

ENSEÑANZA TRADICIONAL CONTRA UN NUEVO AMBIENTE DE APRENDIZAJE EN LAS MATERÍAS BÁSICAS DE LA INGENIERÍA

S. Contreras Bonilla¹
C. Pérez Córdova²
A. Aguilar Mora³

RESUMEN

Un porcentaje importante de alumnos que ingresan a la Facultad de Ingeniería tienen un conocimiento insuficiente en las áreas de matemáticas y física, lo que les impide interpretar expresiones y/o fórmulas matemáticas de mediana complejidad y su interpretación en la representación de fenómenos físicos; esto podría ser debido a un aprendizaje tradicional expositivo y/o memorístico, que llega a ser procedimental; y lo que se logró es un nuevo aprendizaje por exploración y descubrimiento, es decir racional; a través de un ambiente de exploración mediante modelos de simulación que representen las generalidades básicas de ingeniería, construyendo un escenario constructivista; donde el profesor es un observador y mediador entre el conocimiento y alumno.

ANTECEDENTES

Es frecuente que docentes que imparten clases en el nivel Superior del área básica de la Ingeniería, manifiesten que se enfrentan a diferentes problemáticas que no les permiten tener éxito al finalizar el curso aun cuando realiza su mejor esfuerzo. Entre éstas podemos mencionar: falta de interés del alumno, carencia de conocimientos previos, predisposición de la dificultad de la materia, un inadecuado ambiente de aprendizaje; y podríamos seguir mencionando todas aquellas que surgen en el aula; pero lo importante es lo que esto conlleva; es decir, no lograr el interés y la comprensión de los alumnos; de ahí que ellos juegan el papel de sujetos pasivos que sólo reciben información. Por lo cual, sí los alumnos toman la responsabilidad central de su aprendizaje, tendrán la iniciativa y convertirán el conocimiento en un objeto de su interés y al profesor lo visualizarán como un mediador entre alumno-conocimiento, que le ayudara sólo cuando sea necesario.

El cuerpo Académico de Innovación Educativa en Ingeniería y el grupo de alumnos desarrolladores del laboratorio de simulación de la Facultad de Ingeniería de la B.U.A.P., observaron que cuando los estudiantes de manera individual o colectiva, se enfrentan a un problema del área de matemáticas o física, se encuentran ante una oportunidad de realizar por sí mismo *un nuevo aprendizaje por exploración y descubrimiento*; es decir, racional y no *un aprendizaje tradicional expositivo y/o memorístico*; que llega a ser procedimental.

La alternativa consiste en que el alumno investigue los conceptos básicos del tema, el fenómeno físico relacionado a él y las aplicaciones en su área del mismo; que no sólo resuelva problemas sino que comprenda las variables que intervienen en él y su función; ¿Cómo puede lograrse esta alternativa en el nivel básico de ingeniería?, la propuesta que se presenta en el trabajo consiste en propiciar un espacio educativo donde los alumnos, con la mediación del profesor, exploren conceptos y sistemas a través de modificar las variables;

¹ Profesora del Área de Ciencias Básicas. Facultad de Ingeniería. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.
ingsilviacb@hotmail.com.

² Coordinador del Laboratorio de Investigación. Facultad de Ingeniería. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.
cesarperezcordova@hotmail.com.

³ Profesora del Área de Ciencias Básicas. Facultad de Ingeniería. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.
araceli.aguilar@correo.buap.mx.

vean la respuesta numérica, gráfica y física, elaboren y prueben hipótesis de manera inmediata por medio de programas de simulación; es decir mediante un escenario constructivista.

