

## DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DEL CURSO DE INTRODUCCIÓN A LA FÍSICA EN LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE LA CIUDAD DE MÉXICO (UACM)

**ECHVERRÍA ARJONILLA, E. (1); COLAVITA GÓMEZ, E. (2); PEÑA IBARRA, I. (3); NOGUEZ CÓRDOVA, M. (4); CHERNICOFF MINSEBERG, L. (5); AMIRANTE, N. (6) y VILLEGAS, H. (7)**

(1) academia de física. Universidad Autónoma de la Ciudad de México [elia.echeverria@uacm.edu.mx](mailto:elia.echeverria@uacm.edu.mx)

(2) Universidad Autónoma de la Ciudad de México. [colavita@ciencias.unam.mx](mailto:colavita@ciencias.unam.mx)

(3) Universidad Autónoma de la Ciudad de México. [igpeib@gmail.com](mailto:igpeib@gmail.com)

(4) Universidad Autónoma de la Ciudad de México. [marconoguez@gmail.com](mailto:marconoguez@gmail.com)

(5) Universidad Autónoma de la Ciudad de México. [lchernicoff@gmail.com](mailto:lchernicoff@gmail.com)

(6) Universidad Autónoma de la Ciudad de México. [namimar@gmail.com](mailto:namimar@gmail.com)

(7) Universidad Nacional Autónoma de México. [h\\_brena@yahoo.com.mx](mailto:h_brena@yahoo.com.mx)

---

### Resumen

El trabajo que ahora presentamos da cuenta del proceso de implementación del curso de Introducción a la Física que se imparte en la UACM basado en el trabajo del Physics Education Group de la Universidad de Washington. Éste se desarrolla desde un enfoque constructivista, con la intención de desarrollar conocimiento operativo y habilidades de pensamiento científico como elementos que pensamos pueden contrarrestar el fracaso usual en los cursos de física. Los resultados que se presentan en esta ponencia buscan dar evidencia de que la efectividad en el aprendizaje de la ciencia requiere del involucramiento mental activo y de la consideración del estado inicial real del estudiante, entre otras cosas; asimismo, se presenta un marco metodológico para implementar y evaluar actividades de aprendizaje bajo las mismas premisas.

---

### I. Objetivos

—  
La UACM es una universidad pública fundada en 2001 con la intención de brindar una oportunidad adicional de educación superior a los sectores marginados de la población de la Ciudad de México.

En el 2003, los resultados de los cursos de Física de las carreras de Ingeniería y Promoción de la Salud eran muy pobres: 5% de aprobación y 70% de deserción. Para tratar de resolver este problema un grupo de profesores nos planteamos diseñar un curso preliminar, llamado Introducción a la Física (IF), que proporcionara a los estudiantes las bases necesarias para mejorar su desempeño, correspondiera a su realidad y contribuyera al desarrollo de algunas habilidades de pensamiento científico. Para delimitar el problema nos preguntamos:

- 1) ¿A qué se debe el fracaso de los estudiantes en los cursos de Física?
- 2) ¿Qué esperamos que sepan y sean capaces de hacer al terminar el curso?, ¿cuáles son los aspectos de la física que queremos enseñar?
- 3) ¿Cómo vamos a hacer esto?

A partir de la reflexión realizada en la UACM y usando resultados de investigaciones previas en didáctica y enseñanza de la ciencia, identificamos algunas posibles causas del fracaso:

- § Falta de hábitos de estudio y dificultades de lectoescritura.
- § Falta de conocimientos previos.
- § El conocimiento con el que cuentan es declarativo [1].
- § Falta de habilidades de pensamiento crítico [1].
- § El papel del profesor como trasmisor de conocimientos acabados.
- § La falta de atención sobre las preconcepciones de los estudiantes.

Por lo anterior, los objetivos del curso propuesto consistieron en que los estudiantes:

• Desarrollaran algunas habilidades de pensamiento crítico, así como un entendimiento operativo de ciertos conceptos y metodologías de la física.

