



i.cemacyc.org

I CEMACYC

I Congreso de Educación Matemática de América Central y El Caribe

6 al 8 noviembre. 2013

Santo Domingo, República Dominicana



Actividades de aprendizaje en matemática, mediadas por recursos de la Web 2.0

Esteban **Ballester** Alfaro

Escuela de Ciencias y Letras, Instituto Tecnológico de Costa Rica

Costa Rica

eballester@iter.ac.cr

Resumen

El auge de las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC's), ha puesto al servicio de los usuarios, una serie de recursos gratuitos de uso común. La educación no puede obviar que este fenómeno cobija a los estudiantes de todas las edades, exponiendo a los educadores ante un nuevo reto donde, creativamente y mediante experiencias de aprendizaje innovadoras que impacten los procesos metodológicos dentro de las aulas, pueda poner las TIC's al servicio del aprendizaje de los mismos.

Este escrito detalla los resultados de una experiencia de aprendizaje implementada con estudiantes de Cálculo de la carrera de Ingeniería en Computación, que combina la teoría tradicional del estudio de movimientos de proyectiles con una experiencia de aprendizaje inductivo, basada en datos experimentales y el apoyo de recursos virtuales disponible en la Web 2.0.

Palabras clave: Instrumento, proyectiles, cálculo, Web 2.0, TIC's, aprendizaje.

Introducción

Continuamente los profesores de matemática se ven expuestos a situaciones en las que, los estudiantes insisten en cuestionar la aplicación práctica de lo que se estudia en esta disciplina. A nivel Universitario encontramos una fuerza de resistencia al cambio, en particular, cuando este implica actualización tecnológica de parte del docente. Como afirma Cabero (2005), las

Universidades están llamadas a incorporar NTic's dentro de sus procesos e ir perdiendo ese miedo al llamado "mi tesoro", es decir, entre profesores, estudiantes e instituciones debe prevalecer una cultura de colaboración mutua donde en un futuro cercano ya no sería cuestión de estudiar "en", sino "como" o "desde".

Los estudiantes actuales invierten una cantidad significativa de horas de su tiempo en redes sociales o espacios de naturaleza similar, de esta manera, plataformas como youtube, blogs, wikis y otras herramientas, constituyen medios de consulta frecuente para ellos.

En particular, los estudiantes de Ingeniería en Computación se sienten en su mayoría identificados con el uso de plataformas tecnológicas y encuentran un aliciente cuando cuentan con el respaldo de un profesor que les permita realizar sus trabajos en ellas. Claro está, que la naturaleza de su formación no garantiza que tengan un dominio avanzado sobre el uso de estas herramientas, pero, al menos se espera que dispongan de una predisposición que facilite la fase de apropiación de uso de esta.

Considerando las variables señaladas, se tomaron dos grupos de estudiantes de Cálculo de la carrera de Computación que tenían experiencia previa de trabajo en plataformas virtuales, adquirida tanto por iniciativa propia como por un curso previo. Se les expuso a varias experiencias de aprendizaje donde aspectos como indagación y experimentación, fuesen complementadas con las facilidades de recursos disponibles en la Web 2.0.

Se toma parte de los resultados documentados de esta experiencia para compartirlas en este escrito, esperando persuadir y motivar a otros docentes para que sigan innovando en sus clases haciendo un mayor aprovechamiento de los espacios virtuales.

Fundamentación

El entorno de esta experiencia se le conoce como la Web 2.0, no obstante, es un concepto que tiene sus diferentes acepciones dependiendo de la forma como se aborde, ya sea desde el campo social, económico-empresarial, filosófico e incluso, entre los llamados puristas y los Geeks. Para efectos de este escrito, entenderemos a la Web 2.0 desde los siguientes siete principios propuestos por Cobo&Pardo (2007): La World Wide Web como plataforma de trabajo, el fortalecimiento de la inteligencia colectiva, la gestión de las bases de datos como competencia básica, el fin del ciclo de las actualizaciones del software, los modelos de programación ligera junto a la búsqueda de la simplicidad, el software no limitado a solamente un dispositivo y las experiencias enriquecedoras de los usuarios.