METODOLOGÍA

Aunque el trabajo que se expone está fundado en el pensamiento de varios teóricos de la corriente constructivista, es el Aprendizaje por Exploración que plantea Jerome Bruner que guía el diseño de un nuevo ambiente de aprendizaje. Pero la exploración o descubrimiento, depende de que un alumno establezca conexiones y advierta relaciones sin que las señale el profesor; es decir una **participación activa** en el proceso del aprendizaje. El “descubrimiento” le permite al estudiante adquirir información útil en la organización racional de los elementos de un problema, así como la solución del mismo, y percibir o establecer las relaciones entre ambas. La satisfacción de descubrir favorece la **autonomía** en el alumno y este tipo de enseñanza ayuda a pasar progresivamente del **pensamiento concreto** al estadio de la **representación conceptual y simbólica** (*pensamiento formal*). El descubrimiento puede ser casual, libre y exploratorio, guiado, dirigido y programado. De éstos, el casual no puede ser planificado; el programado es contradictorio con la exploración. Las modalidades de libre exploratorio y guiado son las que han dado mejores resultados (Bruner, 1972). Todos estos se consideran superiores al aprendizaje expositivo y sobre todo al memorístico.

*“El conocimiento, no es una copia de la realidad. Conocer un objeto o un evento no es simplemente verlo y hacer una copia mental o imagen de él. Conocer un objeto es actuar sobre él, modificarlo, transformarlo y entender como está construido. Así, una **operación** es la esencia del conocimiento, es una acción interiorizada que modifica el objeto mismo”* es la teoría de **Jean Piaget**, que encierra toda una filosofía en torno a la manera de aprender y de enseñar, por lo tanto se requieren ambientes de aprendizaje en los que el alumno pueda explorar y descubrir las nociones libremente con fundamento pedagógico, el uso de la tecnología computacional y los medios de interacción más avanzados. En base a lo anterior, podríamos decir que la “simulación” es un recurso que no sería suficiente para convertirlo en un verdadero medio didáctico, sino se le da un fundamento apoyado en las teorías de aprendizaje y de instrucción. Además, se requiere de *convertir un contenido temático a un objeto de aprendizaje*; mediante, la detección de la complejidad del tema, la dificultad de cambiar enunciados verbales a términos matemáticos, así como la representación e interpretación de ecuaciones con gráficos, las limitantes de las herramientas de exposición tradicional y el tiempo para realizar un mayor número de ejercicios.

Entonces, para el diseño de los programas de simulación se realizan bajo tres enfoques: el pedagógico, el operativo y el computacional; hablando del diseño pedagógico que es el que compete a éste trabajo, se efectúa a través de una **operación**, considerándola como la esencia del conocimiento (Piaget, 2003) y es preciso hallarla; al ser conocida se busca una **tarea**, o **un juego atractivo** para que el estudiante la contenga como el elemento central; durante la ejecución, se introduce un **problema u obstáculo** que dificulte el objetivo, pero a su vez se le proporciona información útil que le ayudara a **explorar, resolver y probar** sus hipótesis en forma numérica, gráfica, física e inmediata.

Muestra de un programa de simulación del área de matemáticas

A continuación se muestra y explica un simulador del área de matemáticas desarrollado en la Facultad de Ingeniería, que se utiliza como apoyo a un nuevo ambiente de aprendizaje en el área básica de la Ingeniería.

Tanque de agua

El simulador que a continuación se presenta tiene como objetivo mostrar una aplicación de la integral a través del volumen de una de las secciones del tanque de agua. En la Figura 1 se presenta la pantalla inicial del simulador en donde se observa la expresión matemática para obtener el volumen del tanque de agua, un gráfico y las instrucciones del simulador.

