



**CONGRESO
IBEROAMERICANO**
DE CIENCIA, TECNOLOGÍA,
INNOVACIÓN Y EDUCACIÓN

BUENOS AIRES, ARGENTINA
12, 13 Y 14 DE NOVIEMBRE 2014

**CONGRESSO
IBERO-AMERICANO**
DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA,
INOVAÇÃO E EDUCAÇÃO

BUENOS AIRES, ARGENTINA
12, 13 Y 14 DE NOVIEMBRE 2014

Aprendizaje de la Física a partir de la Resolución de Retos. Un ejemplo con el estudio del yoyo-chino en el LAC del CCH de la UNAM

ASTUDILLO, V.; RAMOS, J.; PÉREZ, R.

Aprendizaje de la Física a partir de la Resolución de Retos. Un ejemplo con el estudio del yoyo-chino en el LAC del CCH de la UNAM.

AUTORES

Fís. Virginia Astudillo Reyes

M. en C. Javier Ramos Salamanca

I.Q. Ramón Pérez Vega

CORREOS ELECTRÓNICOS

virgastu@unam.mx; vickyastu@yahoo.com

jramoss@unam.mx; jramoss2020@hotmail.com

ramon.perez@cch.unam.mx; ramperorient@yahoo.com

INSTITUCIÓN

Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)

Laboratorio Asistido por Computadora (LAC) en el Plantel Oriente del Colegio de Ciencias y Humanidades (CCH)

MODALIDAD

Experiencias

RESUMEN

Profesores del Grupo LAC iniciamos en 2010 una nueva etapa de trabajo en la búsqueda de una didáctica acorde a los Principios del Colegio, los Programas de Física y que fuera congruente, particularmente, con los postulados de aprender a aprender y aprender a hacer. Con esta propuesta pretendemos favorecer a nuestros alumnos, tanto de grupos curriculares como de los participantes en las Estancias LAC en el SILADIN, ofreciéndoles una ventaja real para lograr aprendizajes tanto en el campo de la Física como en el aspecto metodológico en relación con la investigación. Hemos diseñado y probado una metodología diferente para la enseñanza y el aprendizaje de la Física que denominamos Aprendizaje de la Física a través de Retos y que, por supuesto, puede extrapolarse a otros campos del conocimiento. Se plantea a los alumnos una problemática para ser respondida a través de actividades, fundamentalmente experimentales, que ellos mismos habrán de proponer, realizar y ajustar. Se presenta al alumno un problema nuevo, del que no sabe la solución ni puede encontrar la respuesta de manera inmediata; se trata de una situación desconocida que para resolverla tiene que ser creativo en cuanto a la metodología a seguir, diseñar sus propias estrategias que le permitan encontrar la solución bosquejando, desde un inicio, el tipo de análisis habrá de realizar para rescatar elementos e información imprescindibles en el estudio del sistema físico que le ofrezcan una alternativa para resolver la problemática planteada de manera fundamentada y responderse las interrogantes surgidas. Sin embargo, con los alumnos que participaron en la Estancia LAC se llegó más allá de lo que inicialmente nos propusimos los profesores: a partir de las investigaciones que los alumnos desarrollaron en la Estancia LAC a lo largo de este ciclo escolar, ellos mismos se plantearon un Reto a resolver a partir de la experiencia y el conocimiento que adquirieron al seleccionar el sistema físico o el evento que deseaban estudiar, ya sin la necesidad de que los profesores lo planteáramos. Mostraremos como ejemplo el trabajo realizado por uno de los equipos que decidió estudiar el movimiento del yoyo-chino apoyados en la videofilmación a alta velocidad y el uso del software Wondershare para la edición de video; el software Logger Pro para el registro de información, su análisis y modelado; y el software Modellus para desarrollar una simulación del evento y contrastarla con el evento real filmado.