La Web 2.0, conocida como la Web Social, se diferencia precisamente de la Web 1.0 no en el hecho de que sea una plataforma diferente, sino en las potencialidades y facilidades que le ofrece al usuario donde este pasa a tener protagonismo. Así, según Rexach (2010) afirma:

Pero más allá de todo intento de definición, el concepto de Web 2.0 es acerca de las personas y lo ellas podrían llegar a hacer con las herramientas disponibles (p.11)

Con lo anterior, se parte de que el aprendizaje se realiza mediante actividades que desarrolla el sujeto para construir el conocimiento, es decir, vivenciar una experiencia de aprendizaje en la que a partir de una serie de acciones propuestas por el docente, el estudiante pueda mediante la realización de conjeturas y el establecimiento de relaciones, entre otras cosas, generar un aprendizaje por descubrimiento con significado de lo aprendido. Como lo indica Asubel, Novak y Hanesian [citado en Espiro, 2009]:

Actividades de aprendizaje en matemática, mediadas por recursos de la Web 2.0

Después de realizado el aprendizaje por descubrimiento, el contenido descubierto se hace significativo, en gran parte, de la misma manera que el contenido presentado se hace significativo en el aprendizaje por recepción.

Claro está que el estudiante no es un ser vacío, sino que tiene conocimientos o bases previas y es en este sentido que los autores visualizan el aprendizaje significativo, es decir, hay aprendizaje significativo cuando el aprendiz puede relacionar de manera no arbitraria el nuevo conocimiento con lo que sabe a priori, comprende lo aprendido y se apropia de este conocimiento para aplicarlos en variados contextos.

Basado en esta propuesta, se deben privilegiar acciones que promuevan el trabajo cooperativo, el trabajo en equipo, el desarrollo de proyectos y actividades pertinentes para la construcción de conceptos, así como el desarrollo de capacidades para resolver problemas. De este modo, también Sánchez; Boix & Jurado (2009) consideran que desde el Internet se puede potenciar situaciones interactivas, facilitar la expresión y el control del entorno, potenciar tanto la interacción social como del aspecto motivacional del individuo, abriendo posibilidades infinitas para el desarrollo personal, familiar, laboral y en el campo de la innovación de la enseñanza, haciendo aportes mediante nuevas oportunidades didácticas.

La realización de la actividad humana en general para Vygotsky, requiere una serie de factores intermediarios, como son los instrumentos psicológicos simbólicos y los medios de comunicación interpersonal.

La teoría de la instrumentación es una propuesta actual neo-Vygotskyana expuesta por Verillon y Rabardel y que ha sido retroalimentada por otros autores que han realizado trabajos posteriores.

Los autores definen dos conceptos: artefacto e instrumento. Estos conceptos se pueden considerar respectivamente equivalentes a los instrumentos materiales y psicológicos definidos por Vygotsky. Verillon y Rabardel (1995) definen el artefacto:

Se refiere a todos los objetos de la cultura material a la que un niño tiene acceso durante su desarrollo. (p. 81)

Es necesario establecer algunas diferencias entre los instrumentos y los artefactos. Para Verillon y Rabardel el artefacto puede verse como un objeto material hecho por el hombre, mientras que el instrumento es considerado como un constructo psicológico. Verillon y Rabardel (1995) afirman:

El punto es que el instrumento no existe en sí mismo. Una máquina o un sistema técnico no constituyen inmediatamente una herramienta para el sujeto. Así, un instrumento resulta desde el establecimiento, por el sujeto, de una relación instrumental con un artefacto, ya sea material o no, producido por otros o por sí mismo (pp. 84-85).

Sobre esta diferencia, Artigue (2002) agrega:

El instrumento es diferenciado desde el objeto, material o simbólico, sobre el cual está fundamentado y para lo cual es usado el término "artefacto". Así, el instrumento es una entidad mixta, parte artefacto, parte esquemas cognitivos los cuales lo hacen un instrumento (p.250).

Para explicar la funcionalidad del instrumento en esta teoría, así como el proceso en el que un artefacto se transforma en instrumento, Verillon y Rabardel proponen el siguiente modelo de Situaciones de la Actividad Instrumentada (IAS: Instrumental Activity Situations) que considera las situaciones de actividades donde el artefacto sufre esta transformación:

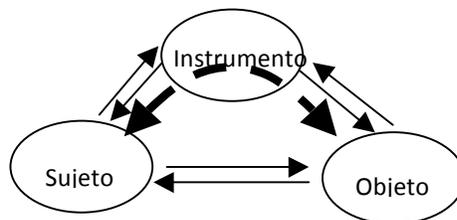


Figura 1: Modelo de IAS

Este modelo expone las diferentes relaciones que se dan entre la triada: sujeto, instrumento y objeto, bajo un modelo de situaciones de la actividad instrumentada. Primeramente encontramos relaciones directas de manera respectiva: Sujeto-Instrumento, Instrumento- Objeto y Sujeto-Objeto. No obstante, estas relaciones son bien conocidas bajo cualquier otro tipo de actividad, entonces, la novedad de esta teoría radica en la línea punteada (ver figura 1) que intenta explicar cómo el sujeto se apodera del objeto a partir de la mediación del instrumento.

