

Física interactiva, la oportunidad de un laboratorio virtual
Ramón Majé Floriano¹

¹ Institución Educativa Municipal Montessori, Secretaria de Educación Municipal Pitalito
Huila, Colombia.

Resumen

La práctica que se expone, se consolida en el marco del programa Ondas propuesto por el Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación en Colombia – Colciencias -. Al respecto el programa “es la estrategia fundamental de Colciencias para el fomento de una cultura ciudadana y democrática en CTel en la Población infantil y juvenil colombiana, a través de la Investigación como Estrategia Pedagógica-IEP”. En términos generales, a nivel Institucional concentramos esfuerzos para sensibilizar y motivar a los estudiantes en aspectos de metodología de la investigación así, como en el trabajo diario que realizamos en clase a través de recursos didácticos diferentes a los tradicionales. En particular trabajamos la Física con la ayuda de las herramientas computacionales, herramientas que nos permite entre otros elementos acercarnos al trabajo experimental, así como se convierte en un mediador entre el profesor-estudiante y saber, tal como se plantea en el triángulo didáctico de Chevallard.

Planteamiento del problema

Una de las características más distintivas de los tiempos presentes, es la introducción en prácticamente todos los terrenos del quehacer humano de nuevas tecnologías, en particular asociadas a la informática. En años recientes la utilización de la herramienta computacional en el proceso de enseñanza y aprendizaje de las ciencias ha cobrado mucho interés, esto gracias a la gran variedad de software diseñados para realizar simulaciones de experimentos y fenómenos físicos los cuales propician el acercamiento de un laboratorio a través de una computadora y donde se pueden efectuar prácticas experimentales en forma virtual. Muchos de los fenómenos físicos escapan a la posibilidad de constatación experimental, ya que es imposible llevarlos a cabo por sus limitaciones técnicas y de costos. Sin embargo, los programas computacionales permiten simular el aspecto experimental del fenómeno, de esta manera es posible variar parámetros de la simulación, analizar resultados y discutir conclusiones.

Desde esta perspectiva, al interior de la didáctica de las ciencias y en particular la física, diversas investigaciones han centrado su interés en la identificación y análisis de las ventajas y desventajas de las herramientas computacionales asociadas a la enseñanza y el aprendizaje de la disciplina mencionada. Gómez (1998) plantea inicialmente la importancia de la enseñanza de las ciencias en la escuela, como un factor determinante en la sociedad globalizada en la que se encuentra el mundo contemporáneo. De esta manera afirma que:

En nuestra sociedad, existe el punto de vista erróneo, de pensar que “sólo los estudiantes más brillantes pueden estudiar exitosamente las ciencias naturales y las matemáticas”, o, dicho de otro modo, que “estas materias son muy difíciles y de comprensión imposible para la mayoría”. Se piensa también que “no todos necesitan entender las ciencias y las matemáticas para tener éxito y contribuir constructivamente a la sociedad”. Estos son puntos de vista equivocados, en

especial en nuestra época. Todos los niños en los colegios pueden y deben aprender ciencias, matemáticas y tecnología, para poder tener éxito en el mundo tecnológico-científico de hoy y de mañana. (p. 262)

De acuerdo a lo anterior, el autor plantea la necesidad de incorporar elementos adicionales al aula de ciencias que incorpore entre otros elementos mediadores como las herramientas computacionales al aula de clase. Por su parte, Yanitelli (2011) manifiesta que, desde la perspectiva del profesor, se tiende a enseñaren la forma en que tradicionalmente se ha trabajado, y es habitual ignorar las nuevas estrategias didácticas y a no incorporar las nuevas tecnologías como mediadores en procesos de enseñanza y aprendizaje. Hamne y Bernhard (2001), basados en un enfoque similar al desarrollado por Thornton y Sokoloff, constataron que en los cursos de Mecánica en los que se implementaron experimentos en tiempo real para el estudio cinemático de movimientos en una y dos dimensiones, de fuerza, de impulso y colisiones, los estudiantes alcanzaron mayores niveles de comprensión que los estudiantes que asistieron a los cursos tradicionales.

En general, la incorporación de las herramientas computacionales abre gran diversidad de posibilidades, pero a la vez plantea numerosos desafíos. Estas constituyen una herramienta potente para desarrollar el pensamiento crítico de los estudiantes, para favorecer las estrategias de resolución de problemas con autonomía y creatividad y de reflexión sobre el propio aprendizaje, “pero el saber aprovecharlas optimizando sus potencialidades dependerá del uso que se hagan de ellas” (Marcos, 2008 p.18).