DESARROLLO

Profesores del Grupo LAC (Laboratorio Asistido por Computadora) a partir del año 2010 comenzamos a construir una nueva metodología enfocada a la enseñanza y el aprendizaje de la Física que fuera congruente con los Principios del Colegio y el Marco Conceptual del Área, y fuera acorde al enfoque de los Programas de Física y que fuera congruente, particularmente, con los postulados de aprender a aprender y aprender a hacer. Comenzamos por revisar otras alternativas didácticas que coincidieran con la forma de trabajo que desarrollamos en el CCH y las didácticas que nos parecieron más adecuadas fueron el Aprendizaje basado en la Resolución de Problemas (ARP) y la didáctica llamada Aprendizaje Basado en Proyecto (ABP). Sin embargo encontramos que estas propuestas presentaban limitaciones, entre ellas, que ambas implicaban un tiempo demasiado amplio para la planeación y la ejecución del proyecto, y no había una congruencia que fuese evidente con el Modelo Educativo del Colegio.

Así, por una necesidad, es que surgió esta metodología didáctica que denominamos **Aprendizaje de la Física a través de Retos**, que por supuesto puede extrapolarse a otros campos del conocimiento. Se plantea a los alumnos una problemática para ser respondida a través de actividades, fundamentalmente experimentales, que ellos mismos habrán de proponer y ajustar. De esta manera se presenta al alumno un problema nuevo para él, del que no sabe la solución ni puede encontrar la respuesta de manera inmediata; se trata de una situación desconocida que para resolverla tiene que ser creativo en cuanto a la metodología a seguir, diseñar sus propias estrategias que le permitan encontrar la solución bosquejando, desde un inicio, el tipo de análisis habrá de realizar para rescatar elementos e información imprescindibles en el estudio del sistema físico que le ofrezcan una alternativa para resolver la problemática planteada de manera fundamentada y responderse las interrogantes surgidas.

Nuestro propósito es ayudar al alumno a adquirir una habilidad y una metodología para obtener información más completa de las situaciones que se le presentan, ampliando su marco conceptual y metodológico dentro de la Física, y siguiendo un esquema general que le permita aplicarlo a diferentes situaciones. El papel del docente en la didáctica basada en la resolución de retos consiste en brindar al alumno cierta orientación en forma efectiva y natural, sin imponerle alternativas de solución, con preguntas y recomendaciones de carácter general que lo guíen en la aplicación de operaciones intelectuales que lo lleven a aplicarlas en otros contextos similares; consideramos que ello le permitirá desarrollar habilidades para que pueda resolver por sí mismo otros retos.

Hemos puesto en marcha esta forma de trabajo, fundamentalmente con grupos de estudiantes que participan en actividades extracurriculares que realizamos en SILADIN llamadas Estancias LAC, aunque también hemos probado su efectividad con algunos grupos curriculares que cursan las asignaturas de Física I a IV, elaboramos diferentes retos como aquellos donde los alumnos deberán demostrar la veracidad, por ejemplo de alguna noticia publicada en el periódico o que aparece en la televisión, o bien habrán responder alguna interrogante y demostrar que la respuesta es correcta, por ejemplo a partir de la observación de la videograbación de algún evento donde deberán determinar el desenlace. En el Laboratorio Asistido por Computadora contamos con recursos que normalmente no se cuentan en los laboratorios curriculares y que hemos adquirido a través de la participación Proyectos que hemos desarrollado con el apoyo de Programas como PAPIME, PAECE e INFOCAB, como lo son computadoras, interfases ULI y Lab Quest, sensores, cámaras de filmación a velocidad estándar y a alta velocidad, software para editar video, para registrar, procesar, analizar información y modelarla (Logger Pro), junto con software para modelar y realizar simulaciones (Modellus).

El reto se selecciona acorde a los aprendizajes y temática del Programa y además se tiene en consideración los antecedentes de preparación del alumno, en el sentido que se consideren las herramientas conceptuales y metodológicas con que cuenta y que le permitan enfrentar el reto, mismo que también sirve para adquirir nuevos conceptos o consolidar los conceptos involucrados. Gracias al apoyo económico de INFOCAB, no solo diseñamos estrategias didácticas y Retos acordes a aprendizajes y contenidos de los Programas de Física, sino que pudimos imprimir el Manual Estrategias didácticas y Retos para los Laboratorios de Ciencia que vienen acompañados de un CD con el software necesario y los videos para desarrollar estas actividades de aprendizaje.