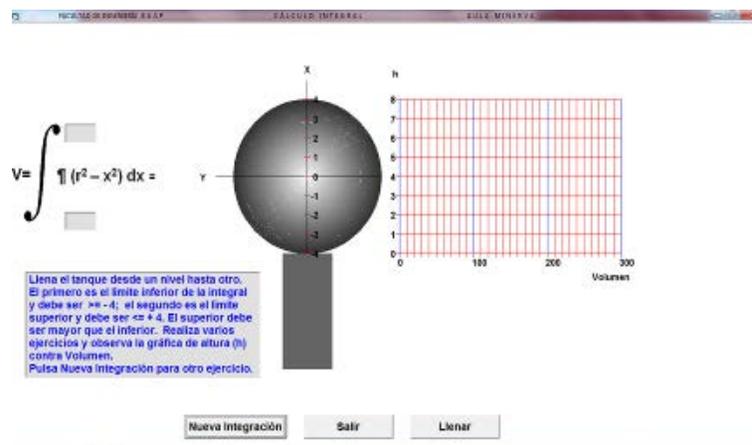


Figura 1. Presentación inicial del simulador

Al pulsar el botón <nueva integración> aparece un tanque que almacena agua, la integral calcula el volumen desde un límite inferior hasta el superior y a través de un gráfico se muestra la relación volumen – altura del tanque. Recordemos que la parte inicial para el diseño de un simulador es *la operación*, en éste caso es “la integral”. En la Figura 2, se presenta un primer ejemplo del llenado del tanque.

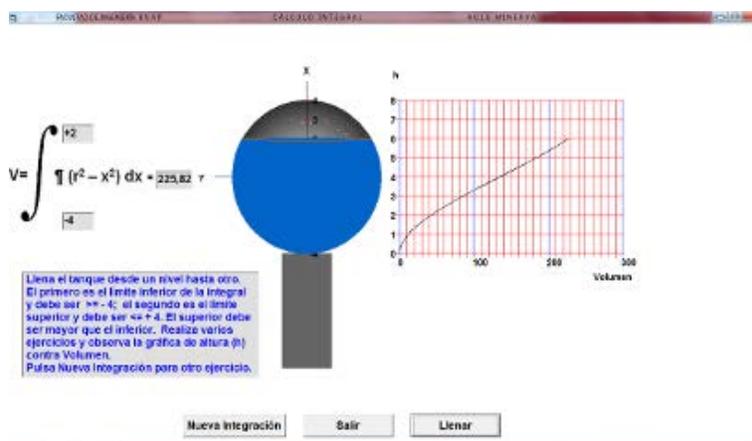


Figura 2. Primer ejemplo

En este caso el llenado se hizo desde -4 hasta +2. Es interesante observar y analizar la forma de la curva del gráfico. Ahora el simulador se convierte en *un juego atractivo* para el alumno sin olvidar el elemento central; la integral. En la Figura 3, se observa un segundo ejemplo en donde el llenado del tanque no inicia desde el fondo.

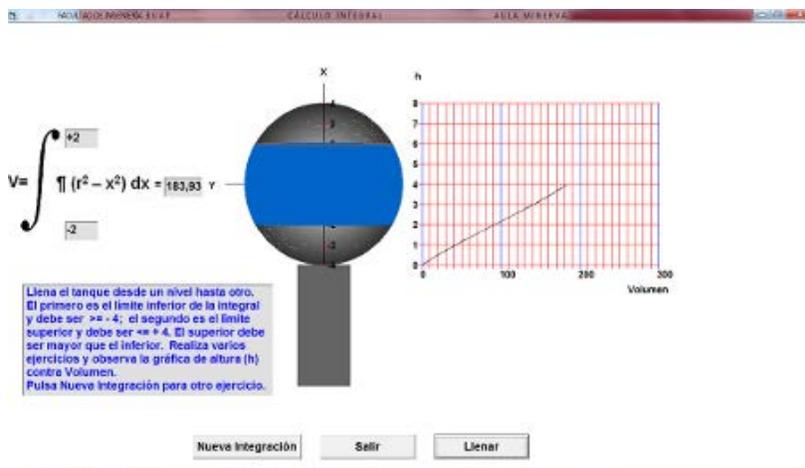


Figura 3. Segundo ejemplo, llenado del tanque desde -2 hasta 2 unidades

Probablemente, *un obstáculo* en el problema hubiera sido que el llenado siempre comenzara desde el fondo del tanque; pero una parte enriquecedora de un simulador es que permite analizar el fenómeno físico en cualquier punto de *la exploración*, aun cuando éste no fuera real; es el caso que se muestra en el tercer ejemplo presentado en la Figura 4 y 5.