Para cualquier persona que interactúa con un artefacto, este no tiene un valor instrumental desde un inicio, sino que este valor instrumental se adquiere mediante un proceso. Artigue (2002), expone que debe existir un proceso mediante el cual el artefacto se transforme en instrumento y a este proceso lo denomina *Génesis Instrumental*, que además involucra la construcción de esquemas personales o la apropiación de los esquemas sociales preexistentes. Esta génesis instrumental trabaja en dos direcciones: la instrumentalización (la sujeto aprende a manipular el instrumento) y la instrumentación (el sujeto usa el instrumento para razonar, pensar, cambiar sus esquemas cognitivos).

Un aula virtual, al igual que al aula tradicional, es un espacio cultural pero, que según Tishman; Perkins & Jay (1997) no en todas las aulas es posible generar una cultura de socioconstrucción del conocimiento. Los autores exponen que para impactar positivamente en el aprendizaje y en la experiencia formativa de manera relevante, toda aula debe poseer cuatro dimensiones forzosas: los contenidos relevantes y actualizados; el procesamiento pedagógico de los contenidos que evite la disposición de estos sólo de manera presencial, es decir, ¿información para qué?; la tutoría virtual donde desarrolle un clima de interacción entre los participantes que les permita aprender a pensar con los otros de manera colaborativa, sin descuidar el seguimiento evaluativo y autoevaluativo de los involucrados; el dispositivo tecnológico, que adquiera una dimensión instrumental donde además de facilitar la comunicación entre los estudiantes, funja como un mediador para que los participantes socio-construyan el aprendizaje.

Se hace mención a una dimensión instrumental del dispositivo tecnológico porque a diferencia de la herramienta que cumple con su única función de desempeñar un papel para lo cual fue creado, el instrumento se desarrolla dentro de un contexto mixto, que involucra en parte la herramienta (artefacto representado por los entornos virtuales de la Web 2.0) y en parte esquemas cognitivos producto de pensar con el artefacto (Verillon y Rabardel (1995), Artigue (2002)). En este contexto, el aula virtual debe ser el medio para pensar y aprender, no solamente un medio para intercambiar documentos y comunicarse de manera sincrónica y asincrónica, que además, complementada con una fase experimental vivencial, resulta ser una propuesta de trabajo alentadora.

Metodología.

Actualmente los requerimientos técnicos y de personal para la incorporación de TIC's en el aula, no es un problema tan alarmante dentro de las realidades de muchos países a nivel mundial, pero,

como indica Cabrero (2005), los problemas son más de corte cultural, metodológico, organizativos y estructurales. El interés particular de este artículo, es hacer una contribución en el aspecto metodológico.

Los resultados que se expondrán en este escrito, se centrarán en una actividad específica por razones de espacio, no obstante, el éxito de la misma nos es un asunto simple que se pueda considerar meramente desde la óptica de esta actividad, sino que desde la planificación se buscaba aprovechar un proceso educativo que venía fortaleciéndose en las plataformas virtuales desde cursos previos.

El curso se desarrolla de la manera tradicional presencial, con la variante de que se realizaron dos trabajos extraclases que fueron abordados por los estudiantes haciendo uso de plataformas virtuales. Los sujetos del estudio fueron alrededor de unos 60 estudiantes de la Carrera de Ingeniería en Computación del Instituto Tecnológico de Costa Rica, de la Sede Regional San Carlos, que estaban cursando Cálculo durante el II Semestre de 2010. En su mayoría, los estudiantes habían ingresado a dicha carrera ese año, no obstante, se contaba con una base importante de estudiantes repitentes de generaciones anteriores.