En general, el nivel conceptual del Reto es de aplicación, sin embargo su presentación y la asesoría por parte del profesor puede ubicarlo en nivel de comprensión o de conocimiento. Hemos encontrado que el alumno es capaz de generar una estrategia global para la resolución de los retos, de seguir una metodología de resolución en donde el profesor está guiando a los alumnos, pero disminuyendo su participación a medida que el alumno aprende a enfrentar y resolver nuevos retos.

En este trabajo plantearemos un ejemplo de su aplicación y los resultados obtenidos por alumnos que participaron en la 16^a Estancia LAC y que aplicaron esta metodología en su investigación sobre el movimiento de un sistema mecánico complejo como lo es el yoyo chino, que presenta simultáneamente un movimiento de rotación del diábolo y un movimiento de traslación que va restringido por el cordón sobre el que se desplaza y que en sus extremos cambia de posición de acuerdo a los movimientos de la mano de la persona que va moviendo los palillos.

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN SOBRE EL MOVIMIENTO QUE EXPERIMENTA EL YOYO CHINO

Al igual que sus compañeros de la 16ª Estancia, los alumnos Itzel Beanney Ramírez Martínez, Marco Antonio Ramírez Barranco e Isis Ángeles Méndez, conocieron y aprendieron:

- ✚ el uso de sensores e interfases así como del software Logger Pro que permite registrar y analizar la información que puede desplegar gráficas que relacionan las variables involucrada, el ajustar al mejor modelo matemático que relaciona cada par de variables,
- ✚ el uso de la cámara digital Exilim de la Casio que permite filmar video a velocidad estándar (30fps) y a alta velocidad (240fps, 480fps y 1000fps),
- ✚ el software Wondershare para editar video y
- ✚ el software Modellus que permite trabajar con modelos matemáticos asociados a las variables que experimenta un sistema físico mecánico y reproducirlo mediante una simulación.

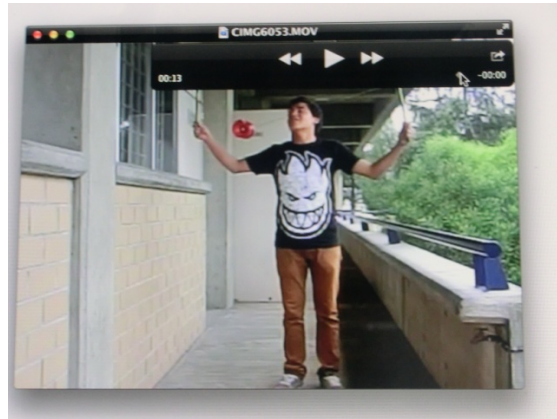
METODOLOGÍA

Como trabajo de investigación en el primer semestre del ciclo escolar, decidieron estudiar el movimiento de yoyo chino ya que les pareció interesante la manera en que se éste se movía rotando al mismo tiempo que subía o bajaba impulsado por la cuerda que lo sostenía, la cual estaba sujeta por sus extremos a un par de baquetas que la persona que jugaba con este tipo de dispositivo, las movía a voluntad. De esta manera se plantearon el **primer Reto: *determinar las ecuaciones de movimiento del yoyo.*** El equipo esbozó cuál iba a ser la estrategia a seguir, qué recursos emplearían, esperando llegar a una ecuación que relacionara la posición con el tiempo y de ahí a ajustar la gráfica obtenida a la mejor ecuación con ayuda del software Logger Pro donde insertarían el video. Sin embargo este bosquejo de la planeación del trabajo debió modificarse varias veces.