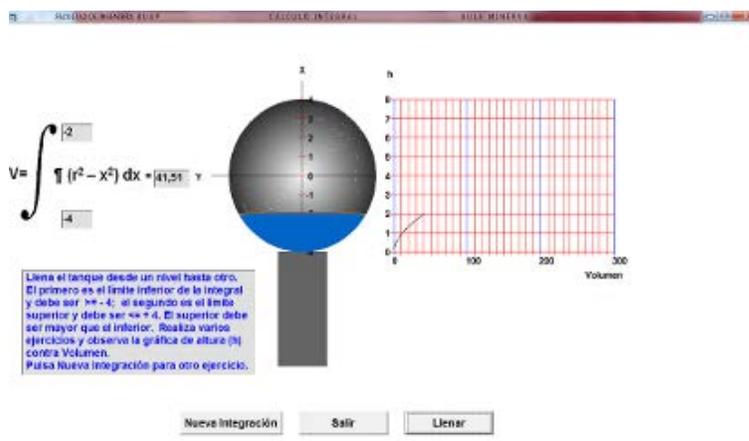


Figura 4. Tercer ejemplo, llenado del tanque desde -4 hasta -2 unidades

Si no se pulsa <Nueva integración> y se cambian los límites pueden observarse cosas interesantes como la siguiente. (Pérez, Contreras, Infante, y Macías, 2013, p.63)

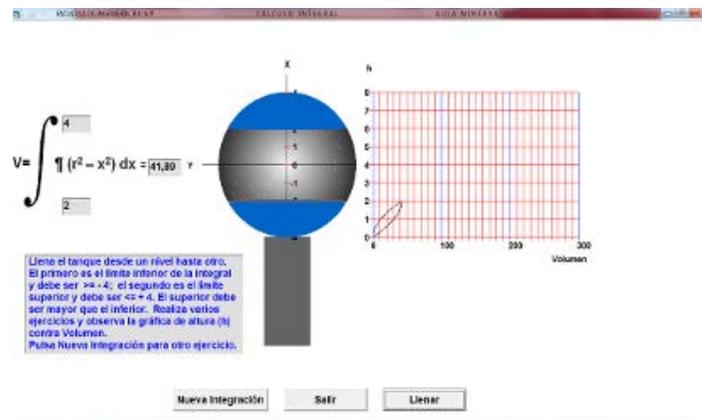


Figura 5. Continuación del tercer ejemplo, ahora el llenado del tanque es desde 2 hasta 4 unidades; manteniendo el llenado anterior

En este caso se dejó la información inicial, se cambiaron los límites y se pulsó <Llenar>. Se recomienda analizar la gráfica de las dos integraciones que se presentan en el mismo ejemplo. Ahora es momento de realizar un debate entre los alumnos para comprobar sus hipótesis del tema (la integración) de manera *numérica, gráfica, física e inmediata*.

Muestra de un programa de simulación del área de física

Al igual que el simulado anterior, éste también fue desarrollado en la Facultad de Ingeniería y se utiliza como apoyo a un nuevo ambiente de aprendizaje en el área básica de Ingeniería.

Aspersor. El objetivo del presente simulador es el análisis del movimiento parabólico a través de un aspersor oscilatorio vertical. En la Figura 6, se presenta la pantalla inicial del simulador en donde se indican las instrucciones y se pulsa el botón <problema>.