Si revisamos la malla curricular de dicha carrera se puede identificar que los estudiantes, antes de poder matricularse en el curso de Cálculo, deberán cumplir con el requisito de tener aprobado el curso de Matemáticas Discretas, que en su totalidad lo habían recibido con el mismo profesor. En este curso previo, los estudiantes realizaron varios trabajos que implicaba cierto tipo de indagación y exploración apoyados en recursos virtuales. Seguidamente se detallan los recursos más utilizados para la realización de esos trabajos y el uso respectivo dado en el proceso:

Recurso virtual	Uso
Diseño de blogs en la plataforma Blogger	Como medio de publicación de los resultados de cada uno de los retos que se le plantearon en la asignación. Brinda la posibilidad de complementar la información textual con recursos como vídeo, gadgets, imágenes, entre otras cosas y ofrece al lector la posibilidad de comentar los post
Trabajo en Wikis usando Wikispaces	La wiki fue un recurso de apoyo colaborativo. Tuvo dos funciones muy puntuales: la primera consistía en compartir referencias tanto virtuales como físicas que podrían contener información importante para el trabajo, entonces, se compartían con el resto de compañeros basado en la premisa de que se pueden potenciar las posibilidades de colaboración porque las búsquedas se vuelven colectivas; la segunda consistió en compartir la dirección de su blog e instar a los compañeros a que realizaran una visita y dejaran sus comentarios (principio de socialización de los resultados)
Plataforma de Googlewave (se encuentra fuera de funcionamiento desde 2011)	Al ofrecer facilidades de trabajo sincrónico y asincrónico, la plataforma de googlewave se convirtió en el espacio virtual de ensayo y error, donde se creaba una wave privada para cada equipo de trabajo, donde el profesor podía tener acceso a todas ellas. Se restringía las posibilidades de trabajo dentro de la plataforma para poder monitorear la cantidad de ingresos de los

	participantes, el número y la calidad de los aportes, asesorar en el momento oportuno, cada miembro del equipo podía evaluar lo que proponía el compañero y se generaban las discusiones para consensuar la respuesta final.
Google docs	La compatibilidad entre todas las plataformas o servicios que pone a disposición de los usuarios la compañía google, es una gran virtud que se tiene que aprovechar en estos casos. De esta manera, una vez consensuada la respuesta en googlewave, se creaba de forma paralela un documento formal en googledocs, que iba a ser el trabajo final a calificar. Hoy en día, las opciones para crear documentos en la plataforma han mejorado y migrado a la nube, mediante la tecnología de Google Drive.
Otros recursos como foros, slideshows, gadgets, chats, Skype	Los estudiantes desarrollaron actividades que involucraban la discusión de casos en foros dentro de la plataforma institucional llamada Tec Digital (basada en tecnología de DotLRN). La necesidad de mejorar los recursos disponibles en el blog, obligaba a desarrollar presentaciones tipo Slideshows y con los gadgets (otras aplicaciones complementarias como contadores de visitantes, hora y fecha, menús, etc). Las posibilidades de comunicación sincrónica se desarrollaron en su mayoría en los chats internos de las plataformas y hubo un importante uso de la aplicación de Skype

Figura 2. Recursos virtuales de la Web 2.0 utilizadas por los estudiantes, con su respectivo uso

Basada en esa experiencia desarrollada en el curso de Matemáticas Discretas, se formula una propuesta que buscaba aprovechar esas bases ya cimentadas, debido a que los estudiantes ya había superado la fase de Instrumentalización y ahora, se podría ofrecer retos en donde la actividad intelectual fuese mayor.

Se conformaron equipos de trabajo con los estudiantes de entre 4 o 5 integrantes máximo. Para realizar el trabajo los estudiantes contaron con una guía completa en formato pdf elaborada por el profesor, donde se detallaban los cuatro retos que deberían atender durante la actividad extraclase. Seguidamente, un breve resumen de cada reto:

1. El movimiento de proyectiles, como parte de las aplicaciones a la física: se hace una introducción del movimiento parabólico en diferentes situaciones cotidianas, como el movimiento de los huracanes, las acrobacias y otros deportes. Finalmente, se explica que muchos de estos casos representan movimientos de proyectiles frecuentemente estudiados en física.
2. Buscando a Cenicienta: dónde a partir de una lista de pistas debían construir el cuadro de variación y la gráfica de una función. Ellos recibirían por separado un par de pistas a su correo, luego, deberían compartirlas con el resto de los compañeros de trabajo. El reto solo se podía resolver si se contaba con todas las pistas completas.
3. Crecimiento humano: caso en el que estudiaría la forma en la que las personas vamos creciendo desde la infancia hasta la edad adulta. La idea consiste en que a partir de los datos que se disponen en el Caja Costarricense del Seguro Social, donde se establecen los parámetros normales relacionados con el crecimiento en función de la edad, los estudiantes

haciendo uso de la calculadora TI-92 generarían una curva de mayor ajuste para luego trabajar con ella, haciendo un análisis de crecimiento, máximos y mínimos.