• Tuvieran una vivencia y entendimiento distintos de la ciencia y del aprendizaje.

• Mejorarán sus habilidades de lectoescritura y hábitos de estudio.

Uno de los autores había trabajado con materiales desarrollados por el Grupo de Enseñanza de la Física de la Universidad de Washington (PEG) [2], diseñados para ayudar a resolver dificultades persistentes en la enseñanza de la Física a nivel superior. Debido a la compatibilidad con nuestra problemática y postura, decidimos basar el curso en ellos. Los contenidos fueron seleccionados, adaptados y elaborados en actividades de aprendizaje que se constituyeron en cuadernos de trabajo.

## II. Marco Teórico

Para responder a las preguntas 1), 2) y 3) anteriores asumimos la propuesta de Reif [3], quien describe a la enseñanza como un problema que requiere la transformación de un sistema E (estudiante) de un estado inicial  $E_i$  a un estado final  $E_f$ . Esquemáticamente:

$E_i \rightarrow E_f$

Esta formulación hace evidente que una aproximación sistemática implica reflexionar acerca del estado final al que se desea llegar ( $E_f$ ), el estado inicial ( $E_i$ ) y el proceso de aprendizaje ( $\rightarrow$ ).

Desde la perspectiva piagetiana, algunos estudios han mostrado que el nivel de desarrollo cognitivo de la mayoría de los estudiantes a nivel licenciatura no se encuentra en el periodo formal [4]. Ya que la transición del período concreto al formal acontece a través de la experiencia y que el aprendizaje requiere del *involucramiento mental activo* por parte del “aprendiz”; elegimos la “indagación guiada en el entorno del laboratorio” como nuestra propuesta pedagógica. Esta aproximación es constructivista en el sentido de McDermott [4] e implica dos estrategias centrales para la implementación de actividades y trabajo en el aula: 1) develar, confrontar y resolver las dificultades, y 2) el diálogo socrático.

Respecto a lo que consideramos que tiene que ser un aprendizaje de contenidos y habilidades científicas nos basamos en el concepto de pensamiento crítico de Arons [1], que refiere a algunos procesos fundamentales del pensamiento lógico que son comunes a muchas disciplinas. Nos referimos concretamente a: 1) Propiciar el conocimiento operativo (¿qué sabemos?, ¿cómo sabemos?, ¿cuál es la evidencia de...?). 2) Reconocer los conocimientos previos y las lagunas de información existentes que intervienen en el aprendizaje de un tema. 3) Discriminar entre observación e inferencia. 4) Reconocer que las palabras son símbolos de ideas y no las ideas mismas, evitar ser engañados por la jerga técnica. 5) Examinar las suposiciones (ideas previas) implícitas detrás de una línea de pensamiento. 6) Realizar inferencias a partir de los datos, observaciones u otra evidencia y reconocer cuando las variables relevantes se han controlado o no. 7) Promover un pensamiento hipotético-deductivo, aplicando los conocimientos relevantes, visualizar en forma abstracta, los posibles resultados en los cambios efectuados a un sistema. 8) Desarrollar autoconsciencia respecto al propio razonamiento y a sus procesos.

### III. Metodología

El criterio para seleccionar contenidos fue que éstos llevaran al estudiante de su Ei real a otro estado en el que ya haya incorporado ciertos conceptos básicos y algunas habilidades de pensamiento que consideramos importantes.