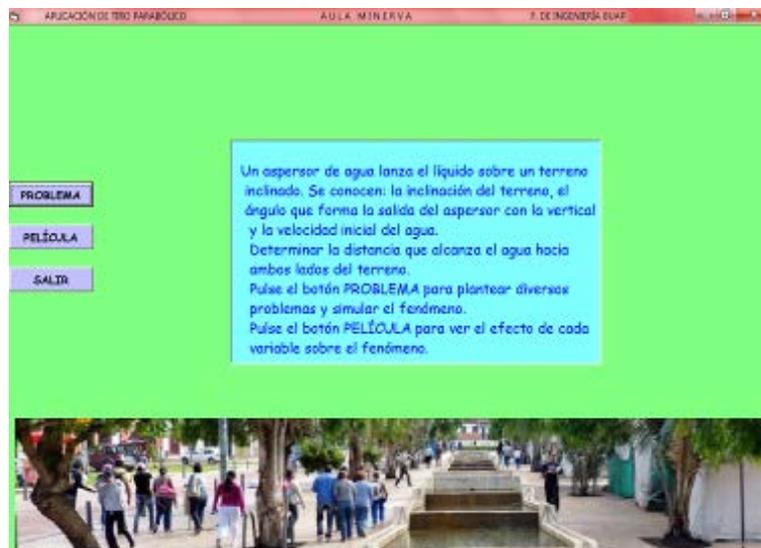


Figura 6. Presentación inicial del simulador

En la Figura 7, se muestra el problema en donde aparece un terreno inclinado con dos pequeñas rectas, que representan al aspersor de agua formando un ángulo con el eje vertical. Al lado derecho tres Scrolls para modificar la velocidad inicial del agua, el ángulo del aspersor con la vertical y la inclinación del terreno; y en la parte superior, el tiempo, la longitud y coordenadas donde el agua toca al terreno en ambos lados.

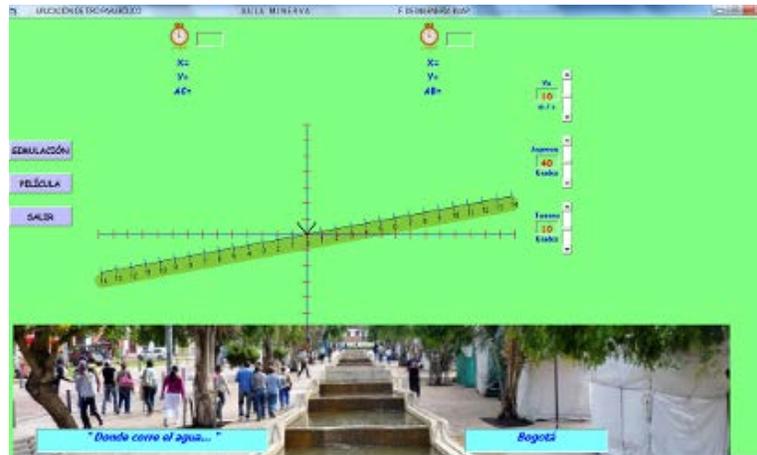


Figura 7. Presentación del problema inicial

En éste caso *la operación*, es “el movimiento parabólico”. El primer ejemplo se observa en la Figura 8, en donde el terreno se encuentra en una posición horizontal.

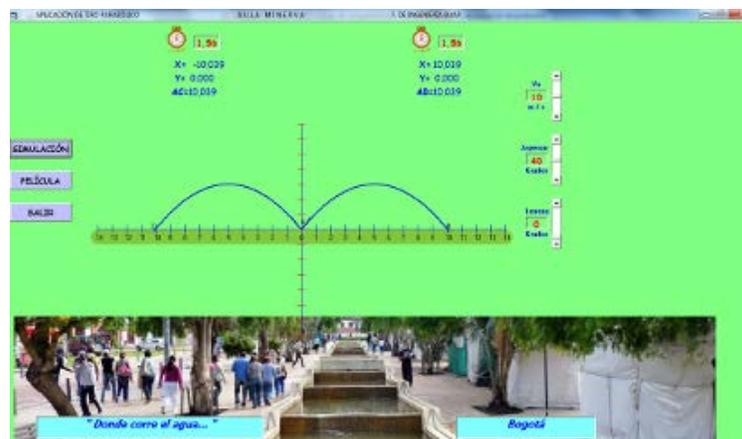


Figura 8. Primer ejemplo

El ejemplo inicial es calcular la distancia que el agua toca al terreno en la posición mostrada, considerando una $V_0 = 10$ m/s y un ángulo de 40° del aspersor con la vertical; se comprueba el cálculo pulsando <SIMULACIÓN>. Se aprecia que de ambos lados se alcanza la misma distancia de 10.039 m. En éste momento el simulador es *un juego atractivo* para el alumno. En la Figura 9, se muestra un segundo ejemplo, presentando el terreno una inclinación de 12° y nuevamente se pulsa <SIMULACIÓN>.