1. Filmación del video

Aunque supusieron que la filmación del evento debía realizarse a alta velocidad dado que el yoyo se movía muy rápido, girando a gran velocidad al mismo tiempo que subía y bajaba moviéndose hacia la derecha o hacia la izquierda de su posición inicial, probaron primero a velocidad estándar (30fps); encontraron que el movimiento era demasiado rápido para poder ver los detalles y determinar la posición del móvil.

Pusieron una marca en la periferia del diábolo para poder localizar sus posiciones a diferentes tiempos así como la del eje de giro de éste que coincidía con el centro del diábolo. Probaron con una rapidez de filmación de 240fps, pero fue insuficiente para tener la información que requerían, por lo que volvieron a filmar con una velocidad de 480fps y ahora sí distinguieron con claridad qué ocurría con la posición de estos dos puntos a medida que transcurría el tiempo

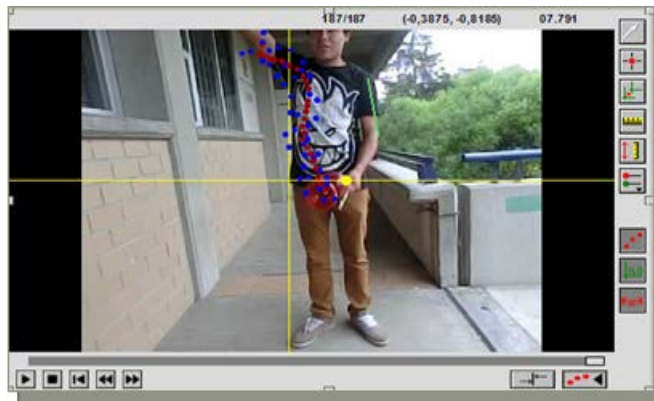


2. Edición del video

Para no perder información tratando de hacer el disparo de la cámara con el inicio de la parte del movimiento que interesaba analizar, decidieron comenzar a filmar un poco antes y continuar filmando a pesar de que ya hubieran terminado de impulsar el yoyo. Dado que había imágenes al inicio y al final que ya no les interesaba analizar, decidieron editar el video con el software Wondershare.

3. Inserción del video en el programa Logger Pro y registro de las posiciones de un punto en el centro y de uno en la periferia del yoyo.

Insertaron el video en el software Logger Pro, haciendo ajustes para que la escala fuera real y no en pixeles, y empleando el mouse fueron seleccionando algunas posiciones del centro del diábolo durante el movimiento, y después, sobre el mismo archivo de trabajo, seleccionaron las posiciones del punto sobre la periferia del diábolo.

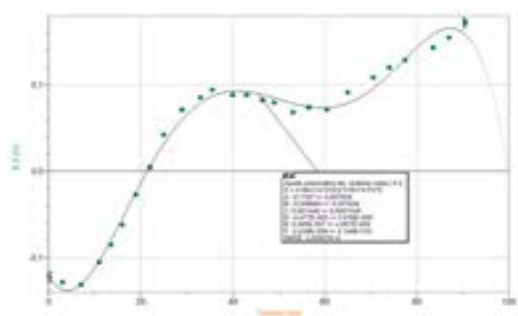


Posiciones consecutivas de un punto en la periferia y del centro del diábolo.

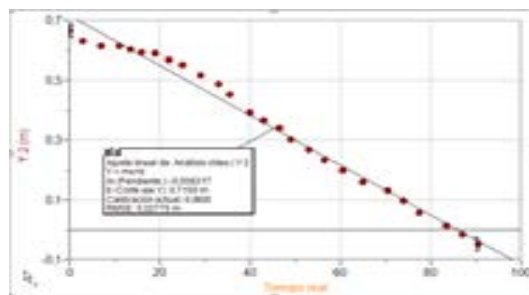
RESULTADOS

4. Determinación de las ecuaciones que relacionan la posición con el tiempo real de los dos puntos de referencia en el yoyo.