Ahora bien, de manera local nuestra idea de investigación surge gracias a la necesidad que se presenta en la Institución Educativa municipal Montessori sede San Francisco, específicamente en el laboratorio de física; se evidencia la falta de material o implementos para llevar a cabo diferentes prácticas que permitan un mayor acercamiento con el fenómeno que se está estudiando de manera teórica. Asimismo, es posible afirmar que, si “cuentan con las herramientas computacionales, sería interesante sacar el mayor provecho de ellas, incluso por la facilidad que tienen los estudiantes para interactuar con las mismas”.

Para complementar la información, Gómez (1998) plantea que:

En los colegios y universidades de hoy, en el mundo entero, por lo general las clases de física se dictan como siempre se ha hecho: con tiza y tablero, cuaderno y texto, con un profesor que expone el tema y lo discute con los alumnos, trabajando todos juntos ejemplos de aplicación de la teoría en la forma de pequeños problemas que los alumnos resuelven en sus cuadernos o en el tablero, después de que el profesor ha dado las explicaciones necesarias y los alumnos han leído el texto. (p.263)

En general, la incorporación de las herramientas computacionales abre gran diversidad de posibilidades, pero a la vez plantea numerosos desafíos. Estas constituyen una herramienta potente para desarrollar el pensamiento crítico de los estudiantes, para favorecer las estrategias de resolución de problemas con autonomía y creatividad y de reflexión sobre el propio aprendizaje, “pero el saber aprovecharlas optimizando sus potencialidades dependerá del uso que se hagan de ellas” (Marcos, 2008 p.18).

De acuerdo a todo lo anterior, se ha planteado como pregunta de investigación:

¿Cómo contribuir al desarrollo del pensamiento científico y los niveles de la competencia uso comprensivo del conocimiento científico en estudiantes de decimo de la educación media, a

partir del estudio de la mecánica clásica y la mediación didáctica de las herramientas computacionales?

Objetivo general

Contribuir al desarrollo del pensamiento científico y los niveles de la competencia uso comprensivo del conocimiento científico en estudiantes de decimo de la educación media, a partir del estudio de la mecánica clásica y la mediación didáctica de las herramientas computacionales.

Justificación

Desde el Ministerio de Educación Nacional (2004) en su proyecto de nuevas tecnologías, se afirma que su implementación nace a partir de la reflexión sobre la práctica en el aula de clase por parte de los docentes como una posibilidad pedagógica y didáctica del recurso tecnológico. En particular se afirma:

Las herramientas computacionales son elementos que no se pueden desconocer en pleno siglo XXI, ya que pueden mediar en el proceso de enseñanza. La ventaja que éstas ofrecen en el desarrollo de una clase radica en el interés que presta la mayoría de los educandos al uso del computador, la calculadora graficadora y el software en general. (p.62)

De acuerdo a lo anterior, nuestro problema de investigación es importante o se justifica desde los siguientes puntos de vista:

Teórico: El desarrollo del pensamiento científico y los niveles de la competencia uso del conocimiento científico, analizados desde los estándares básicos de competencia de ciencias naturales muestran que existe una importancia real para su abordaje. En el mismo documento se plantea la posibilidad de “crear condiciones para que nuestros estudiantes sepan qué son las ciencias naturales, y también para que puedan comprenderlas, comunicar y compartir sus experiencias y sus hallazgos, actuar con ellas en la vida real y hacer aportes a la construcción y al mejoramiento de su entorno, tal como lo hacen los científicos”. Lo anterior nos muestra la posibilidad de comprender y comunicar lo aprendido en las clases de física a través de las diferentes simulaciones planteadas con una herramienta computacional. Del mismo modo los fenómenos físicos que se analizan en conjunto se encuentran programados en los planes de área propuestos por la institución. Lo anterior se puede visualizar como se sigue:

tabla 1. Plan de área de Física para grado décimo en la Institución Educativa Montessori

GRADO: DECIMO	INTENSIDAD HORARIA SEMANAL: 4 Horas
ESTANDARES:	
☆ Establezco relaciones entre las diferentes fuerzas que actúan sobre los cuerpos en reposo o en movimiento rectilíneo uniformemente y establezco condiciones para conservar la energía mecánica.	
☆ Modelo matemáticamente el movimiento de objetos cotidianos a partir de fuerzas que actúan sobre ellos.	
☆ Explico la transformación de energía mecánica en energía térmica.	
☆ Establezco relaciones entre estabilidad y centro de masa de un objeto.	
☆ Establezco relaciones entre la conservación del momento lineal y el impulso en sistemas de objetos.	
☆ Explico el comportamiento de fluidos en movimiento y reposo.	

