marco teórico de las tecnologías de aprendizaje del conocimiento (TAC) que nos permitió utilizar una actividad didáctica con el apoyo de la physlet y nuestra metodología de investigación propia del método científico llamado physlet de la ciencia (PC) donde se toma en cuenta el estudio de las emociones. Asimismo, como resultado de esta propuesta didáctica, reconocemos que los estudiantes pueden desarrollar un mejor aprendizaje a partir de estimular su curiosidad, involucrandose

en el desarrollo de actividades experimentales, recreativas, visuales, auditivas y despertando en ellos una motivación reflejada en una mejor disposición para la apropiación de nuevos conocimientos, con actitudes y valores.

I. INTRODUCCIÓN

Hoy, los educadores e investigadores de diferentes disciplinas están interesados en el bajo rendimiento académico de los estudiantes en diferentes niveles educativos (SEP, 2012). Por lo tanto, consideramos que la física es una de las disciplinas esenciales para el desarrollo académico de los estudiantes, en la que existen varias dificultades en su aprendizaje. En nuestro entorno vivimos con varios fenómenos como la electricidad, este fenómeno está presente al encender la televisión, la computadora, el teléfono celular, cualquier dispositivo eléctrico. Sin embargo, este fenómeno físico de la electricidad ha estado presente en nuestro universo desde su inicio, como un ejemplo los rayos. De la misma manera, lo que mantiene unidos los átomos de las moléculas a los impulsos que se propagan a través de su sistema nervioso, la electricidad está presente (Hewitt, 2007). Dentro de este fenómeno eléctrico está presente el campo eléctrico que forma parte de la electrostática (cargas eléctricas en reposo), un fenómeno que se estudió desde la civilización griega hasta el presente. Este conocimiento en el contexto escolar se dificulta su aprendizaje por parte de los alumnos (Sandoval y Mora, 2009) y por lo que creemos que es muy importante aprenderlo porque permite comprender mejor nuestro entorno. Es por eso que nuestro trabajo de investigación, tenemos la tarea de mejorar el aprendizaje de este tópico mediante la aplicación de una *physlet* acompañada de la manipulación de experimentos en contextos eléctricos para enriquecer y favorecer el aprendizaje.

II. EL CAMPO ELÉCTRICO EN EL CONTEXTO ESCOLAR

Sin embargo, según nuestras observaciones, los estudiantes tienen problemas para aprender este conocimiento del campo eléctrico debido a ciertos factores como: no vinculan el contenido del campo eléctrico con su entorno (Martin y Solves, 2001), los libros de texto utilizados no facilitan el aprendizaje del campo eléctrico. Las prácticas experimentales realizadas en el laboratorio se descontextualizan de lo que se aborda en clase, junto con la falta de material para llevar a cabo estas prácticas (Meisner, Hoffman y Turner, 2008). Los procedimientos de enseñanza hacen que el proceso de aprendizaje sea aún más complejo, la mayoría de los maestros usan la pizarra o el proyector para presentar los temas, por lo que dejan los ejercicios de práctica centrados en la educación tradicional. Los profesores no tienen el conocimiento necesario para diseñar situaciones de enseñanza apropiadas para el aprendizaje de los estudiantes porque la mayoría no tiene el perfil correcto, ya que se graduaron como ingenieros de diferentes áreas y graduados en física que no tienen capacitación pedagógica. La enseñanza utilizada por la mayoría de ellos es la de "analogías", es decir, a los estudiantes se les presentan ejemplos de cómo se resuelve de manera convencional, por lo que esto sirve de guía para que los estudiantes trabajen sin problemas las actividades presentadas en los libros. Esto es lo que (Brousseau, 1986) llama fenómenos didácticos, donde el estudiante no puede resolver problemas, causando esquemas intelectuales, pero son imitadores del maestro; entonces no hay aprendizaje que tenga sentido para ellos. Del mismo modo (Sandoval, García, Mora y Suárez, 2017) señalan que en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la física, el estudiante no debe ser un reproductor de la explicación del profesor, sino aclarar el conocimiento adquirido a través del estudio de este asunto. Con su cultura general, donde se integran lo cognitivo y lo axiológico; para lograr este objetivo, es necesario aplicar diferentes dinámicas a las que se usan a diario. De igual forma, creemos que la adquisición de un conocimiento debe estar acompañada a través de una serie de procesos tanto experimental como analítico donde los estudiantes puedan desarrollar sus habilidades cognitivas, como señalan (Martín y Solbes, 2001) que se deben observar dos visiones; uno como procedimiento heurístico para calcular la fuerza de interacción; es decir, un modelo útil, un proceso intelectual,

matemático, que facilita los cálculos y los dos como una realidad física cuya existencia es esencial para explicar muchas situaciones y procesos en los que están presentes.

Es así que, se comparte la idea que señala (Campanario y Moya, 1999) sobre la didáctica científica que ha identificado múltiples dificultades, como la estructura lógica de los contenidos conceptuales, el nivel de exigencia formal de los mismos y la influencia del conocimiento previo y las ideas preconcebidas de los estudiantes. Si bien las habilidades metacognitivas son especialmente relevantes en el aprendizaje de las ciencias, porque el tema solo se ve desde la parte de información. Podemos señalar como (Plata, 2014) que los problemas que surgen en la enseñanza de la física, inmersos en el cuestionamiento constante de las técnicas y teorías que se han preguntado sobre cada aspecto, en particular la relación enseñanza-aprendizaje en el aula, la efectividad de la enseñanza y las visiones de que la enseñanza es una actividad simple para la cual es suficiente conocer el tema y algo de experiencia. Existe una amplia variedad de estudios de naturaleza crítica que revelan la ineficiencia de la enseñanza en los dominios científicos, muchos de ellos con enfoques constructivistas prestan atención a la historia y la filosofía de la ciencia como caracteres de vital importancia, así como las preconcepciones y epistemologías del personal docente, revelando que la construcción del conocimiento científico tiene requisitos metodológicos y epistemológicos a los que es necesario otorgarles un valor fundamental con propósitos contribuyentes en la construcción de un cuerpo de conocimiento que cubra los procesos de enseñanza y aprendizaje (Resnick, 1983; Novak, 2010; Plata, 2014). En este sentido, creemos que la alfabetización científica no solo requiere adquirir conocimiento científico y algunas habilidades de procedimiento, sino también desarrollar actitudes de interés y responsabilidad en situaciones relacionadas con la ciencia (García-Carmona, 2014; Matthews, 2017).

De lo anterior, entendemos que la interacción de experimentos en contextos eléctricos y del uso de una physlet se puede lograr significar en los estudiantes el conocimiento del campo eléctrico; en tanto que con la physlet, el estudiante puede hacer experimentos virtualmente y demostrar esta experiencia con la real, ya que desarrolla mejor aprendizaje a partir de estimular su curiosidad, involucrándose en el desarrollo de actividades experimentales, lúdicas, visuales y auditivas que motiven en una mejor disposición para la apropiación de nuevos conocimientos, actitudes y valores. En este trabajo de investigación establecimos el objetivo de diseñar una secuencia didáctica acompañada de una serie de actividades de construcción de experimentos en contextos eléctricos y la manipulación de una physlet que permitan significar el conocimiento del campo eléctrico en alumnos de educación media superior. Y es así que nos formulamos la siguiente pregunta de investigación ¿cómo favorece la manipulación de una physlet y de experimentos en contextos eléctricos para aprender el conocimiento del campo eléctrico en estudiantes de nivel medio superior?