4. Cierre y exploración: dónde se les pedía a los participantes realizar una reflexión sobre la experiencia. Esta parte es importante porque el estudiante, luego de lo realizado en los restantes retos, debían hacer una abstracción personal de todo lo aprendido durante la experiencia o al menos, indicar los aspectos que captaron en demasía su atención e interés.

Dada las restricciones de espacio con las que se cuenta, este artículo dará un trato especial a los resultados obtenidos en el reto 1 y 4. Para desarrollar estos retos los estudiantes debían realizar el proceso en dos fases:

1. Una primera fase experimental: los grupos programaban una cita durante una semana en específico y se movilizaban a un lugar acondicionado con los implementos básicos que se iban a requerir, según lo había solicitado el profesor en la guía. El equipo tomaba las instrucciones para la construcción de un cohete de papel que iba a ser lanzado varias veces desde la base del suelo y a partir de diferentes ángulos: 15° , 30° , 45° , 60° y 75° .

Una vez elaborado el cohete se usaba un soporte metálico donde se coloca una prensa que cumpliría la función de soporte para el punto de lanzamiento, cuyo ángulo se regularía con un transportador. El motor impulsor del lanzamiento sería a partir de presión de aire usando una botella plástica de refresco, donde a la salida se conectaba con una manguera que en el otro extremo contaba con un tubo de PVC en el cuál, se insertaría el cohete. Se aclara que el modelo debe prever la eliminación de fugas de aire para garantizar el máximo impulso de lanzamiento.

Una vez listo el prototipo, se disponían a realizar los lanzamientos, en este caso, se realizaron cinco por cada ángulo y el alcance horizontal registrado se basaría en el promedio de estos 5 datos. Durante los lanzamientos y la fase previa del diseño del prototipo los estuantes documentaban la actividad con fotografías y grabarían un vídeo. La siguiente figura, ayuda a ilustrar el diseño final del prototipo:

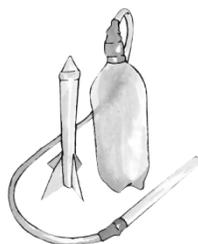


Figura 3. Prototipo propulsor para lanzamiento de cohete

2. Luego de la experimentación los estudiantes llegaron a ciertas conclusiones en relación al alcance horizontal en función del ángulo, entre otras cosas y entonces, el siguiente obstáculo consistiría en confrontar sus resultados experimentales con lo que la teoría física explica. La fase experimental se compartiría en un blog creado por ellos y la fase de análisis experimento-teoría, se realizarían de forma completa en un doc de google para la respectiva revisión y retroalimentación por parte del profesor.

Al finalizar el blog los estudiantes invitaron a sus compañeros de clase para que visitaran su blog, esto en una wiki especial que propuso del profesor. Para la revisión de los trabajos se

contó con la opinión de pares externos, quiénes eran otros profesores de matemática y de la carrera de Computación que amablemente, luego de visitar los blogs, devolvían al profesor una evaluación basada en rúbricas que previamente se les daba a conocer.

Finalmente, es importante aclarar que la actividad de lanzamiento de cohetes es una adaptación de un modelo experimental utilizado en el Exploratorium de San Francisco, USA.

Análisis de resultados.

Una vez realizado el prototipo los estudiantes iniciaron con los lanzamientos en un campo abierto y amplio. Cabe mencionar que por las condiciones climáticas de la zona, la lluvia siempre fue una amenaza que en algunos momentos obligaron a los estudiantes a movilizarse a un espacio cerrado, pero, que permitía continuar con el proceso.

Seguidamente, se presenta la tabla de resultados de uno de los grupos

Resultados finales ya promediados:

Ángulo	Tiempo de vuelo(s)	Alcance máximo horizontal	Tiempo de altura máxima (s)	Altura máxima (m)	Rapidez inicial (m/s)
15	1,938	18,41	0,0810	3,7849	9,5326
30	1,768	17,2	0,1670	13,8244	9,8652
45	2,552	23,98	0,2448	28,9083	9,6980
60	2,828	16,38	0,2046	20,4085	6,1295
75	3,198	18,04	0,2548	31,2419	6,1688

Figura 4: Medidas relacionadas con el lanzamiento del cohete, según variación del ángulo de disparo.