PERIODO	NOMBRE DE LA UNIDAD	CONTENIDOS BASICOS
I PERIODO	INTRODUCCION A LA FISICA Y MOVIMIENTO RECTILINEO	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Introducción histórica a la física ➤ Magnitudes básicas de la física ➤ Notación científica. ➤ Funciones y graficas ➤ Movimiento rectilíneo uniforme ➤ Movimiento uniformemente variado ➤ Caída libre
II PERIODO	MOVIMIENTO EN EL PLANO Y LEYES DE NEWTON	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Magnitudes vectoriales ➤ Lanzamiento horizontal ➤ Movimiento de proyectiles ➤ Concepto de fuerza y fuerzas fundamentales. ➤ Principio de la inercia y primera de ley de Newton ➤ Ley fundamental de la dinámica ➤ Acción y reacción ➤ Colisiones
III PERIODO	MOVIMIENTO ROTACIONAL E INTERACCION ENTRE LA MATERIA Y LA ENERGIA	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Movimiento circular ➤ Mecánica celeste ➤ Rotación de solidos ➤ Trabajo. Potencia y energía. ➤ Energía cinética y energía potencial. ➤ Conservación de la energía.
IV PERIODO	MECANICA DE FLUIDOS	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Densidad ➤ Presión ➤ Principio de Pascal ➤ Principio de Arquímedes ➤ Presión en los gases ➤ Hidrodinámica ➤ Ecuación de Continuidad ➤ Ecuación de Bernoulli

Fuente: plan de estudio ciencias naturales Montessori, año 2017

Científico y Social: en el municipio de Elías Huila, han sido mínimos y de poca resonancia en el ámbito escolar, los proyectos didácticos y/o de investigación encaminados a la utilización de las herramientas computacionales en el aula de clase. Esta es una de las razones que dan validez al desarrollo de esta investigación.

Elementos teóricos y metodológicos de la propuesta

Rol del profesor:

Con el objetivo de mejorar los ambientes de aprendizaje, es importante señalar la relación profesor y estudiante durante el desarrollo de todas las actividades de aula. Para esta interacción se tienen en cuenta los postulados que realiza desde la línea de investigación en didáctica de la matemática Bishop (2005) y que se adaptan de manera correcta a la Física. Al respecto:

Desarrollar el discurso en clase de matemáticas es una parte importante del papel del profesor. Él puede hacer preguntas y proponer tareas que faciliten, promuevan o desafíen el pensamiento de cada estudiante. Para ello, el profesor necesita saber abrir con atención las ideas de los alumnos y pedirles que las aclaren y justifiquen, oralmente o por escrito. (p. 14)

De acuerdo con lo anterior, el profesor genera constantemente preguntas a los estudiantes, antes durante y después de la construcción con la herramienta computacional. Además, es el

encargado de organizar los grupos de trabajo y de plantear estrategias para la discusión grupal en torno a la lectura de los informes de laboratorio. En otras palabras, el profesor es un mediador del conocimiento.

Rol del estudiante.

El estudiante es el encargado de enfrentarse con las actividades planteadas por él mismo, de proporcionar estrategias para la resolución de situaciones problemáticas y explicar el significado de sus diferentes construcciones mentales y físicas. En ese sentido, Bishop (citado por Ponte, 1997) afirma que:

Los estudiantes deben habituarse a emplear una gran variedad de herramientas para razonar y para comunicar, incluyendo la pizarra, el retroproyector, la calculadora, el ordenador y otros materiales y soportes. Realmente el trabajo con la calculadora y el ordenador, cuando se hace por medio de tareas interesantes o que suponen un reto, favorece la formulación de conjeturas, estimulación de los estudiantes hacia una actitud investigadora y enriquece el tipo de razonamientos y de argumentos que emplean. Para ello es fundamental que los alumnos adquieran destreza en el uso de las tecnologías y puedan emplearla con flexibilidad cuando sea útil y pertinente. (p. 16)

De acuerdo con lo anterior, el papel del estudiante es construir significados a partir de la conexión que establezca entre sus conocimientos previos y la construcción de nuevos, en el desarrollo de las actividades propuestas y la interacción con el resto de la clase.

Actividad de aula

Se realiza inicialmente el proceso de sensibilización y difusión de la propuesta. Para ello se trabaja en la inducción general al uso y dominio de tablets, herramientas digitales que cuentan con sistema operativo Windows 8, y en la que se ejecutarán los programas Geogebra e interactive physics esta última aplicación en modo demo. Es de resaltar que la matemática es el lenguaje de la física; por ende, Geogebra nos permite modelizar y explicar matemáticamente fenómenos que se emplean en la física. En particular ejemplos de vectores se explican en Geogebra y se utilizan en IP2000.