Con base a lo anterior, se propuso nuestras hipótesis de forma que podamos dar una validez al resultado de nuestra investigación, nuestras hipótesis son H_0 : “con los experimentos en contextos eléctricos y el uso de una physlet se pretende que el alumno no pueda aprender el conocimiento del campo eléctrico, de forma lúdica, interactiva y con elementos que esta contextualizado el alumno” y H_1 : “con los experimentos en contextos eléctricos y el uso de una physlet se pretende que el alumno pueda aprender el tópico de campo eléctrico, de forma lúdica, interactiva y con elementos que esta contextualizado el alumno”. Para respondernos a la pregunta de investigación y establecer nuestra hipótesis, se recurrió a la utilización de materiales concretos que permita construir los experimentos en contextos eléctricos que fueran adecuados a la physlet, a que nos referimos con estos dispositivos físicos (Martin y Solves, 2001), estos están hechos con materiales del contexto del alumno, como latas metálicas, plásticos, telas, y una physlet donde el alumno tendrá una aplicación de la plataforma digital de PhET, además esta plataforma digital ofrece simulaciones, gratuitas e interactivas de ciencias y matemáticas.

III. REGISTROS DEL ESTUDIO DEL CAMPO ELÉCTRICO

Nuestro trabajo de investigación tiene antecedentes históricos que datan desde el 600 a. C., donde un matemático griego llamado Tales de Mileto descubrió que luego de frotar ámbar con una piel éste atraía objetos livianos. Posteriormente a este fenómeno, Faraday propone una interpretación alternativa, que será muy útil, aportando la idea del campo eléctrico, donde señala que el espacio que rodea a una carga eléctrica se ve afectado por su presencia, ya que ella modifica sus

características. En uno de sus intentos por probar su planteamiento, Faraday lo describe como unos tentáculos invisibles que avanzan desde una carga eléctrica. De esta forma, a partir del momento en que un cuerpo adquiere una carga eléctrica, esta información o novedad va extendiéndose en su entorno rápidamente, de hecho, a la velocidad de la luz, y puede alcanzar eventualmente a otra carga. Para lograr representar el campo eléctrico se comenzó a utilizar las líneas de fuerza eléctrica, que serían los vectores que salen de las cargas eléctricas positivas para entrar a las cargas negativas. Indicando así la dirección de la fuerza del campo eléctrico, que a su vez experimentaría con una carga puntual y positiva, llamada carga de prueba. El número de líneas de fuerza sería proporcional a la intensidad del campo eléctrico, es decir, cuando la interacción de las líneas está muy cercana, el campo eléctrico es grande y donde están separadas, el campo eléctrico es pequeño (Córdova, 2017; Rooney, 2013). En la actualidad, este conocimiento de la física se le suele emplearse en la electroósmosis, el cual es un fenómeno de la electrocinética que produce el desplazamiento de moléculas por un medio permeable por influencia de un campo eléctrico, tal es el caso para retirar la humedad en edificios antiguos, ya que al remodelar a estos perderían su antigüedad. Industrialmente se utiliza como técnica de desplazamiento de líquidos para distintos fines.

Muchos son los trabajos que plantean acerca de la problemática que abordamos en este trabajo, ya que (Martín y Solves, 2001; Campanario y Moya, 1999) señalan la importancia del concepto de *campo* tanto desde un punto de vista científico como técnico es indiscutible. De igual forma (Plata, 2014) menciona que el docente se conforma con definiciones operacionales (abstracciones) y tanto él como los libros que usa para la preparación de sus clases ordenan los contenidos sin tener en cuenta la forma en que se generan las teorías científicas (conocimientos de eruditos), en concreto la teoría de los campos olvidan los métodos propios del quehacer científico, el papel de la hipótesis, las ideas filosóficas de los científicos. En el trabajo de (Martín y Solves, 2001; Duván y Martínez, 2013) propone superar esta problemática observada con la construcción de prototipos experimentales de bajo costo y/o fácil adquisición como estrategia de aprendizaje activo. En (Fonseca, Hurtado, Lombana y Ocaña, 2006; Bonnin, Fariñas, Rodríguez, Llerena y Llovera, 2013; Alzugaray, Masa y Moreira, 2014) estudian las posibilidades de uso de las nuevas tecnologías en el aula de clase y desarrollan algunos elementos de juicio que permitan ayudar a estudiantes y profesores, en la disciplina de la física, donde surgió la necesidad de indagar sobre las ventajas (y desventajas) de integrar el experimento tradicional, el experimento computarizado y la simulación en el propósito de cualificación de los procesos de aprendizaje y enseñanza de la física.

Es así que, los autores anteriores sustentan en el uso de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación, pero también los avances tecnológicos no conllevan necesariamente a una mejora en el aprendizaje y que dichos medios adolecen de una dimensión humana, que se hace imprescindible para una enseñanza eficaz.

IV. FUNDAMENTOS TEÓRICOS

De lo anterior, nuestro marco teórico parte de que en la actualidad existe un sistema carente de enseñanza del conocimiento del campo eléctrico. Por lo que (Hestenes, 1996) señala que la práctica científica, como la física, es una ciencia rigurosa que involucra la construcción, validación y aplicación de modelos, estos modelos científicos que son unidades coherentes de conocimiento estructurados, utilizadas para organizar información fáctica en totalidades vinculadas mediante el uso coordinado de leyes o principios generales. Sin embargo, la enseñanza de la física está cambiando con la incorporación de las tecnologías. Este cambio de la enseñanza de la física permite a los estudiantes diseñar, construir modelos y más aún hacer un uso adecuado a través de actividades que fomenten su aprendizaje de la física con el apoyo de las tecnologías, en (Ruiz, Mora y Álvarez, 2011; Ruiz, 2015; Talero, 2011) señalan que es de vital importancia que en el proceso de enseñanza-aprendizaje se desarrolle en los alumnos la capacidad de resolver problemas que expresen la realidad cotidiana, de otorgar significados a lo que se aprende en correspondencia con las condiciones actuales del desarrollo social y tecnológico, aprender a adaptarse a situaciones nuevas y de sentirse responsables con la transformación de la realidad.

Esta investigación, pretende al igual que el conjunto de científicos cognitivos y físicos que han dado lugar con sus esfuerzos exitosos para instruir a los estudiantes, como se señala en los artículos de (Raviolo, Álvarez y Aguilar, 2011; Albarracín y Ramírez, 2017; Rodríguez y Llovera, 2010; Becerra, Mora, Ordoñez y Sánchez, 2016) los autores proponen trabajos de investigación en donde las posibilidades de simulación interactiva que ofrece la tecnología, ya sea por computadoras o en línea, abren una amplia gama de posibilidades didácticas en el campo de la física. La interacción altamente participativa de los estudiantes de física basada en la pedagogía que tiene un elemento de orientación cuidadosa es fundamental para el aprendizaje profundo de la física, además este aprendizaje colaborativo es importante en el proceso de enseñanza aprendizaje, de tal manera que al crear un ambiente de colaboración virtual como espacio de enseñanza, el aprendizaje tiene que simular de la mejor manera posible toda la experiencia de aprendizaje del estudiante en un entorno científico, es decir, en un laboratorio de ciencias virtuales y que además puedan interactuar con equipos, aparatos, mentores y compañeros en formas que emulen de cerca un enfoque físico del aprendizaje mediante el compromiso interactivo basado en la investigación. En nuestra investigación, nos enfocamos en las tecnologías del aprendizaje del conocimiento (TAC), como lo son las simulaciones PhET de la Universidad de Colorado. Por lo tanto, estas TAC generan una necesidad de alfabetización digital, que de manera un tanto inconsciente nos ha llevado a una nueva situación, y, por tanto, a una nueva cuestión que afecta de lleno al ámbito educativo. Lo anterior, hoy día al mejorar estas TIC, nos vemos obligados hablar sobre las TAC. Por lo que las tecnologías deben facilitar el acceso al conocimiento y al aprendizaje, en este sentido (Lozano, 2011) señala que las TAC tratan de orientar las TIC hacia unos usos más formativos, tanto para el estudiante como para el profesor, con el objetivo de aprender mejor; se trata de incidir especialmente en los métodos, en los usos de la tecnología y no únicamente en asegurar el dominio de una serie de herramientas informáticas, es decir, se trata en definitiva de conocer y explorar los posibles usos didácticos que las TAC tienen para el aprendizaje y la docencia.