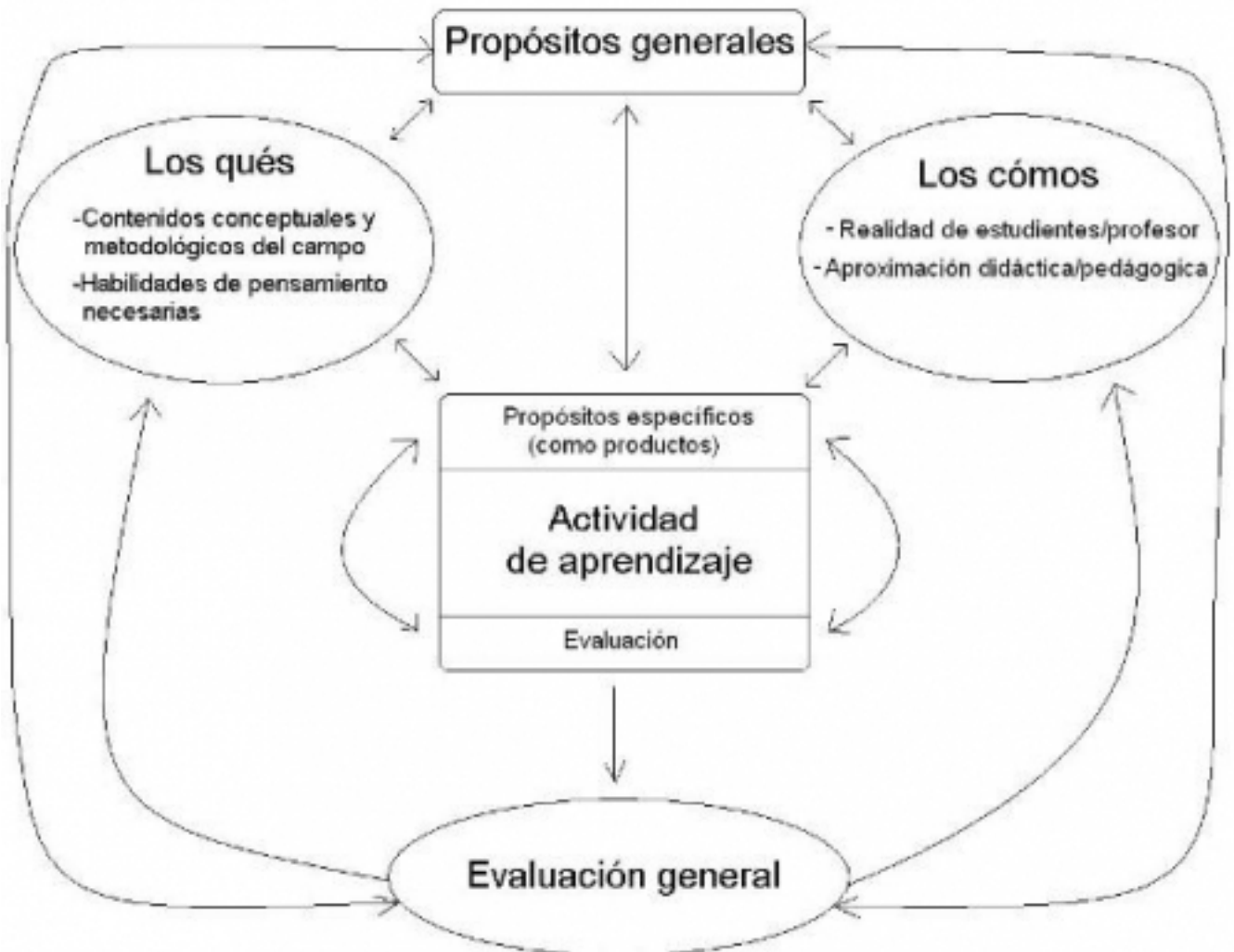
Elegimos algunas actividades de aprendizaje de [2] con las que se conformó una unidad de trabajo que llamamos *Propiedades de la materia*, donde se guía a los estudiantes a entender el comportamiento de hundimiento y flotación de objetos simples.

En cuanto a los aspectos metodológicos de la física, se trabaja el control de variables, definiciones operacionales y razonamiento proporcional.