Figura 1. Sensibilización y difusión de la propuesta. Grado décimo. Uso y dominio de tablets y aplicaciones.



Fuente: propia

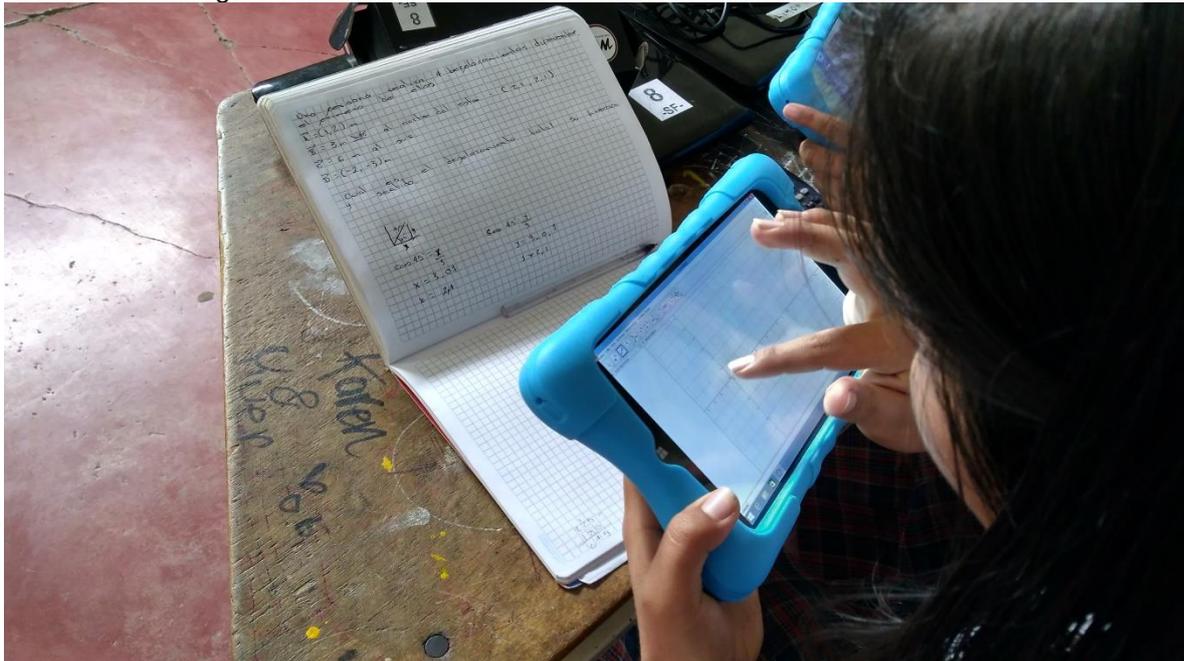
Paso 1. Planteamiento del problema. (ejemplo de movimiento en dos dimensiones)

Una esfera es lanzada horizontalmente desde una altura de 50m con una velocidad inicial de 10m/s. Calcular: a. El tiempo que dura la esfera en el aire b. El alcance horizontal de la esfera. c. La velocidad con que la esfera llega al suelo.

Paso 2. Procedimiento de la simulación.

El estudiante ubicado en su tablet, y en compañía de sus compañeros, diseñan y presentan una alternativa de procedimiento, que permita modelar el problema planteado. Uno de los procedimientos es el siguiente:

Figura 2. Construcción de la simulación a través del recurso innovador



Fuente: propia

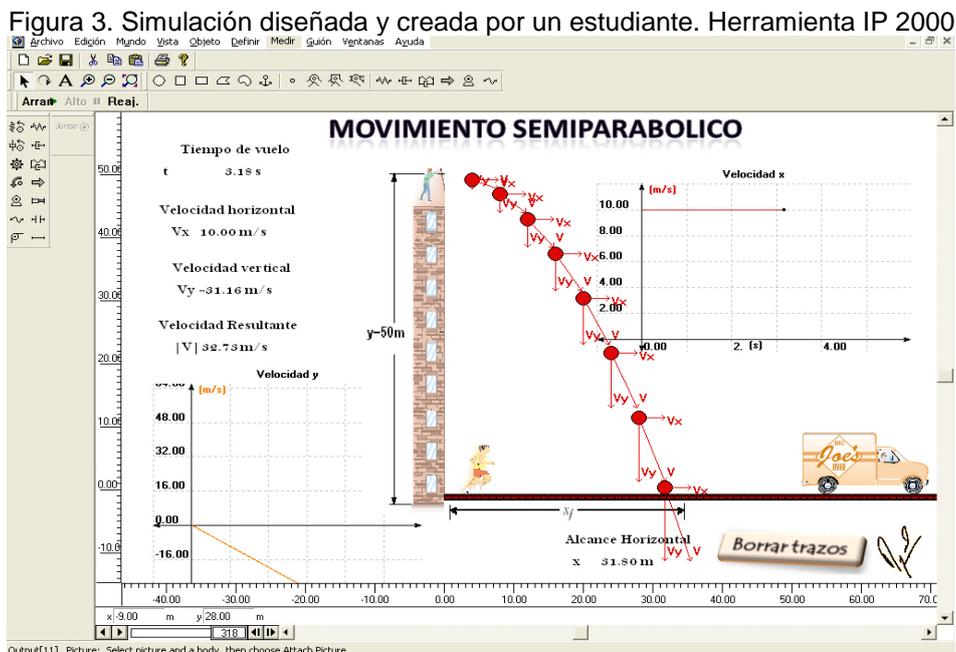
(procedimiento: estudiante de grado décimo de media vocacional)

1. En el menú Vista, escoja la opción de espacio de trabajo. Seleccione ejes x, y, coordenadas, reglas y líneas cuadriculadas.
2. En la barra de herramientas, utilice la herramienta alejar imagen hasta que la escala quede en intervalos de 10m.
3. Seleccione la herramienta de círculo en la barra de herramientas, y dibuje uno del tamaño más pequeño. Ubicarlo en la coordenada (0,50m) y definir $v_x = 10\text{m/s}$ en la ventana de propiedades.
4. Para definir los vectores de Velocidad, haga clic sobre la esfera. En el menú definir, escoja la opción vector y sobre ella velocidad.
5. En el menú definir, escoja la opción exhibir vectores. Seleccione las componentes en x, y para que la esfera las muestre durante la simulación.
6. Seleccionar la herramienta de rectángulo y dibujar uno largo y que su ancho sea muy pequeño. Ubicar este de tal manera que la esfera lo golpee justo cuando pase por $x = 0$. (No olvide anclar el rectángulo).
7. Haga clic sobre el ancla y en el menú ventanas seleccionar apariencia y hacer los pasos necesarios para que no se vea el mismo. Con esto tenemos construido el piso donde el objeto irá a chocar.

8. Para saber dónde golpea la esfera en el piso se debe usar una pausa para la posición x del mismo. La condición de pausa se debe asignar a la velocidad de la esfera, ya que debida al choque sobre una superficie horizontal la componente y de la velocidad cambia de dirección cuando el objeto rebota. En el menú mundo escoger la opción control de pausa, escribir $\text{body}[1].v.y > 0$ para determinar el instante después del choque.
9. Haga clic sobre la esfera y en el menú medir seleccione velocidad en todos, tiempo, posición x .
10. Utilice los signos “+” o “-” del teclado numérico para ir haciendo la simulación paso a paso, con el fin de ir observando que la velocidad en x es constante en todo el recorrido y la velocidad en y irá aumentando.

Paso 3. Procedimiento de la simulación.

Cada estudiante, a través de un video beam, conecta su tablet y muestra a toda la comunidad el procedimiento desarrollado y la simulación culminada. En ella se exponen fortalezas y debilidades encontrados al momento de su construcción. Se toma como referencia para el paso 4, la simulación que, en común acuerdo, sea seleccionada por la comunidad de aprendizaje.



Fuente: tablet de un estudiante de Montessori, grado décimo

Paso 4. análisis físico de la simulación.

Teniendo en cuenta que el propósito de este proyecto es desarrollar los niveles de competencia: uso comprensivo del conocimiento científico, explicación de fenómenos e indagación, se propone este paso 4. En grupos de estudiantes se resuelven las siguientes inquietudes y se escriben sus conclusiones en un protocolo. El documento se entrega al profesor y en debate conjunto se extraen conclusiones generales.

1. Determine el error porcentual con relación entre la simulación y el valor teórico.
2. De acuerdo a la gráfica v_y-t dada en la simulación, determine la pendiente de la recta obtenida ¿Qué significa este valor?