Es así, que podemos señalar que desde esta visión de la tecnología y de las teorías del aprendizaje constructivista se encuentra una metodología adecuada para la propuesta de investigación, enfocada al área de la tecnología educativa, la cual se propone desde un marco a partir de la formulación de (Mishra & Koehler, 2006) defendiendo la relación entre el conocimiento disciplinar y pedagógico, PCK y que además de esta formulación se incorpora al nuevo fenómeno donde los profesores integran la tecnología en su pedagogía, he intenta capturar algunas de las cualidades esenciales del maestro conocimiento requerido para la integración de la tecnología en la enseñanza, al abordar la naturaleza compleja, multifacética y situada de este conocimiento. A lo anterior (Mishra & Koehler, 2006) llamaron Conocimiento Tecnológico del Contenido Pedagógico (TPACK). Nuestro marco teórico TPACK entiende al conocimiento, las competencias y destrezas que necesita el docente para hacer un uso efectivo de las TAC en la enseñanza de la física. Con la adecuación de estos tres tipos de conocimientos, el docente adquiere experiencia en la docencia en esa materia concreta. El modelo TPACK se centra en la importancia del Conocimiento (K-Knowledge) sobre el Contenido (C-Content), la Pedagogía (P-Pedagogy) y la Tecnología (T- Technology), así como los conocimientos sobre las posibles interrelaciones entre ellos que este modelo destaca, además, la compleja interacción de estos tres cuerpos de conocimiento como se muestra en la figura 1.

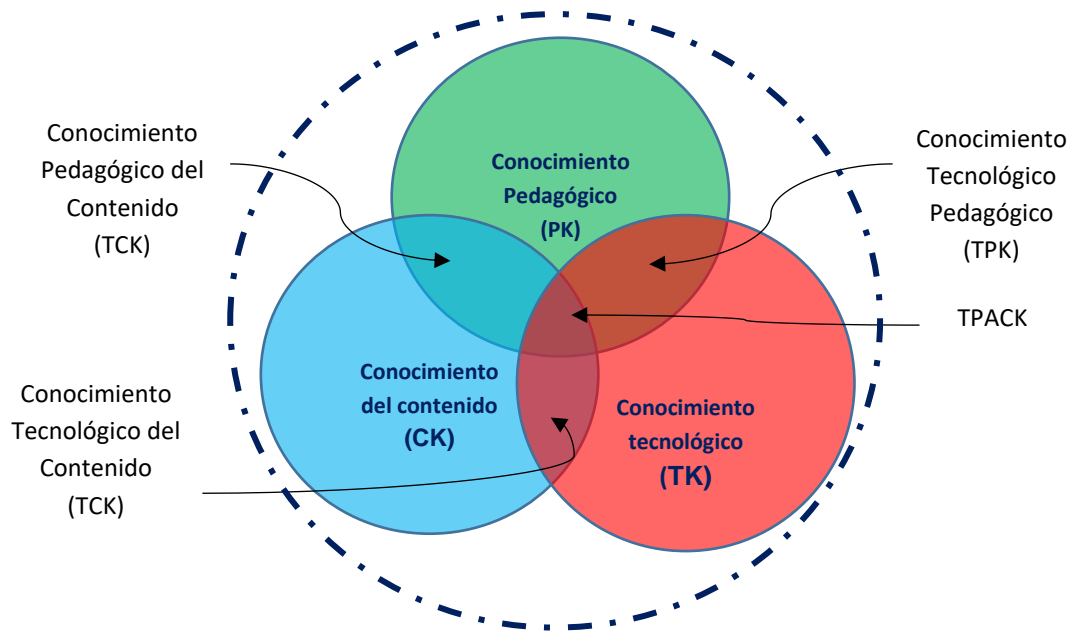


FIGURA 1. Se muestra los conocimientos que forman parte del marco teórico usado en la investigación el Modelo del Conocimiento Tecnológico Pedagógico del Contenido.

Por lo que nuestro marco teórico TPACK, la definiremos como el conocimiento con experiencia, para apoyar las estrategias y métodos pedagógicos en la enseñanza de los campos eléctricos. Del mismo modo, como metodología de investigación y contribución a la disciplina de la física educativa, y en línea con la tecnología, hemos denominado Physlet de la Ciencia (PC). Esta metodología que tiene una estructura similar a la del método científico, PC proporciona un mecanismo de validación interna con respecto a la puesta en escena de la actividad experimental, y se incorporó el análisis de las emociones que provocaría la actividad didáctica, lo anterior es porque pensamos que la cognición y la emoción se afectan recíprocamente, por lo que la persona que se educa debe ser considerada como una mezcla de razón y emoción. Además, se pensó que esta debía basarse en logros educativos en clase, la concepción, observación y análisis de secuencias de enseñanza. Lo que permitió diseñar las actividades didácticas.

Nuestra metodología se agrupa en fases:

a) primera fase. Es el comienzo de la investigación donde se retoman los elementos involucrados en el saber de estudio problemático. Dado que para nosotros es el punto de apoyo esencial donde tendremos información sobre cómo se aprende este conocimiento físico “campo eléctrico” en la escuela, y de este análisis para controlar las variables didácticas, así como la parte epistemológica de este conocimiento, debido a que este saber de eruditos debe ser transformado a un saber enseñado. Las prácticas pedagógicas de los profesores, así, como de los libros de texto utilizados para la enseñanza de la física.

b) La segunda fase. Consiste en el diseño de la actividad tomando en consideración los resultados arrojados en la primera fase. Además, se busca la implementación de la tecnología y el material que acompañará a la actividad didáctica apropiada para tal objetivo a seguir, posteriormente se hace un análisis previo de lo que se espera tener en los alumnos como logro de aprendizaje de la actividad didáctica.

c) La tercera fase. Corresponde a la recopilación de resultados, análisis, contrastación, evaluación de estos e incorporamos el análisis de la emoción, muy pocos abordan la parte emocional de los estudiantes, es aquí que vemos pertinente la exploración de este, es así, como pretendemos validar a la actividad didáctica, donde observamos que el aprendizaje va más allá de generar interés por el fenómeno estudiado y no solo como un objetivo por parte de los

estudiantes en acreditar la asignatura, sino generar y despertar en el alumno un interés de los fenómenos físicos. Si la actividad didáctica no es adecuada, el diseño de la actividad se modifica y comienza nuevamente la puesta en escena.

De lo anterior, este marco metodológico designa un conjunto de procedimientos vistos en tiempo de manera coherente por un profesor-investigador, con el fin de llevar a cabo un proyecto de aprendizaje para una población determinada de alumnos. En el transcurso de las interacciones entre el profesor y los alumnos, el proyecto evoluciona bajo las reacciones de los alumnos y en función de las selecciones y decisiones del profesor. Por lo tanto, PC es un producto, resultado de un análisis a priori, y un proceso en el que el profesor ejecuta el producto adaptándolo, si surge el caso, a la dinámica de la clase; esta PC al igual que el método científico como metodología de investigación, a través de sus fases (Gascón, 1998), permite hacer un seguimiento de las unidades curriculares y contrastarla con lo a priori y a posteriori.

V. LOS PARTICIPANTES

Nuestra población que se investigó son estudiantes de educación media superior, que tienen entre 16 y 17 años. La población consta de tres grupos en el área de físicos matemáticos, con un total de 90 estudiantes distribuidos con 30 estudiantes por grupo, respectivamente, del cual se tomó al 5 grado grupo G como experimental asignado como G1 y a los otros dos grupos 5 grado E y F como grupos de control, asignándoles como G2 y G3 respectivamente. Y otros tres grupos en el área de Químicos Biólogos, que son 135 estudiantes. Distribuidos en 45 alumnos por grupo, que solo indagaremos para las entrevistas. Haciendo una población total de 225 estudiantes. El procedimiento para seleccionar el grupo de estudiantes que se investigó fue probabilístico, es decir, uno de los tres grupos en el área de físicos matemáticos se seleccionó mediante muestreo aleatorio simple, de tal forma que se tuvo un grupo experimental y dos grupos de control. Las características sociales de los alumnos arrojan que alrededor de un 76 % de los estudiantes son de clase baja, 17% de clase media y un 7% de clase alta.