Las actividades están hechas para que los estudiantes experimenten y analicen situaciones problemáticas en el contexto del laboratorio, de forma individual y por equipo, discutiendo continuamente qué, para qué y cómo se hizo. En esta metodología el ritmo de trabajo se ajusta al del estudiante y no al del profesor.

Fue necesario adaptar y diseñar el equipo experimental así como establecer entornos adecuados para la realización de las actividades.

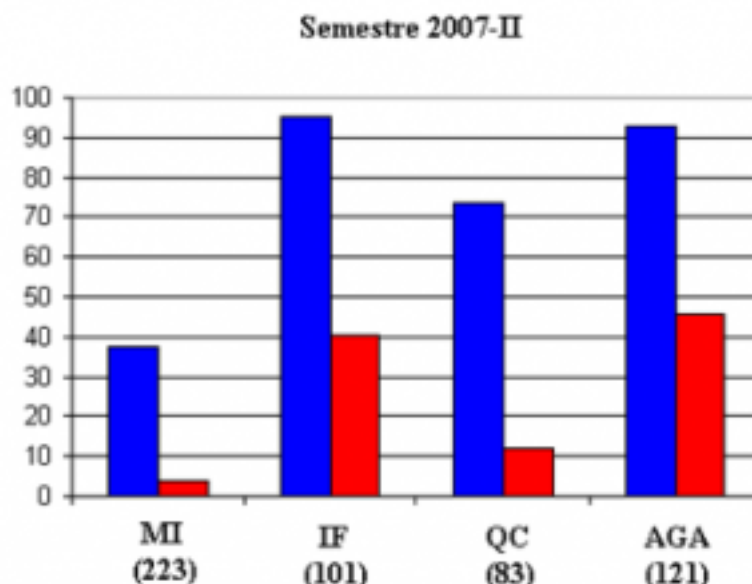
En el siguiente esquema -propuesto por Leandro Chernicoff [5]- se muestra la estructura metodológica que seguimos para la implementación y evaluación del curso como un proceso continuo.



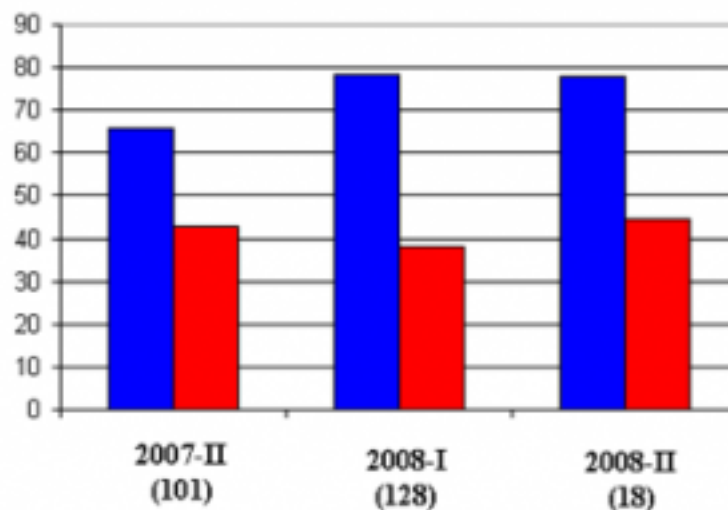
Desde 2004 hasta la fecha se han inscrito 1194 estudiantes que tomaron la materia en 59 cursos, impartidos por 22 profesores, a lo largo de 11 semestres consecutivos. Para valorarlo hemos utilizado diferentes estrategias: observación del trabajo en el aula, pruebas de diagnóstico, evaluaciones formativas, certificaciones, asistencia, autoevaluaciones, registro en bitácora y reuniones semanales del equipo de profesores que imparten el curso para reflexionar sobre aspectos didácticos, realizar las regulaciones requeridas y construir un código de significación común en el manejo del curso (en estas reuniones han

participado el 70% aproximado de los profesores que han impartido los cursos).