Durante la fase de recolección de datos los estudiantes solamente registran la distancia horizontal y el tiempo de vuelo, las restantes medidas se obtienen a partir de las fórmulas teóricas que explican el comportamiento de los proyectiles en física. La toma de datos es un aspecto en el que el profesor debe insistir, porque la mínima variación en el disparo u otro aspecto del proceso podría sesgarlos. La escogencia de los ángulos, si logran apreciar en la primera columna de la Figura 4, son parejas de ángulos complementarios de escogencia intencional porque se pretendía que los estudiantes pudiesen comprobar los resultados teóricos que demuestran que el alcance horizontal de un proyectil, es idéntico para ángulos de lanzamiento complementarios. La siguiente figura, ilustra este comportamiento:

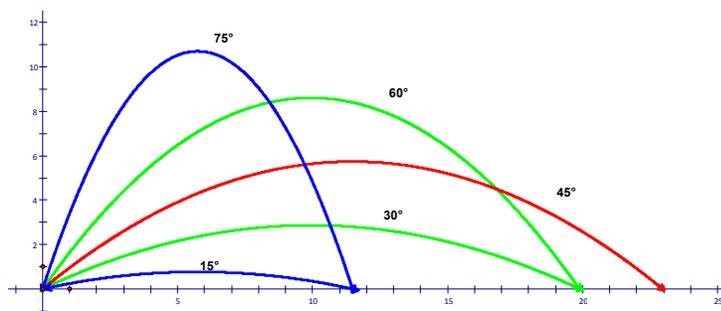


Figura5. Variación del alcance vertical de proyectil, en función del alcance horizontal

El grupo que propuso la Figura 4 efectivamente llega a esa conclusión sin problema alguno para los ángulos complementarios de 15° y 75°, pero, en el caso de 30° y 60° manifestaron tener una

sospecha fuerte, pero una leve duda surgida por a la variación hace que no sea muy fuerte el argumento. Adicionalmente concluyen que el ángulo de 45° es el que proporciona el alcance máximo horizontal.

Por otra parte, al mantener los ángulos complementarios alcances horizontales similares, los estudiantes explican que sí se evidencia en la columna de “alcance vertical” una notable diferencia, donde para el ángulo menor se tiene un alcance vertical relativamente bajo mientras que para el ángulo mayor, al estar el apuntador más cerca de la vertical, se tendrá una elevación mayor.

En la siguiente fase, los estudiantes tuvieron que confrontar sus datos experimentales con la teoría. La idea consistía en comprobar algunas fórmulas y a partir de estas validar sus conjeturas o en caso de que los datos experimentales no coincidieran, ellos buscarían la explicación que justificara los posibles errores acontecidos en la toma de datos. Se les proporcionó la siguiente información base:

Medida	Fórmula
Velocidad inicial horizontal	$V_{x0} = V_0 \cos(\theta)$
Velocidad inicial vertical	$V_{y0} = V_0 \text{sen}(\theta)$
Alcance (distancia) horizontal	$X(t) = V_{x0}t$
Alcance vertical	$Y(t) = Y_0 + V_{y0}t - \frac{1}{2}gt^2$
Velocidad horizontal en el tiempo	$V_x(t) = V_0 \cos(\theta)$
Velocidad vertical en el tiempo	$V_y(t) = V_{y0} - gt$

Figura 6. Fórmulas físicas básicas para lanzamiento de proyectiles

A partir de los datos de la Figura 6, se le asignaron una serie de tareas a los estudiantes que se resumen a continuación:

- Comprobar la validez de estos resultados: $X(t) = V_0 \cos(\theta) t$, $Y(t) = Y_0 + V_0 \text{sen}(\theta)t - \frac{1}{2}gt^2$
- Comprobar que $[X(t)]' = V_x(t)$ y $[Y(t)]' = V_y(t)$ (derivadas de las distancias horizontal y vertical)
- A partir de la fórmula que calcula el recorrido $R(\theta, t_v) = V_0 \cos(\theta)t_v$ y apoyados en la ecuación auxiliar $Y(t) = 0$, se debía resolver el problema de optimización, identificando el ángulo que permitiese obtener el alcance máximo horizontal.
- A partir de la Función Objetivo $Y(t) = Y_0 + V_0 \text{sen}(\theta)t - \frac{1}{2}gt^2$, se le solicitó a los estudiantes que comprobaran que efectivamente $Y_{max} = Y_0 + \frac{V_0^2 \text{sen}^2(\theta)}{2g}$ era el valor

correspondiente al alcance vertical máximo observado en un lanzamiento para un ángulo específico.