Como actividad previa a la puesta en escena del diseño de la actividad didáctica para facilitar el aprendizaje del campo eléctrico, se procedió a realizar una exploración diagnóstica sobre lo que saben los estudiantes, esto fue realizado debido a que en las revisiones de planes de estudio de nivel secundaria hay registro que el conocimiento del campo eléctrico es abordado, pero solo de forma abstracta. Por lo que nuestro análisis de diagnóstico se basó en un estudio sobre los enfoques de resolución de problemas que hacen los alumnos en los cursos de física (Mihret, 2014). Dado que la resolución de problemas es un proceso que proporciona un contexto para el aprendizaje significativo de conceptos y habilidades. Los datos relevantes del estudio se obtuvieron mediante el uso de un cuestionario cerrado y abierto, una revisión de los trabajos de mitad de examen de los alumnos y una discusión grupal centrada en los alumnos y sus instructores de física. Los datos recopilados de mitad de examen se analizaron cuantitativa y cualitativamente, mientras que los datos recopilados de un cuestionario abierto y de una discusión grupal específica se analizaron cualitativamente. Para evaluar el desempeño de los alumnos sobre los problemas planteados usamos el cuestionario Likert.

Los resultados encontrados revelan que los alumnos no utilizan el enfoque científico al resolver problemas de física, se concentraron en cálculos matemáticos simples y se descubrió que la búsqueda y el informe de soluciones eran bajos. El análisis también muestra que a menudo hay poco o ningún cambio en la comprensión conceptual antes y después de la instrucción formal y que los alumnos no pueden aplicar los conceptos que han estudiado a la tarea de resolver problemas cuantitativos, se observó a los alumnos utilizando el enfoque plug-and-chug ver figura dos, además del enfoque basado en la memoria y un enfoque poco claro. Del mismo modo, los alumnos trataron de relacionar el problema con los problemas que encontraron resueltos en su cuaderno. Por lo que sostenemos que los alumnos deben tener una comprensión conceptual más profunda, es decir, significar el conocimiento, en lugar de solo limitarse en la resolución de problemas matemáticos. Debido a lo anterior, la mayoría de los instructores de física en general creen que la solución de problemas conduce a la comprensión de la física y que es una forma confiable de demostrar esa comprensión para fines de evaluación.



FIGURA 2. En la fotografía se puede observar cómo los alumnos buscan en sus notas ejercicios anteriores y equivalentes que les pueda ayudar a resolver el problema, al fondo a la izquierda compartiendo información, y al alumno observando lo que hace su compañero.

VI. DISEÑO DIDÁCTICO

Con base en nuestro diagnóstico, se realizó nuestro diseño didáctico para promover el aprendizaje en estudiantes de nivel medio superior, el cual consta de dos partes, una que se ocupa de la manipulación de experimentos en contextos eléctricos, la primera actividad se trató de los alumnos indagaran las formas de poder cargar eléctricamente los materiales, como es la inducción, fricción o contacto por lo que realizaron experimentos con materiales que tuvieran a su alcance, la idea de estas actividades era situar a los alumnos como cuando lo hicieron los eruditos, después de esto, construyeron un electroscopio, y un generador Van der Graaff que vieron en páginas de YouTube ver figura 3. La segunda es una actividad didáctica que se realiza a través de la physlet. La actividad con la aplicación de la physlet se realizó en cuatro sesiones que llamamos: 1) Conociendo a las cargas estáticas. 2) Conocer el comportamiento de la naturaleza eléctrica de las cargas y proponer un concepto para la carga eléctrica. 3) Dirección de las líneas de campo eléctrico. 4) Medición del campo eléctrico.



FIGURA 3. Alumnos en la foto izquierda haciendo ajustes de su prototipo, en la foto de la derecha demuestran su funcionamiento.

VII. PUESTA EN ESCENA DE LA ACTIVIDAD CON LOS ESTUDIANTES

La actividad didáctica tiene sentido porque tiene un alcance didáctico, también tiene un significado en el que la dimensión emocional y dramática interviene tanto como la dimensión cognitiva. La puesta en escena del campo eléctrico es un arte que se alimenta tanto de la psicología social como de la epistemología, las TAC y la física. Es en esta puesta en escena que podemos dar sentido a los procesos cognitivos y las respuestas del sujeto que son una función de las situaciones que enfrentan. De lo anterior, señalamos que hay dos ideas de una gran variedad de situaciones en un campo conceptual dado y que las variables de la actividad didáctica son un medio de generar sistemáticamente el conjunto de clases posibles; la

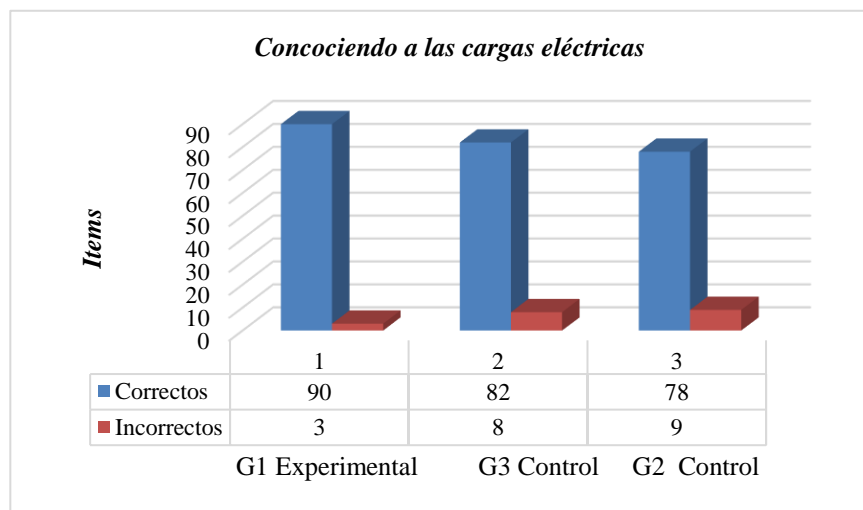
segunda idea es que el conocimiento del alumno está modelado por las actividades didácticas que ha encontrado y que ha dominado progresivamente, especialmente para las primeras situaciones que pueden dar sentido a los conceptos y procedimientos que desean enseñar. En cuanto a la primera idea, está orientada al análisis, la descomposición en elementos simples y la combinación de lo posible, mientras que la segunda idea está en la búsqueda de situaciones funcionales, casi siempre compuestas de varias relaciones, y cuya importancia relativa está estrechamente relacionada con la frecuencia con la que se encuentran (Vergnaud, 1990). Es así que, la actividad se realizó con los alumnos de nivel medio superior en el aula y en el centro de informática de la escuela. Donde construyeron sus prototipos experimentales ocupando dos sesiones de 50 minutos en el salón de clases, para el generador Van Der Graaff se ocupó una semana para su elaboración y para la physlet se les proporcionaron las hojas de actividades para que puedan escribir sus argumentos sobre las observaciones que hacen, ocupando tres sesiones de 50 minutos. Debemos hacer mención que en este caso la actividad de la physlet se realizó dos veces, el cual asignamos como pretest y en la segunda aplicación fue el postest para poder analizar la ganancia de (Hake, 1998), de igual forma, antes de poner las dos partes (pretest y postest) en escena los alumnos recibieron instrucción formal, a excepción del grupo experimental que ellos iniciaron realizando primero los experimentos y se trabajó un poco más con la physlet. Para las entrevistas, se grabó con un dispositivo móvil y se tomaron fotos y videos en el momento de la actividad didáctica.