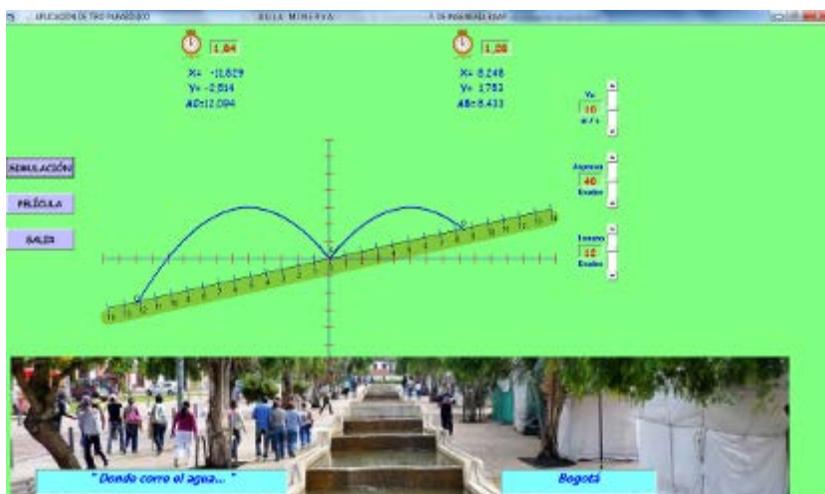


Figura 9. Segundo ejemplo, la distancia de $AB = 8.433$ m y de $BC = 12.094$ m.

Un *obstáculo* que el alumno pudiera tener es efectuar continuamente simulaciones cada vez que cambie un dato del problema, pero éste simulador tiene una herramienta práctica denominada “*película*” la cual muestra permanentemente la trayectoria del agua aun modificando las condiciones del problema a través de los Scroll, lo que permite analizar el movimiento parabólico del aspersor en cualquier punto de *la exploración*. Figura 10.

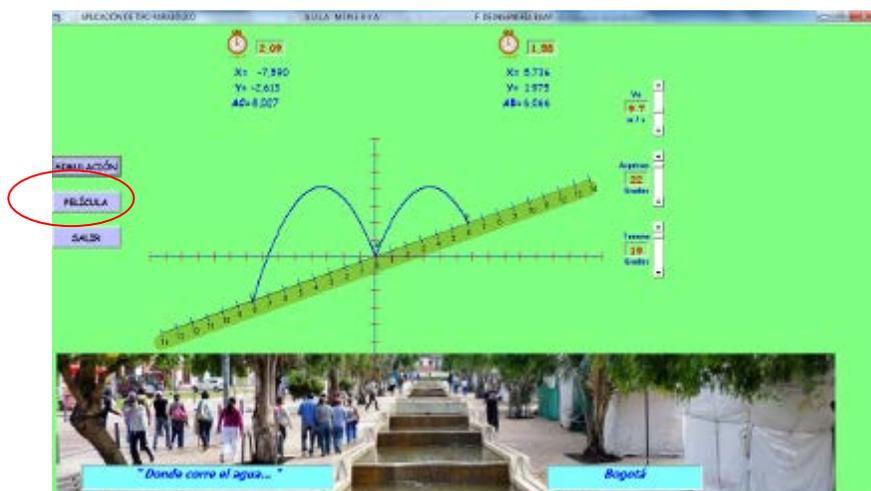


Figura 10. Comando Película

Modificando los datos se pueden apreciar diferentes resultados. Surgen las preguntas: ¿Cuántas combinaciones de inclinación del terreno, ángulo del aspersor y velocidad inicial pueden hacerse?, ¿Cuántos ejercicios pueden resolverse en una hora de clase?, y lo más importante: ¿Serán suficientes los ejercicios para que el alumno desarrolle criterios sobre éste fenómeno?, y así lograr que respondan a sus *hipótesis* del tema nuevamente de manera *numérica, gráfica, física e inmediata*. (Pérez, Contreras, Infante, y Macías, 2013, p.63)