3. De acuerdo a la gráfica v_x-t dada en la simulación, ¿Qué se puede concluir de dicha gráfica? ¿Cuál es el valor de la aceleración a_x durante todo el recorrido?
4. ¿Cómo podemos visualizar el carácter independiente de las componentes horizontal y vertical del movimiento en la simulación?
5. En el instante en que se dispara una bola que se sostiene en posición horizontal, alguien deja caer una bola que está al lado de la primera bola. ¿Cuál de las dos bolas llega primero al suelo, la que se dispara o la que se deja caer? Demuéstrelo con IP 2000.

Figura 4. Análisis de la simulación en grupos de trabajo.



Fuente: propia

Evaluación.

Teniendo en cuenta los tres momentos de la evaluación que se describen en el plan de área de Ciencias Naturales, metodológicamente se realizan las siguientes actividades:

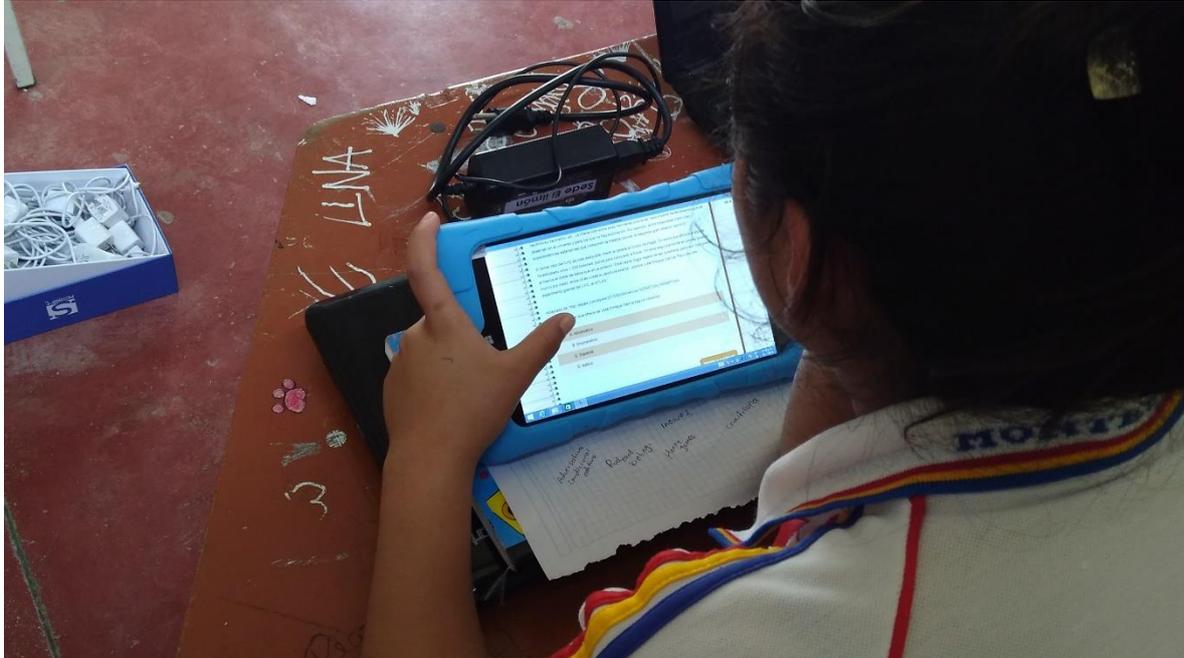
1. Evaluación inicial o diagnóstica: en la que el profesor determina cuáles son los conocimientos previos de los estudiantes en torno al fenómeno físico a investigar. Lo anterior se determina a partir de preguntas dirigidas. Asimismo, se determina el conocimiento previo que posee el estudiante frente al uso y dominio de la herramienta computacional.
2. Evaluación procesual o formativa: mediante la generación de preguntas abiertas antes, durante y después de la modelación física a través de la herramienta.
3. Evaluación final o sumativa: mediante la entrega de los informes de laboratorio, discusión grupal en torno a las simulaciones construidas. De igual forma, los estudiantes presentan de manera individual pruebas “tipo SABER”, preparándolos para enfrentarse a la dinámica evaluativa del Ministerio de Educación.

En conclusión, la comunicación en la clase de Física es un factor determinante, el cual se ocupa es el canal de comunicación que permite compartir significados y conexiones de índole científico. Lo anterior es posible a través del compartir ideas entre profesor – estudiantes, estudiantes – profesor y estudiantes – estudiantes.

De los recursos innovadores.

Tablets: herramienta del programa colombiano: computadores para educar.