VIII. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Es interesante analizar los resultados de la investigación porque los estudiantes ponen en juego estos esquemas conceptuales (Vergnaud, 1990). Porque para construir los experimentos ponen en juego sus habilidades, el trabajo colaborativo. A pesar de esto, no fue difícil para los alumnos en los primeros experimentos realizarlos, fue en la construcción del generador Van Der Graaff que se complicó, solo 4 alumnos de cada grupo pudieron construirlo, esto se debió a la habilidad que tenían en el uso de herramientas.

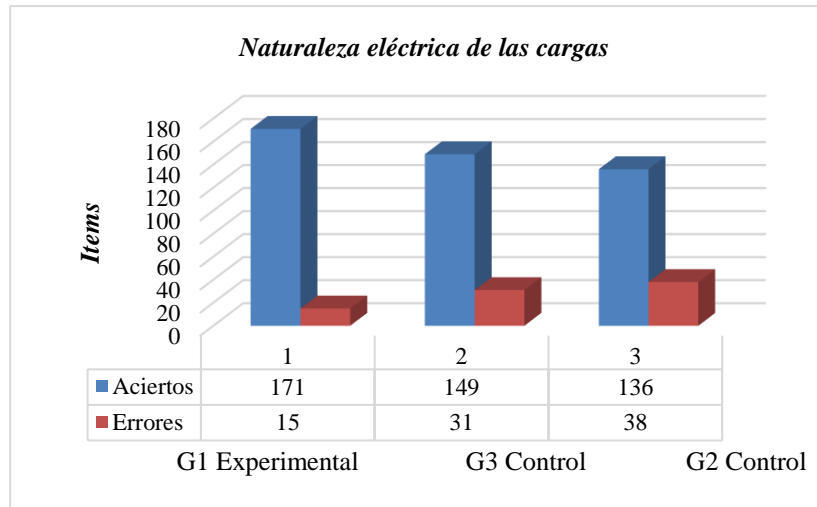
Para la segunda parte con la physlet se analizó los siguientes resultados:

En conociendo a las cargas estáticas, al realizar un análisis gráfico estadístico del grupo experimental como se muestra en la gráfica I, se tiene que la actividad didáctica, en la primera actividad los 31 alumnos no tuvieron problemas de comprensión, solo en los dos grupos de control falló un alumno respectivamente.



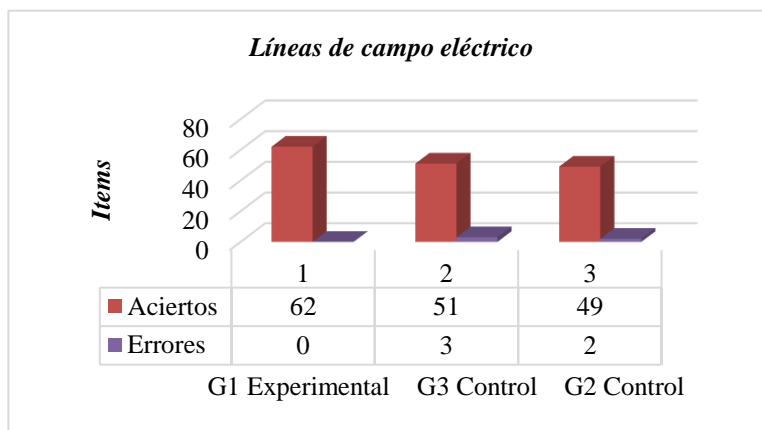
GRÁFICA I. Análisis del post test de lo que realizaron los alumnos en la primera actividad usando la physlet.

Para la actividad dos de la physlet, se analizó que se obtuvo 178 aciertos para el grupo experimental y 152 aciertos para el grupo tres de control como 149 aciertos para el grupo de control del grupo dos, como se muestra en la gráfica II.



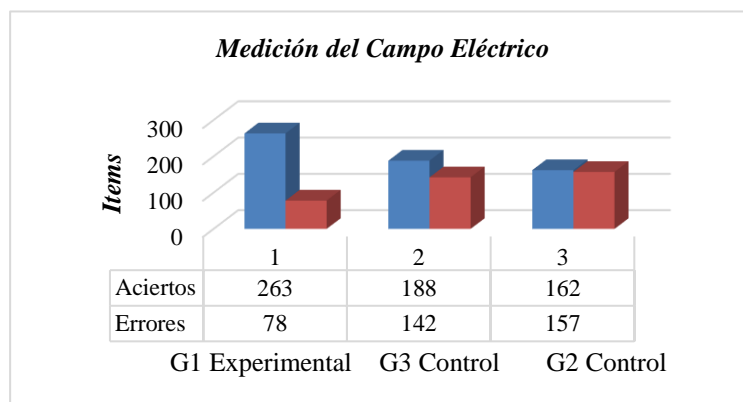
GRÁFICA II. Gráfica de la actividad dos de la physlet Naturaleza eléctrica de las cargas.

En la actividad tres de la actividad didáctica usando la aplicación los estudiantes no tienen problemas en identificar lo que observan en la pantalla.



GRAFICA III. Resultados de la actividad tres de la physlet llamada líneas de campo eléctrico.

En la cuarta actividad los alumnos comparan los cálculos matemáticos con los valores que les proporciona la physlet, los resultados son los siguientes.



GRÁFICA IV. Comparación de los valores obtenidos matemáticamente con los valores de la physlet.

Como se observa en la gráfica IV. El grupo experimental logra mejores resultados en comparación los dos Tecnología grupos de control.

En nuestra investigación para validar el análisis de datos, utilizamos lo que establecen los investigadores (Sánchez, Mora y Velázquez, 2014; Sandoval, García, Mora y Suárez, 2017) de un indicador estadístico g que permite analizar las ganancias en el aprendizaje de grupos de alumnos de forma masiva en dos periodos conocidos como pre y post test en cursos de física dentro del contexto de una metodología didáctica en particular de enseñanza. La expresión matemática para evaluar los resultados pre y post test se establece de la siguiente manera:

$$g = \frac{\text{postest \%} - \text{pretest \%}}{100 - \text{pretest \%}} \quad (1)$$

Nuestro parámetro estadístico a medir, el factor de Hake (g) ecuación 1, para cada grupo se muestra en la tabla I, en esta tabla se muestra como la enseñanza propuesta de este trabajo de investigación “una experiencia en el aula a través de la aplicación de una physlet y experimentos para significar el campo eléctrico en estudiantes de educación media superior”, puede mejorar el aprendizaje de este conocimiento. Para el análisis se realizó las siguientes consideraciones, de acuerdo a (Hake, 1998), con 22 ítems para cada grupo: g , alto, como aquellos con $(g) \geq 0.7$. g , medio, aquellos con $0.7 > (g) \geq 0.3$. g , bajo, como aquellos con $(g) < 0.3$.

TABLA I. Muestra la Ganancia (g) de Hake de los tres grupos en investigación.

Grupo	Asignación de grupo	#de ítems	#de Ítems correctos	Número de alumnos	Pretest %	Postest %	Ganancia g
5°E=G2	Control	638	425	29	33.386	66.614	0.499
5°F=G3	Control	660	467	30	29.242	70.757	0.586
5°G=G1	Experimental	682	586	31	14.076	85.923	0.796

En el análisis del pretest, se obtuvieron porcentajes bajos al contabilizar el total de respuestas correctas, lo que no sucedió con los porcentajes del postest. Con respecto a la ganancia (g) de Hake, se observa que los alumnos de los grupos de control G2 y G3 están por encima de 0.3, por lo que se considera de acuerdo con los parámetros de (Hake, 1998) un nivel medio. Mientras que el grupo experimental mejoró más porque está por encima de 0.7, en este caso se considera alto. La mejora de los resultados obtenidos en las ganancias, se debe al hecho de que en la segunda parte de la investigación se realizaron modificaciones a la actividad didáctica. En el pretest se siguió una instrucción tradicional del campo eléctrico, para la siguiente validación de la investigación, es decir, en el postest, los alumnos recibieron un aprendizaje a través de experimentar al fenómeno del campo eléctrico e instrucciones para que manipularan la physlet. Solo que el grupo experimental resultó mejor debido a que se trabajó más tiempo con los experimentos y con la aplicación de la physlet.