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

El cuerpo Académico de Innovación Educativa en Ingeniería y el grupo de alumnos desarrolladores, concluyeron que **la enseñanza del conocimiento tradicionalista** (*expositiva y/o memorística*) genera la falta de interés y comprensión de los temas del área básica de Ingeniería en los alumnos, provocando la pasividad al recibir sólo la información; por lo cual, a través de una investigación pedagógica se llega a plantear y establecer **un nuevo ambiente de aprendizaje del conocimiento**, por medio de un aprendizaje por *exploración y descubrimiento* (participación activa) que plantea Bruner provocando que el alumno llegue a tener la iniciativa de convertir el conocimiento en su interés y al profesor en un mediador entre alumno-conocimiento. Esto se logró por medio de programas de simulación diseñados con la filosofía de Piaget al implementar al inicio del problema una operación, seguida de un juego atractivo en donde se introduce un obstáculo con información adecuada que ayudara al estudiante a explorar, resolver y probar sus propias hipótesis establecidas al inicio del tema; de forma numérica, gráfica, física e inmediata. Finalmente se genera en el aula de clase un ambiente de aprendizaje constructivista en donde los estudiantes descubren el conocimiento a través de un juego (simulador) y el docente interviene cuando es requerido, como se observa en la Figura 11.

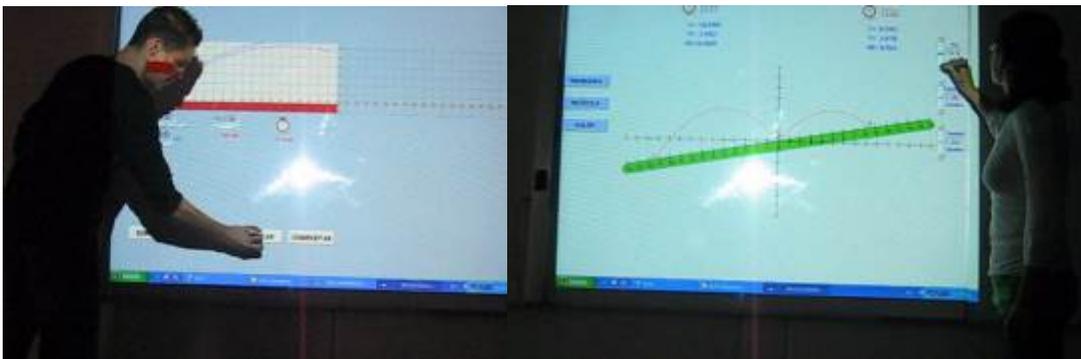


Figura 11. Alumnos del colegio de Ingeniería Industrial, participando en la clase de la materia de cinemática y dinámica

CONCLUSIONES

La disposición de un nuevo ambiente de aprendizaje permite explorar conceptos a través de modelos de simulación con los que se puede interactuar y obtener respuesta inmediata provocando un cambio positivo de actitud hacia el conocimiento por parte de los estudiantes, y cuando en la exploración participan varios alumnos, o un grupo completo, se genera una interacción que favorece al enriquecimiento del conocimiento. Por otra parte, el profesor logra demostrar con claridad el tema, exponer y explicar problemas de forma dinámica y estética; por consiguiente, se reduce el tiempo en la exposición y se logra mejores resultados de manera cualitativa y cuantitativamente; la intervención debe ser cuidadosa, haciendo sugerencias oportunas y preguntas detonantes o respondiendo a inquietudes, es muy importante que la guía no requiera de ser excesiva. Este proyecto ha sido intenso pero cuidadoso; se interactúa con profesores y estudiantes cuyas opiniones han sido enriquecedoras y favorables; tan es así que el equipo de trabajo ha logrado producir un libro en donde se presentan algunos de los simuladores probados y validados. El trabajo y

esfuerzo continúa debido a que en el nivel básico de Ingeniería se han obtenido buenos resultados.

BIBLIOGRAFÍA

Bruner, J. (1972). *Hacia una Teoría de la Instrucción*. Cuba: Ediciones Revolucionarias.

Piaget, J. (2003). *Aprendizaje y desarrollo*. México: Ediciones UNAM Facultad de Psicología

Pérez, C., Contreras, S., Infante. C.L., Macías, J.L. (2013) *Ambiente de Aprendizaje basado en Simulación y Lúdica*. Fomento Editorial BUAP.