Decidimos comparar los índices de inscripción y de certificación de nuestro curso con el de algunas otras materias afines que se imparten en el mismo semestre. En la Gráfica I se muestran los resultados del semestre 2007-II, en la que se puede observar que más del 90% de los estudiantes inscritos al curso de IF se presentó a la certificación y alrededor del 40% certificó. Estos resultados son mayores a los reportados en los otros cursos afines (salvo el de AGA; ver la nota de la gráfica). En la Gráfica II se puede ver que esta tendencia parece mantenerse constante. Actualmente estamos procesando información del resto de los semestres.



**Gráfica I. Porcentaje respecto al total de estudiantes inscritos a algunos cursos de primer semestre que se presentaron a la certificación (en azul) y que certificaron (en rojo), durante el semestre 2007-II en uno de los 5 planteles de la UACM. Los datos corresponden a los curso de Mecánica I (MI), Introducción a la Física (IF), Química de la Célula (QC) y Álgebra y Geometría Analítica para la carrera de Promoción de la Salud (AGA). Los números entre paréntesis son el total de inscritos a cada curso en ese semestre. Cabe resaltar que los cursos de MI, IF y QC siguen la propuesta institucional de certificación mientras que AGA no.**



**Gráfica II. Porcentaje respecto al total de estudiantes inscritos al curso de IF, en uno de los 5 planteles de la UACM, que se inscribieron a la certificación (en azul) y que certificaron (en rojo) durante los tres últimos semestres. Los números entre paréntesis son el total de estudiantes inscritos al curso y en los datos de los semestres 2007-II y 2008-I se incluyen los repetidores que se inscribieron a la certificación sin haber llevado el curso de nuevo.**

Por otro lado, analizamos algunas de las otras estrategias (cuestionarios de seguimiento y de cierre) para un grupo de 30 estudiantes del semestre 2005-I y otro de 9 estudiantes del 2007-II. Encontramos que una tercera parte del total de los alumnos reporta que su expresión escrita mejoró, 60% reportan la necesidad de modificar sus actitudes hacia el aprendizaje y otro 45% menciona haber desarrollado algunas de las habilidades de pensamiento crítico.

#### **IV. Conclusiones**

Los datos que presentamos en el apartado anterior nos sugieren que la metodología del curso puede generar una menor deserción, mayor confianza de los estudiantes en la construcción de sus conocimientos y una nueva experiencia de aprendizaje.

Las perspectivas y proyectos que han derivado de este trabajo son:

- El diseño de otros cursos basados en esta propuesta.
- La implementación e impartición de este curso como un espacio de formación docente y regulación curricular.
- La posibilidad de realizar una evaluación sistemática del impacto del curso y la metodología subyacente. En esta etapa estamos desarrollando una propuesta piloto de evaluación formal sobre el aporte del curso respecto al control de variables.

## V. Bibliografía

- [1] Arons, A., "Teaching Introductory Physics", Wiley, E.U.A., 1997[M1] .
- [2] McDermott L. et al, "Physics by inquiry. Vol. I and II", Wiley, New York, 1996.
- [3] Reif, F., Am. J. Phys. **63**, 17-32, 1994.
- [4] McDermott, L., Am. J. Phys., **61** (4), 295-298, 1993 o McDermott, L., Am. J. Phys. **59**, 301-315, 1991.
- [5] Chernicoff, L. Reporte de Actividad Docente, UNAM, 2008.

---

[M1] Faltan páginas de Operativo versus Declarativo.



—

## CITACIÓN

ECHEVERRÍA, E.; COLAVITA, E.; PEÑA, I.; NOGUEZ, M.; CHERNICOFF, L.; AMIRANTE, N. y VILLEGAS, H. (2009). Desarrollo e implementación del curso de introducción a la física en la universidad autónoma de la ciudad de México (uacm). *Enseñanza de las Ciencias*, Número Extra VIII Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias, Barcelona, pp. 2411-2419  
<http://ensciencias.uab.es/congreso09/numeroextra/art-2411-2419.pdf>