Como podemos ver arriba, la ganancia de (Hake, 1998) fue favorable al lograr que el grupo experimental obtuviera una mayor ganancia. Luego decidimos analizar nuestra hipótesis. Por lo que podemos decir, que un investigador debe usar datos experimentales y tomar decisiones basadas en ellos. En cada caso, la conjetura se puede expresar en forma de hipótesis estadística. Al establecerse una hipótesis estadística, se entiende que debe ser una declaración o conjetura con respecto a una o más poblaciones. La verdad o falsedad de una hipótesis estadística nunca se conoce con absoluta certeza, a menos que se examine a toda la población, lo que, por supuesto, no sería práctico en la mayoría de las situaciones (Walpole, Myers, R. y Myers, Sh., 2007). Al analizar nuestras hipótesis planteadas al comienzo de la investigación, se consideró un error $\alpha = 0.05$, donde nuestra variable de comparación numérica fue el número de buenas. Ahora, para decidir la hipótesis correcta, se utilizó el emparejamiento con la t de Student para muestras relacionadas. Se calculó el valor de P , haciendo las siguientes consideraciones: prueba de Kolmogorov-Sminornov muestras grandes > 30 estudiantes, prueba de Wilk-Chapiro muestra pequeños < 30 estudiantes. En tanto que los criterios de normalidad fueron:

valor $P \geq \alpha$ aceptar H_0 : los datos provienen de una distribución normal. Valor $P < \alpha$ Aceptar H_1 : los datos no provienen de una distribución normal.

Después de tomar estos criterios, los datos se vaciaron en el software de estadísticas SPSSStatistics de IBM, que resultó en lo siguiente, ver tabla 2:

TABLA II. Pruebas de normalidad para comparar las medias.

<i>Pruebas de normalidad</i>						
	<i>Kolmogorov-Smirnov</i>			<i>Shapiro-Wilk</i>		
	<i>Estadístico</i>	<i>Gl</i>	<i>Sig.</i>	<i>Estadístico</i>	<i>Gl</i>	<i>Sig.</i>
G1 Pretest	0.146	31	0.092	0.959	31	0.277
G1 Postest	0.285	31	0.000	0.686	31	0.000
G2 Pretest	0.176	29	0.022	0.959	29	0.308
G2 Postest	0.130	29	0.200	0.961	29	0.343
G3 Pretest	0.151	30	0.080	0.943	30	0.107
G3 Postest	0.149	30	0.087	0.962	30	0.343

a. Corrección de significación de Lilliefors

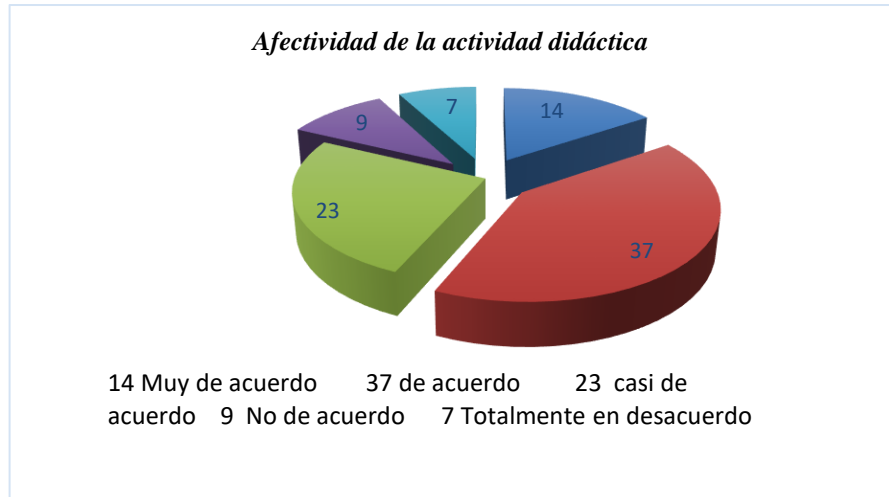
Como el grupo experimental es de 31 alumnos tomaremos como análisis la parte significativa de Kolmorov-Smirnov. Donde se observa que en el pretest se tiene una medida significativa de 0.092, mientras que para los grupos de control tomando como análisis Shapiro-Wilk se obtuvieron 0.308 y 0.107 que son datos adecuados. Analizando las medias con la t de Student, partimos del siguiente criterio para decidir nuestra Hipotesis: 1) Si P-Valor $\leq \alpha$, rechazar a H_0 (Se acepta H_1); 2) Si P-Valor $> \alpha$, no rechace H_0 (Se acepta H_0).

Hay una diferencia significativa en las medias de las respuestas correctas que hacen los alumnos durante el proceso de pretest y postest. Podemos decir, que la actividad didáctica si logra en los alumnos una significación del campo eléctrico con la actividad didáctica. Y de igual forma al analizar las medias de G2 y G3 con la t de Student, se encuentra que las consideraciones anteriores, nos permite establecer que nuestra hipótesis para los grupos de control son la hipótesis H_1 , ver tabla 3. Por lo tanto, debe enfatizarse que la instrucción de física debe alentar y ayudar a los estudiantes a resolver problemas científicamente a expensas del mero cálculo de un problema de física.

TABLA III. Prueba de muestras emparejadas de los tres grupos.

<i>Prueba de muestras emparejadas</i>									
		<i>Diferencias emparejadas</i>					<i>t</i>	<i>gl</i>	<i>Sig. (bilateral)</i>
		<i>Media</i>	<i>Desv. Desviación</i>	<i>Desv. Error promedio</i>	<i>95% de intervalo de confianza de la diferencia</i>				
					<i>Inferior</i>	<i>Superior</i>			
G1	Pretest - Postest	-2.097	2.712	0.487	-13.092	-11.102	24.831	30	0.000
G2	Pretest - Postest	-9.133	2.097	0.383	-9.916	-8.350	-23.861	29	0.000
G3	Pretest - Postest	-7.310	2.842	0.528	-8.392	-6.229	-13.850	28	0.000

Para evaluar la emoción que provoca a los estudiantes realizar este tipo de actividades fue la siguiente que se muestra en la gráfica V.



GRÁFICA V. Muestra la afectividad que provoca la actividad didáctica en los alumnos.

La emoción en nuestro trabajo de investigación creemos que es importante abordarla, además de ser un recurso por el cual, el alumno busca establecer el significado dado a un estímulo aceptado, lo que implica que la emoción se refiere a lo que significan y, cuando es apropiado, incluya el significado dado a todas las relaciones de contexto de los alumnos, para las relaciones con otras personas y con el mundo. Por lo tanto, el comportamiento racional y el comportamiento emocional no deben verse como elementos opuestos, ya que constituyen dos componentes de personalidad (Soler, 2016).

Del estudio realizado con los 90 alumnos, resulta que hay varios alumnos que están de acuerdo con el tipo de actividad, mientras que 16 alumnos no están de acuerdo. Al hacer un análisis más cualitativo con respecto a estos 16 estudiantes, dijeron que la tecnología no les agradaba usarla en física, más bien lo que les gustaba era la parte experimental. Sobre lo anterior, indagamos a los alumnos de forma aleatoria a través de entrevistas. Algunos de ellos argumentaron acerca de realizar este tipo de actividades para aprender el tema del campo eléctrico:

Romell: uno de los alumnos participantes menciona: “los sensores provocan confusión y no era fácil dejar una marca”.

Sayuri: “la physlet es dinámica, llamativa y tiene varias herramientas para jugar. No es tan explícito la información con lo que pasaba con las cargas de los materiales de forma real, en la virtual se miraban las cargas que tenía cada material y se miraba que cargas pasaban al otro material”.