Figura 5. Tablet de computadores para educar



Fuente: propia

El programa de computadores para educar:

Es el Programa del Gobierno Nacional de mayor impacto social que genera equidad a través de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, fomentando la calidad de la educación bajo un modelo sostenible. Es una asociación integrada por la Presidencia de la República, el Ministerio de Tecnologías de la Información y las comunicaciones, el Ministerio de Educación Nacional, el Fondo TIC y el Servicio Nacional de Aprendizaje SENA, para promover las TIC como un factor de desarrollo equitativo y sostenible en Colombia. Coloca las TIC al alcance de las comunidades educativas, especialmente en las sedes educativas públicas del país, mediante la entrega de equipos de cómputo y la formación a los docentes para su máximo aprovechamiento. Adelanta esta labor de forma ambientalmente responsable, siendo un referente de aprovechamiento de residuos electrónicos como sector público, a nivel Latinoamericano.

Interactive physics IP2000:

Interactive Physics (IP) es un simulador que permite a los estudiantes abordar conceptos de Física en un ambiente seguro, ofreciendo apoyo auxiliar para los estudiantes de la educación media y Universitaria, adoptado ampliamente por los principales libros de texto. A su vez ayuda a visualizar y aprender conceptos abstractos, permitiendo alterar las características físicas del ambiente de la simulación para resolver sus necesidades específicas, en donde se pueden hacer predicciones, correr simulaciones e inmediatamente ver los resultados.

El IP se considera un laboratorio de movimiento completo que simula los fundamentos de la Mecánica Newtoniana; en donde se pueden crear las simulaciones que se quieran, acompañándolas con unas animaciones óptimas. Ahora es posible utilizar este simulador para

demostrar problemas que antes solo eran imágenes estáticas en un libro. Las simulaciones se definen según como se colocan los objetos en el espacio de trabajo.

Geogebra:

GeoGebra es un Programa Dinámico para la Enseñanza y Aprendizaje de las Matemáticas para educación en todos sus niveles. Combina dinámicamente, geometría, álgebra, análisis y estadística en un único conjunto tan sencillo a nivel operativo como potente. Geogebra se convierte en una posibilidad real para modelizar y explicar matemáticamente un fenómeno físico.

Resultados e impacto generado

Para el año 2015, se muestra como resultado final el libro denominado “Interactive Physics, la oportunidad de un laboratorio virtual”. En este documento se presentan diferentes guías de laboratorio a través de la herramienta computacional. Específicamente se abordan: movimiento en el plano, leyes del movimiento, movimiento armónico simple, fuerza de rozamiento, el movimiento del péndulo y principio de conservación de la energía.

El documento anterior se socializó de manera activa en el XI encuentro Surcolombiano y I encuentro internacional de semilleros de investigación e integración con el primer campamento Ondas Colciencias durante los días 22 y 23 de Octubre de 2015 en el municipio de Pitalito Huila. Los estudiantes fueron los principales actores del proceso.

Uno de los participantes del evento, era un estudiante de grado undécimo. El estudiante pertenece al programa “ser pilo paga” en Colombia, por su alto desempeño en toda la prueba. Para el año 2016 se encuentra estudiando Ingeniería Industrial en la Universidad de la Salle, y como sabemos la base teórica en el programa seleccionado es la Física.

Para el año 2016 el proyecto de investigación se sostiene con un alto grado de motivación por parte de los estudiantes. Gracias a su compromiso y dedicación, se aceptó la ponencia “Interactive Physics, la oportunidad de un laboratorio virtual” para participar en calidad de ponentes en el III encuentro Internacional de Matemáticas y Física a desarrollarse en la Ciudad de Florencia Caquetá, evento que se organizó la Universidad de la Amazonia durante los días 28, 29 y 30 de septiembre de 2016.

Desde el año 2012 y hasta la fecha se han realizado esfuerzos significativos para posicionar al área de Ciencias naturales como la disciplina que marca la diferencia en las instituciones donde se desarrolla el proyecto. Los resultados de las pruebas SABER desde ese año y hasta la fecha respaldan nuestra labor. Producto de ello, un porcentaje de nuestros egresados han decidido continuar sus estudios superiores en el campo de la Ingeniería, adaptándose sin ningún inconveniente a las Universidades Surcolombiana, Santo Tomás, Universidad de Cauca y Universidad de la Salle y a las exigencias que ellas promueven.

La rigurosidad científica y los avances en diferentes proyectos de investigación nos permiten aterrizar una idea de investigación. La naturaleza del niño hace que realice más cuestionamientos que un adulto, sus preguntas son espontáneas y carecen de profundidad; sin embargo, coincidimos en que el proyecto busca generar espacios investigativos, cuya finalidad es el beneficio de una comunidad en general.