El análisis resultó un tanto complicado para ellos ya que en la gráfica de posición vs tiempo real se superponían las gráficas x vs tiempo real y x vs tiempo real para los dos puntos, por lo que su interpretación les confundía, solo alcanzaban a distinguir que los movimientos de los dos puntos eran diferentes, y el de la periferia parecía más complicado que el del centro. Por ello decidieron trabajarlas por separado, lo cual lo permite el software, primero “ x ” y “ y ” para el punto central, y después “ x ” y “ y ” para el punto en la periferia. Con ello se terminó la primera etapa de la Estancia que coincidió con el término del primer semestre del ciclo escolar.



Gráfica de x_2 vs tiempo real



. Gráfica de y_2 vs tiempo real.

Los modelos matemáticos que se ajustaron mejor a la gráfica experimental, de acuerdo con el ajuste del software Logger Pro, y los valores de las constantes que aparecen en cada ecuación, fueron las siguientes:

Ecuación lineal	Ecuación de 5º grado
$Y = A x^2 + B x t + C$	$X = D x t^5 + E x t^4 + F x t^3 + G x t^2 + H x t + I$
$A = - 2.39 \times 10^{-5} \text{ m/s}^2$	$D = 0.12 \text{ m/s}^5$ $E = - 0.0096 \text{ m/s}^4$
$B = - 0.006162 \text{ m/s}$	$F = 0.0015 \text{ m/s}^3$ $G = - 0.000045 \text{ m/s}^2$
$C = 0.6842 \text{ m}$	$H = 0.00000054 \text{ m/s}$ $I = 0.0000000022 \text{ m}$

5. Replanteamiento del problema original y la propuesta de un nuevo Reto.

El inicio de la 2ª Etapa de la 16ª Estancia LAC se desarrolló durante una semana en la que se presentaron los avances de cada equipo de trabajo ante el resto de los grupos, con la intención de que se intercambiaron ideas, experiencias, que pudieran ser útiles para reafirmar lo aprendido y redefinir el trabajo de la segunda etapa durante el segundo semestre en el que pretendíamos que cada equipo concluyera su investigación y mejorar su trabajo con el intercambio y retroalimentación con sus compañeros y con los profesores del LAC.

Los resultados en general fueron positivos ya que tuvimos alumnos y profesores una visión muy amplia y completa de los trabajos que se desarrollan en el LAC; el resultado de este intercambio fue rico en logros, por un lado el reconocimiento ante la comunidad que formamos quienes integramos los grupos de las Estancias del valioso

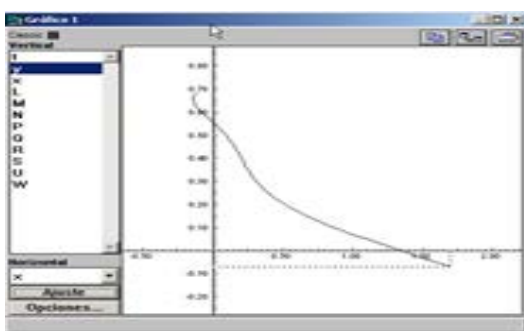
trabajo que desarrollaron cada uno de los equipos, además de aprovechar la experiencia de alumnos y profesores para sugerir acciones que podía mejorar la calidad y claridad de los trabajos.

El equipo formado por Marco, Itzel e Isis recibió una sugerencia sobre la posibilidad de generar una simulación del movimiento del yoyo (del centro o de la periferia del diábolo, dependiendo del grado de complejidad y del tiempo por las sesiones de trabajo restantes) para contrastar el modelo o los modelos obtenidos con el evento real que filmaron.