Esta segunda fase de comprobación teórica es más similar a la que se acostumbra a hacer en los cursos, tanto de física como matemática donde el fenómeno de lanzamiento de proyectiles sea el tema base, pero, el complemento de realizar el experimento de manera a priori y disponer de la posibilidad de compartir los resultados con otras personas en la web, generó un atractivo particular para los actores y un reforzamiento de la teoría como consecuencias de la parte vivencial, al punto que en evaluaciones posteriores los estudiantes afirmaban recordar muchos de los resultados teórico a partir de recuerdos que se crearon durante la experiencia de los lanzamientos, porque mentalmente lograron hacer ese anclaje visual de la fase de experimentación con la teoría.

Como anteriormente se indicaba, se le solicitó a los estudiantes que expresaran sus impresiones sobre la actividad y en este sentido, se rescatan algunas apreciaciones:

En conclusión general además de reforzar los temas ya vistos en clase, aprendimos a elaborar trabajos utilizando una serie de herramientas que están disponibles siempre y que nunca se les saca el provecho que se debería, en esta asignación en particular utilizamos un módulo de blog el cual nunca había usado, tuvimos que investigar sobre como subirle animaciones, videos y demás, la creación y edición de flash, la parte del video y el tener que subirlo a Youtube, todas un conjunto de herramientas que nunca antes había siquiera pensado en utilizar lo cual hizo más interesante y provechoso la asignación. Considero y pienso que al igual que mis compañeros que este ha sido un trabajo que nos dejó mucho y no solo sobre curso, sino que ha ampliado nuestra visión como debe ser la realización de nuestro trabajo no se debe limitar a lo típico.

Marvin

Bueno en esta segunda asignación el principal conocimiento fue sobre el movimiento parabólico a medir todas esas variables como rapidez inicial, altura máxima, tiempo en altura máxima etc.. pero aún más importante que eso aprendí que un curso de cálculo no debe ser tan magistral como en el pasado este tipo de asignaciones a mí personalmente me motivo mucho a ponerle más interés al curso ya que no es la primera vez que llevo el curso y este es el curso de cálculo más dinámico que he llevado, felicitaciones Profesor esta nueva metodología sin duda alguna marcará una pauta en los cursos impartidos por la escuela de ciencias y letra que se imparten en el tec que normalmente son aburridos y repetitivos.

También aprendí a no tomar a la ligera este tipo de asignaciones ya que su realización se tomó su tiempo y su grado de dificultad era mayor de lo pensado esta asignación es comparable a una tarea programable de cualquier curso de la carrera.

Ricardo

Estas dos apreciaciones reflejan el sentir de la mayoría, que en un principio veían el trabajo con cierta reserva, claro, como lo indicaron, esta modalidad de trabajo rompió el esquema tradicional de trabajo de los cursos de cálculo, en particular rescato las palabras de Ricardo que era estudiante repitente y tenía un parámetro de comparación como argumento. La asignación se realizó en octubre a un mes de finalizar el segundo semestre, donde por cuestiones propias de la universidad es el mes más cargado de trabajo para los estudiantes y esa era una de las razones por las cuáles mantenían su reserva debido a que el factor tiempo jugaba en su contra, no obstante, fue motivante ver que cuando llegaron a trabajar y empezaron todo el proceso se les veía más relajados en un ambiente de compartir haciendo, de este modo los fallos, los errores, los

aciertos, las puestas en común acuerdo y demás, lograron un nivel de compromiso y apropiación que inclusive algunos de ellos aún conservan el cohete como recuerdo.

Para finalizar esta sección es trascendental el efecto más allá del curso que trae a colación este tipo de actividades, porque al estar los estudiantes realizando la fase experimental fue interesante observar como esta acción visual despertaba el interés de todas las personas particulares que circulaban en el mismo espacio, que se acercaban a los estudiantes a preguntarle lo que estaban haciendo y la razón del mismo, enterarse que en un curso de matemáticas era posible realizar este tipo de actividades era novedoso para la gente, algunos hasta se tomaron fotos con los estudiantes para llevarse un recuerdo de lo visto.

Para cerrar esta sección, no queda más que resaltar que este tipo de actividades tienen un alto potencial para educar, socializar y sensibilizar a la población civil, a los funcionarios de la institución de diferentes puestos, los mismos estudiantes, sus familias, compañeros y con la posibilidad de dejar sistematizada esta experiencia en un blog, les permite impactar aún más allá de nuestras fronteras institucionales.