Se resalta el interés y la motivación de los estudiantes por aprender, por cuestionarse de manera permanente. Lo anterior nos convence cada día que los espacios investigativos son emancipatorios, puesto que permiten generar relaciones de cooperación, de trabajo individual y por equipos ante la necesidad de llevar a cabo alguna actividad que permita construir o consolidar los aprendizajes. En términos sencillos, nuestra propuesta es entender la clase de manera distinta al modelo tradicional; así, concebimos la clase como una comunidad de aprendizaje, que se ha desarrollado precisamente ante la necesidad de buscar espacios donde sea posible “hacer mundo con otros” o diseñar espacios sociales de manera consciente. En ese espacio físico, tanto el profesor como los estudiantes de grado Décimo interactuamos para construir y validar conocimiento, entregando a los educandos un papel de participación activa y al profesor un papel de organizador y dinamizador del aprendizaje. La idea de comunidades de aprendizaje guarda una estrecha relación con la propuesta del Ministerio de Educación Nacional, específicamente en el programa para la excelencia DOCENTE Y ACADÉMICA TODOS A APRENDER 2.0, con el agregado de ampliar el campo de acción, ya que no solo se limita al análisis de los docentes y directivos docentes, sino que involucra el trabajo científico de los estudiantes.

Referencias.

Bautista, M. (2002), Física II Santillana, Editorial Santillana SA.

Bishop, A. (2005). Aproximación sociocultural a la educación matemática. Cali: Universidad del Valle. Instituto de Educación y Pedagogía. Grupo de Educación. Colombia.

Gobernación del departamento del Huila. (2011). Cuenta regresiva hacia los objetivos de desarrollo del milenio 2015: Municipio de Elías. Recuperado de <http://huila.gov.co/images/stories/odm/ELIAS.pdf>

Gómez, B. (1998). Tecnología informática en la clase de física. Recuperado de http://www.colombiaprende.edu.co/html/mediateca/1607/articles-107084_archivo.pdf

Hamne, P. & Bernhard, J. (2001). Educating pre-service teachers using hands-on and microcomputer based labs as tools for concept substitution. In R. Pinto and S. Surinach (eds), Physics Teacher Education Beyond 2000, pp. 663-666. Paris: Elsevier.

Instituto Colombiano para la Evaluación de la Educación [ICFES] (2014). Sistema Nacional de Evaluación Estandarizada de la Educación. Lineamientos generales 2014-2. Recuperado de <http://www.icfes.gov.co/instituciones-educativas/saber-11/documentos2>

Majé, R. (2013). Interactive Physics, la simulación en el aula. Editorial autoreseditores. Florencia Caquetá. ISBN 978-958-46-3822-9

Manjarrés, M; Mejia, M; Giraldo, J. (2009). Xua, Teo y sus amigos en la onda de la investigación. Guía de la investigación y de la innovación del programa Ondas. Editorial Edeco Ltda.

Manjarrés, M; Mejia, M; Giraldo, J. (2009). Xua, Teo y sus amigos en la onda de la investigación. Guía de la investigación y de la innovación del programa Ondas. Editorial Edeco Ltda.

Marcos, G., (2008). Un modelo de análisis de competencias matemáticas en un entorno interactivo. Tesis doctoral. Universidad de la Rioja. Recuperado de www.dialnet.unirioja.es/servlet/fichero_tesis?codigo=17820&orden=0

MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL. [MEN] (2004). Pensamiento geométrico y tecnologías computacionales. Bogotá: Enlace Editores Ltda.

Ponte, J. P., Boavida, A., Graça, M., Abrantes, P. (1997). Didáctica da matemática. Lisboa: Ministério da Educação, Departamento do Ensino Secundário. Traducción de Pablo Flores. Recuperado de www.educ.fc.ul.pt/docentes/jponte/docs-sp/Dinamica.pdf

Serway, R (1996). Física, Editorial Mc.Graw Hill, Vol 1, 5a edición, México.

Yanitelli, M. (2011). Un cambio significativo en la enseñanza de las ciencias. El uso del ordenador en la resolución de situaciones experimentales de física en el nivel universitario básico. Tesis doctoral. Recuperado de http://riubu.ubu.es/bitstream/10259/150/1/Yanitelli_Ruiz.pdf

Zambrano, A. (2009). La pedagogía en Phillippe Meirieu: tres momentos y educabilidad. *Revista Educere*, 13, 215-226.

Zambrano, A. (2005). Un modelo de formación de docentes en la obra y pensamiento pedagógico de Philippe Meirieu. *Revista Educere*, 029, 145-158.