Deysi: “Existe muchas diferencias debido a que, en forma real, cada una de las actividades es tangible y práctico y lo puedes apreciar de una mejor manera, pero al igual tiene desventajas ya que todos los procesos físicos que suceden en cada uno de los fenómenos no lo podemos apreciar a simple vista. Por ello, hace un poco complejo su comprensión en su totalidad. En lo virtual no los podemos tocar, pero lo podemos visualizar, esto hace que sea didáctico y un poco más comprensible ya que visualizamos el porqué de las cosas”.

Fabricio: “Al verlo en persona no entendía que cargas eran las que se traspasaban a el otro objeto sin embargo de manera virtual es más fácil y ayuda a entender ciertos aspectos que veré en mi carrera”.

IX. CONCLUSIONES

En este trabajo, a modo de conclusión, podemos decir que el tema del campo eléctrico no puede reducirse a su definición, ni a cálculos matemáticos simples, ni a enseñarlo como una forma en la que solo debería informarse, al menos si está interesado en su aprendizaje y enseñanza. Por lo tanto, se propone una forma diferente de aprender este tema. A través de una actividad didáctica, llamada “una experiencia en el aula a través de la aplicación de una physlet y experimentos para significar el campo eléctrico en estudiantes de educación media superior”.

Nuestro trabajo logra una alternativa de enseñanza, porque mejora los contenidos de un libro de texto, apegado a la reforma educativa RIEMS, donde se establece que el alumno debe aprender conocimientos para usarlos a lo largo de su vida. Ahora los alumnos vinculan la importancia de aprender este conocimiento del campo eléctrico con su contexto social. La actividad genera en el alumno un mayor interés por aprender física y, por supuesto, una motivación. La actividad diseñada en este trabajo supera las expectativas de lo que se hacía anteriormente en el laboratorio. En primer lugar, los alumnos construyen sus propios prototipos eléctricos, que propician poner en práctica sus conocimientos aprendidos, y además con la actividad de la physlet, los alumnos aprovechan esta relación de manipulación real con la virtual, generando un mayor aprendizaje. Del mismo modo, la parte virtual reduce los costos de laboratorio. La physlet de PhET que se utilizó en la actividad didáctica, fue elegido entre varios softwares que existen en línea, con la ventaja de que es un software gratuito con acceso para muchos estudiantes, profesores, es amigable, lo hace aún más eficiente. Con nuestra actividad didáctica logramos lo que señalan (Ruiz, Mora y Álvarez, 2011) que la actividad permite la enseñanza del aprendizaje de la física, el alumno no es un simple repetidor de lo que dice el profesor, sino que ahora integra lo cognitivo y axiológico. La construcción del conocimiento científico tiene requisitos metodológicos y epistemológicos a los que es necesario dar un valor fundamental para contribuir a la construcción de un cuerpo de conocimiento que cubra los procesos de enseñanza y aprendizaje.

Con esta propuesta de investigación, se propone una forma de intervención escolar para enseñar el conocimiento del campo eléctrico. A diferencia de un libro de texto, nuestra actividad didáctica ofrece una mayor facilidad para aprender. Además de eso, el propósito de la actividad se cumplió porque la actividad didáctica tiene significación del tema del campo eléctrico. Sin embargo, en nuestro trabajo de investigación, parte de la pregunta que puede responderse después de obtener resultados satisfactorios de la actividad didáctica, es decir, la actividad didáctica al mezclar la manipulación de objetos tangibles con la combinación del physlet es ventajosa para los estudiantes porque aprende haciendo. Cuando manipulan los experimentos, pueden notar ciertos fenómenos físicos, pero no pueden visualizar cómo ocurren ciertos comportamientos en el entorno físico que a simple vista no logran percibirse; en cambio, con el apoyo de la physlet, el alumno puede observar las líneas del campo eléctrico. En general, la physlet y los experimentos mejoran enormemente y hacen que este conocimiento del campo eléctrico sea significativo para el alumno.

Se pueden llevar a cabo diferentes actividades experimentales, pero se consideró que el experimento de la lata rodante, el electroscopio y generador Van Der Graaff se prestan para acompañar a la physlet y ayudar al aprendizaje del alumno. De esta manera, creemos, como se indica en (Carrera de Anda y Ramírez, 2017) que el desarrollo de experimentos es importante debido a que este tipo de actividades estimulan la creatividad de los estudiantes, por lo que es trascendental implementarlos para verificar las leyes físicas para que a través de estos experimentos los estudiantes hagan física.

La inclusión de los TAC en los procesos de enseñanza-aprendizaje va de la mano con los comentarios de la UNESCO, cuando menciona que, incluyendo las tecnologías de aprendizaje del conocimiento en un proceso de enseñanza, está transformando las prácticas escolares, promoviendo procesos de aprendizaje activos centrados en el alumno, la intención de la simulación es hacer visible lo invisible; elementos de la naturaleza, como electrones, fotones o vectores de campo, e incluyen los modelos mentales y visuales que los expertos utilizan para ayudar a su pensamiento (Becerra, Mora, Ordoñez y Sánchez, 2016). El aprendizaje de este diseño de actividad didáctica se logra interactuando con un objeto de conocimiento en nuestro caso con la manipulación de objetos tangibles y el physlet con otras personas, las relaciones entre los estudiantes donde discuten y discuten sus puntos de vista. De lo anterior, decimos que esta actividad didáctica despierta el interés de aprendizaje, de forma atractiva, interactiva y colaborativa. Mientras el profesor asume la función de ser guía, pero no un comunicador de conocimientos, es decir, sin caer en lo cotidiano de la enseñanza

tradicional. Las physlet, con una estrategia de enseñanza adecuada, puede predisponer la estructura conceptual para que el alumno transfiera el conocimiento a contextos de realidad. De igual forma, la physlet tiene la ventaja de permitir en cierta medida la representación de la realidad que se quiere enseñar, así como reducir los costos de mantenimiento y la falta de materiales como en un laboratorio real.

En física, como se mencionó anteriormente, no es solo aprenderla desde lo abstracto ni reducirla a simples cálculos matemáticos, sino agregar una serie de actividades que enriquezcan a la actividad didáctica para su aprendizaje, nuestra actividad didáctica, le permite al alumno comprender las expresiones matemáticas $F = \frac{KQq}{r^2}$ y $E = k \frac{q}{r^2} = \frac{F}{q}$, con el uso de la physlet. Esto se debe a que la physlet tiene la opción de mover las cargas en tiempo real y tener medidores que muestran las lecturas del campo eléctrico. El alumno logra entender que cuando la distancia r^2 es mucho mayor que el producto KQq , el campo eléctrico disminuye y si es, al contrario, el campo eléctrico aumenta. El alumno, incluso con la actividad, puede entender las definiciones de los libros a cerca del campo eléctrico que dice: El campo eléctrico es directamente proporcional al producto de la constante eléctrica por la carga e inversamente proporcional a la distancia al cuadrado, las palabras inversa o proporcional adquiere en el estudiante una significación. En nuestro caso, el grupo experimental más del 64% del grupo pudo entender, el 36% no logra comprender debido a que manifiestan en las entrevistas que no les gusta la tecnología, pero la parte experimental sí. La enseñanza-aprendizaje de las matemáticas a través del desarrollo de modelos que representen un fenómeno de estudio le permite al alumno tener un panorama más amplio de las aplicaciones que tiene la matemática, le permitirá desarrollar sus competencias en la aplicación de los conocimientos de matemáticas que ha adquirido al modelaje de fenómenos físicos. De igual forma, nuestro trabajo de investigación, logra en los alumnos una motivación de aprender el tema del campo eléctrico de manera lúdica, interactiva y sobre todo significativa, al poner en juego todos estos elementos de la socioafectividad como el entusiasmo, satisfacción, diversión, confianza, frustración, preocupación y admiración, por lo que este conocimiento aprendido por el alumno será significativo a lo largo de su vida. Por lo que podemos establecer que los experimentos eléctricos y el uso de una physlet el alumno puede aprender este conocimiento de la física.

REFERENCIAS

SEP, (2012). Física III. Programa para el desarrollo de competencias. *Colegiado Académico de Educación Media Secretaría de Educación-Sección 40 del S.N.T.E.* pp. 1-30.