Conclusiones

1. Los recursos tecnológicos de la Web 2.0, mediaron en el proceso como un instrumento, mejorando las vías de comunicación para desarrollar análisis colectivos entre miembros del equipo de trabajo. El pensamiento colectivo en plataformas, tanto de manera sincrónica como asincrónica, enriquecen significativamente los análisis.
2. Las posibilidades de interacción tanto en la web como a nivel presencial, mejoraron las relaciones interpersonales del equipo. El empoderamiento que cada estudiante tuvo al ser partícipe de todo el proceso, repercutió en una actitud más comprometida con el mismo y los resultados.
3. Las posibilidades de innovación y creatividad fueron aprovechadas por los participantes, quiénes, a manera de ejemplo, intentaron variaciones de diseño del cohete mejorando su diseño original a formas más aerodinámicas, no propuestas en la guía de trabajo, que pudiesen lograr mayores alcances y al punto que se generó una competencia sana entre los diferentes equipos por desarrollar ese prototipo de cohete de mayor alcance de vuelo. Adicionalmente, sorprende la aparición de estudiantes con conocimientos y capacidades interesantes que encuentran una oportunidad en este tipo de actividades para mostrarlas o darlas a conocer, como por ejemplo a nivel de diseño de Interface, elaboración de vídeos y liderazgo en el equipo de trabajo.
4. Los estudiantes aprendieron tanto aspectos propios del contenido base del curso que justificaba la actividad como, un aprendizaje adicional como valor agregado en cuanto al uso de plataformas virtuales y formas de trabajo en ellas, al punto de que actualmente manifiestan que desde esa experiencia puntual, continúan utilizando los recursos virtuales para realizar sus trabajos en los restantes cursos e incluso, en otras actividades personales individuales o que impliquen grupos de trabajo. Además la experiencia despertó la iniciativa por seguir indagando, experimentando e incorporando el uso frecuente de recursos más recientes que no estuvieron disponibles en su momento. A pesar de que algunos sí conocían las bondades de las plataformas a nivel técnico, manifestaron que la experiencia les enseñó a aprender estrategias para trabajar en colectivo, una deficiencia constante que no habían

podido resolver y que les resultaba útil dada las limitaciones de espacio físico para reuniones presenciales.

Finalmente, cabe mencionar que las capacidades de escritura y comunicativas se mejoran significativamente en la medida en que los estudiantes reciben constante retroalimentación; desde luego, al estar expuestos a una situación donde deben escribir no solo para ellos a nivel individual, sino para socializar ideas y propuestas para el grupo y el público en general a partir de los blogs, lo que los obliga a repensar lo escrito si prevalece el interés en que garantizar que el mensaje llegue al público meta, pues así lo demandan las necesidades de comunicarnos.

Referencias

- Artigue, M. (2002). Learning mathematics in a CAS environment: the genesis of a reflection about instrumentation and dialectics between technical and conceptual work. *International Journal of Computer for Mathematical Learning*, 7, 245- 274.
- Cabrero, A. (2005). Las TICs y las Universidades: retos, posibilidades y preocupaciones. *Revista de Educación Superior*, 34, 77-100.
- Cobo, C & Pardo, H. (2007). *Planeta Web 2.0. Inteligencia colectiva o medios fast food*. Grup. Recerca d'Interaccions Digitals, Universitat de Vic. Flacso México. Barcelona / México DF.
- Espiro, S.(2009). *El aprendizaje en entornos virtuales*. Virtual Educa: Argentina.
- Kozulin, A. (2000). *Instrumentos psicológicos: la educación desde una perspectiva cultural*. PAIDÓS, Barcelona.
- Murphy, P& Lambertson, P. (2003). *The Math Explorer*. San Francisco: Exploratorium.
- Pea, R. (1985). Beyond amplification: Using computers to reorganize mental functioning. *Educational Psychologist*, 20, 167-182.
- Pea, R. (1993). Practices of distributed intelligence and designs for education. En G. Salomon (ed). *Distributed cognitions: Psychological and educational considerations* (pp. 47-87). Kingdom. USA: Cambridge University Press.
- Rexach, V. (2010). *El manejo de la información: nuevos y viejos esquemas para un mismo problema*. Virtual Educa: Argentina.
- Sánchez, A; Boix, J & Jurado, P. (2009). La sociedad del conocimiento y las TICs: una inmejorable oportunidad para el cambio docente. *Pixel-Bit Revista de Medios y Educación*, 34, 179-204.
- Tishman,S; Perkins,D & Jay,E. (1997). *Un aula para pensar: aprender y enseñar en una cultura de pensamiento*. Buenos Aires: Aique.
- Verillon, P & Rabardel, P. (1995). Cognitions and artifacts: a contribution to the study of thought in relation to instrument activity. *European Journal of Psychology of Education*, 10 (1), 77-101.