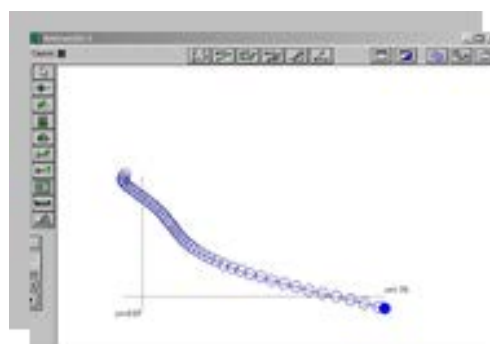
6. Segundo Reto

Para verificar que el ajuste que se realizó empleando el software Logger Pro es correcto decidieron **retomar estos modelos y llevarlos al software Modellus para realizar una simulación y compararla con el evento filmado, donde esperaban que hubiera una coincidencia entre el evento real y el modelado.**

Para verificar que el ajuste que se realizó empleando el software Logger Pro es correcto decidieron retomar estos modelos y llevarlos al software Modellus para realizar una simulación y compararla con el evento filmado, donde esperaban que hubiera una coincidencia entre el evento real y el modelado.



Gráfica y vs x



Simulación del evento correspondiente a la gráfica y vs x

7. Resultados y conclusiones del equipo del yoyo chino

El equipo de Itzel, Isis y marco mencionan que con este proyecto pudieron hacer muchas cosas y otra muchas les faltaron realizar, aunque estudiar y conocer el movimiento que experimenta el diábolo del yoyo chino parecía algo sencillo no lo fue, pero si fue una oportunidad para reafirmar conceptos aprendidos en clase y para conocer cosas nuevas y muy diferentes a las que se ven en el aula. Pudieron concluir que la trayectoria de este objeto no se compone de movimientos sencillos, y que su hipótesis era basada en la idea de que esta trayectoria de la que pensaban era uniforme, sin embargo analizando el video que fue grabado a 420 cuadros por segundo pudieron obtener graficas que contradecían su suposición, ya que no había uniformidad en el viaje realizado por el yoyo.

Además lograron apreciar y darse cuenta de que las fuerzas que actuaban sobre este objeto son tres (las dos tensiones ejercidas por el cordón y las baquetas sobre al diábolo y la fuerza de gravedad ejercida sobre él, es decir el peso) las cuales al sumarse forman solamente una, que si llega a ser nula, el diábolo presentará un movimiento rectilíneo uniforme, por lo menos en ese tramo.

CONCLUSIONES

Hemos encontrado que el alumno es capaz de generar una estrategia global para la resolución de los *retos*, de seguir una metodología de resolución en donde el profesor está guiando a los alumnos, pero disminuyendo su participación a medida que el alumno aprende a enfrentar y resolver nuevos *retos*. De acuerdo a los resultados obtenidos de la aplicación de esta metodología hemos detectado que el interés por resolver un reto hace que los alumnos se interesen más por conocer, por descubrir. Estamos fomentando el trabajo en equipo donde cada uno de los integrantes del grupo de trabajo discute, propone alternativas de solución, recupera parte de su experiencia para y construye alternativas de solución, incluso empleando recursos tecnológicos modernos como el software que ayuda para construir un modelo que describa el evento, para poner a prueba su validez y encontrar a la vez sus posibles limitaciones.

Sintetizando, hemos encontrado que el aprendizaje de la Física a partir de la resolución de retos:

- ✚ Mejora la habilidad para resolver problemas y desarrollar tareas complejas.
- ✚ Mejora la capacidad de trabajar en equipo.
- ✚ Desarrolla las capacidades y habilidades de orden superior como la búsqueda de información, el análisis, la síntesis, el generar nuevos conceptos y proponer modelos, entre otras.

- ✚ Aumenta el conocimiento y habilidad en el uso de las TIC en un ambiente de proyectos.
- ✚ Promueve la responsabilidad del alumno por el propio aprendizaje.

BIBLIOGRAFÍA

Galeana de la O., L. Aprendizaje basado en proyectos, Universidad de Colima. Recuperado de <http://ceupromed.ucol.mx/revista/PdfArt/1/27.pdf>

Grupo LAC. (2010). "Manual de Estrategias Didácticas de Fenómenos Mecánicos con videograbación a alta velocidad". UNAM.México

Ramos Salamanca J. et al. (2012) Manual Estrategias didácticas y Retos de Física para los Laboratorios de Ciencias. México. UNAM.