Hewitt, P. (2007). *Física conceptual*. México: Pearson educación, décima edición.

Sandoval, M. y Mora, C. (2009). Modelos erróneos sobre la comprensión del campo eléctrico en estudiantes universitarios. *Lat. Am. J. Phys. Educ.* 3, pp. 647-655.

Martín, J. y Solbes, J. (2001). Diseño y evaluación de una propuesta para la enseñanza del concepto de *campo* en física. *Enseñanza de las ciencias*, 19(3), pp. 393-403.

Meisner, G., Hoffman, H. y Turner, M. (2008). Learning Physics in a Virtual Environment: Is There Any? *Lat. Am. J. Phys. Educ.* Vol. 3(1), pp. 87-102.

Brousseau, G. (1986). Fundamentos y Métodos de la Didáctica de las Matemáticas. n/a: Publicado en la revista, *Recherches en Didactique des Mathématiques*.

Sandoval M., García, M., Mora, C. y Suárez, C. (2017). Estrategia enseñanza-aprendizaje basada en experimentos (ABE) para mejorar la comprensión de gráficas en Cinemática. *Lat. Am. J. Phys. Educ.* 11(3), pp. 33071-33078.

Campanario, J. y Moya, A. (1999). ¿Cómo enseñar ciencias? principales tendencias y propuestas. *Revista Enseñanza de las Ciencias* 17(2), pp. 179-192.

Plata, O. (2014). *Enseñanza del concepto de campo en la interacción gravitacional, un acercamiento al cambio conceptual*. Tesis de licenciatura. Facultad de educación Universidad de Antioquia. Colombia.

Resnick, L.B. (1983). Mathematics and Science Learning: a new conception. *Science*, 478, pp. 1-18.

Novak, J.D. (2010). *Learning, Creating, and Using Knowledge: Concept Maps as Facilitative Tools in Schools and Corporations* (2nd Ed.) NY: Routledge.

García-Carmona, A. (2014). Naturaleza de la ciencia en noticias científicas de la prensa: análisis del contenido y potencialidades didácticas. *Enseñanza de las Ciencias*, 32(3), pp. 493-509.

Matthews, R. M. (2017). *La enseñanza de la ciencia*. México: Fondo de Cultura Económica.

Córdova, E. (2017). La carga eléctrica. [Online]. [10 enero 2019]. Available from https://www.Academia.edu/34865984/Capítulo_1_La_carga_eléctrica.1.Introducción.

Rooney, A. (2013). *La historia de la Física. De la filosofía natural al enigma de la materia oscura*. México: Grupo editorial Tomo.

Duván, J. y Martínez, C. A. (2013). Conocimiento didáctico del contenido en la enseñanza del campo eléctrico. *TED*. Número 33, Enero – Junio, pp. 37-60. [Online]. [12 de noviembre 2017]. Available from [www.scielo.Org.co/pdf/ted/n33/n33a02.pdf](http://www.scielo.org.co/pdf/ted/n33/n33a02.pdf).

Fonseca, M., Hurtado, A., Lombana, C. y Ocaña, O. (2006). La simulación y el experimento como opciones didácticas integradas para la conceptualización en física. *Revista Colombiana de FÍSICA*, 38(2), pp. 707-710.

Bonnin, A., Fariñas, B., Rodríguez, A., Llerena, J. y Llovera, J. (2013). Simulaciones virtuales como complemento de las clases y los laboratorios de Física. Ejemplos en la carrera de Ingeniería en Telecomunicaciones y Electrónica. *Lat. Am. J. Phys. Educ.* 7(4), pp. 669-673.

Alzugaray, G., Massa, M. y Moreira, M. (2014). La potencialidad de las simulaciones de campo eléctrico desde la perspectiva de la teoría de los campos conceptuales de Vergnaud. *Lat. Am. J. Phys. Educ.* 8(1), pp. 91-99.

Hestenes, D. (1996). *Modelar la metodología para los maestros de física*. Physics Teacher Education. [Online]. [27 de marzo 2018]. Available from <http://modeling.asu.edu/R&E/ModelingMeth-jul98.pdf>.

Ruiz, J., Mora, C. y Álvarez, N. (2011). Una propuesta didáctica para la formación integral en los estudiantes de Física del Nivel Medio Superior de la Universidad Autónoma de Nuevo León México. *Lat. Am. J. Phys. Educ.* 5(1), pp. 285-292.

Ruiz, R. (2015). *Laboratorios virtuales: Algodoos como aplicación docente*. España: Universidad de Cantabria.

- Talero, P. (2011). Book Reviews: Experimentos virtuales de Física. Mecánica. *Lat. Am. J. Phys. Educ.* 5(2), p. 591.
- Raviolo, A., Álvarez, M. y Aguilar, A. (2011). La hoja de cálculo en la enseñanza de la Física: re-creando simulaciones. *Revista de la enseñanza de la Física*, 24(1), pp. 97-107.
- Albarracín, R. y Ramírez, M. (2017). Aplicación del sistema 4MAT apoyado en las simulaciones PhET para el desarrollo de competencias científicas empleando como eje de aprendizaje el tema de ondas. *Lat. Am. J. Phys. Educ.*, 11(3), pp. 33081-330811.
- Rodríguez, D. y Llovera, J. (2010). Estudio comparativo de las potencialidades didácticas de las simulaciones virtuales y de los experimentos reales en la enseñanza de la Física General para estudiantes universitarios de ciencias técnicas. *Lat. Am. J. Phys. Educ.* 4(1), pp. 181-187.
- Becerra, D., Mora, C., Ordóñez, A. y Sánchez, R. (2016). Enseñanza de la Ley de Ohm utilizando laboratorios virtuales con estudiantes de ingenierías de la Universidad Antonio Nariño. *Lat. Am. J. Phys. Educ.* Vol. 10, No. 4, pp. 43041-43044.
- Lozano, R. (2011). De las TIC a las TAC: tecnologías del aprendizaje y del conocimiento. *Anuario Think EPI*. 5, pp. 45-47.
- Mishra, P & Koehler, M. J. (2006). Technological pedagogical content knowledge: A new framework for teacher knowledge. *Teachers College Record*. 108(6), pp. 1017-1054.
- Gascón, J. (1998). Evolución de la Didáctica de las Matemáticas como disciplina científica. *Recherches en didactique des mathématiques*, 18, pp. 7-34.
- Mihret, Z. (2014). An investigation of students' approaches to problem solving in physics courses. *International Journal of Chemical and Natural Science*, 2(1), pp. 77-89.
- Vergnaud, G. (1990). La teoría de los campos conceptuales. *Revista Recherches en Didactique des Mathématiques*. 10(2, 3), pp. 133-170.
- Hake, R. (1998). Interactive-engagement versus traditional methods: A six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics. [Online]. [10 November 2018]. Available from: <http://dx.doi.org/10.1119/1.18809>.
- Sánchez, R., Mora, C. y Velázquez, L. (2014). Aprendizaje Activo de la Física para estudiantes de Ingeniería en la CDMX. *Latin American Journal of Science Education*. 1, pp. 120211-120218.
- Walpole, R., Myers, R. y Myers, Sh. (2007). *Probabilidad y estadística para ingeniería y ciencias*. México: Pearson education.
- Soler, E. (2016). *Desarrollo socioafectivo*. España: Editorial Síntesis.
- Carrera de Anda, L. y Ramírez, M. (2017). Diseño, implementación e impacto de prototipos experimentales para mejorar la enseñanza de la ley de Biot-Savarten estudiantes de ingeniería. *Latin American Journal Physic Education*. 11(2), pp. 2304-1-2304-8.

Becerra, D., Mora, C., Ordóñez, A. y Sánchez, R. (2016). Enseñanza de la Ley de Ohm utilizando laboratorios virtuales con estudiantes de ingenierías de la Universidad Antonio Nariño. *Lat. Am. J. Phys. Educ.* 10(4), pp. 43041-43044.