

Estrategia basada en competencias para la construcción natural del conocimiento en un curso de física experimental



Gabriela Lourdes Rueda Morales, Leonor Pérez Trejo, Luz María de Guadalupe González Álvarez, Arturo Fidencio Méndez Sánchez, Rafael Carlos Miramontes Lira, Elvia Díaz Valdés

Departamento de Física, Escuela Superior de Física y Matemáticas del IPN, Edificio 9 UPALM Col. San Pedro Zacatenco, CP 07738, México D. F.

E-mail: leopt@esfm.ipn.mx

(Recibido el 16 de Octubre de 2012; aceptado el 25 de Febrero de 2013)

Resumen

A fin de elaborar una propuesta para la formación experimental dentro de la Licenciatura en Física y Matemáticas se analizaron las competencias del proyecto Tuning en el área de física, de las cuales se seleccionaron y adaptaron las que se consideraron afines al área experimental. Con la técnica de Morganov-Heredia se estableció la secuencia de las competencias en base a su interdependencia. Se utilizó el enfoque Ciencia-Tecnología-Sociedad para el desarrollo de competencias, a través de contextos reales para el manejo de los temas. Mediante una encuesta se identificó el tema científico que más les atrae a los estudiantes de los grupos muestra. Con fundamento en esto y con el fin de elaborar una estrategia para la construcción natural del conocimiento en base a un desarrollo experimental, se implementó una práctica abierta y semi-estructurada que se aplicó a estos grupos, observándose una motivación notablemente mayor que con las prácticas tradicionales. Los resultados muestran que es factible integrar en una actividad los diferentes tipos de contenidos para fomentar una competencia y dar las condiciones para propiciar un aprendizaje significativo, así como atender a la diversidad.

Palabras clave: Física Experimental, proyecto Tuning, Morganov-Heredia, competencias.

Abstract

In order to develop a proposal for experimental formation within the Bachelor of Physics and Mathematics, the competences of Tuning project in the area of Physics were analyzed. From these, those considered related to the experimental area were selected and adapted. Based on their interdependence, the sequence of competences was established using the Morganov-Heredia technique. For development of competence we used the Science-Technology-Society approach to handle issues through real contexts. The scientific topic that attracted most of the students was identified through a survey applied to sample groups. Based on this, a strategy was elaborated for the natural construction of knowledge applied to an experimental development, through the implementation of an open and semi-structured lab experiment. As a result of this, a significantly higher motivation was observed than with traditional lab experiments. The results show that it is feasible to integrate different types of content in order to foster a competence in an activity and provide conditions for a meaningful learning as well as to cope with diversity.

Keywords: Experimental Physics, Tuning project, Morganov-Heredia, competences.

PACS: 01.40.-d, 01.40.Di, 01.40.Fk.

ISSN 1870-9095

I. INTRODUCCIÓN

Cada persona es diferente y por ello tiene diferentes necesidades formativas. Aunque algunas de estas necesidades se pueden generalizar, existen otras específicas que presenta un número reducido de estudiantes. Perrenoud plantea este problema diciendo que la preocupación por ajustar la enseñanza a las características individuales no nace solamente del respeto hacia las personas y del sentido común pedagógico, sino que también forma parte de una exigencia de igualdad, de lo contrario se transforman las desigualdades iniciales ante la cultura en desigualdades de aprendizaje y, más tarde, de éxito escolar. Efectivamente,

basta con ignorar las diferencias para que la misma enseñanza propicie el éxito de los estudiantes más favorecidos y el fracaso de los que disponen de menos recursos [1].

Este planteamiento presenta un reto a la comunidad del Instituto Politécnico Nacional, puesto que es una organización concebida como un motor del desarrollo y un espacio para la igualdad; apoyando por una parte, el proceso de industrialización del país y, por la otra, brindando alternativas educativas a todos los sectores sociales, en especial a los menos favorecidos [2]. Por ello surge de manera natural la pregunta: ¿Qué hacer ante la diversidad cultural de los estudiantes?

Ante este cuestionamiento un grupo de profesores de la academia de Física Experimental de la Escuela Superior de Física y Matemáticas (ESFM) se dio a la tarea de diseñar una estrategia para incentivar la construcción natural del conocimiento basado en competencias en un curso de física experimental, el cual aquí se presenta. La estrategia se basa en el proyecto Tuning Latinoamericano [3], ya que integra las opiniones de una muestra amplia de profesores para cada una de las carreras que lo integran. Este proyecto está basado en competencias, lo que favorece la construcción de estándares e indicadores que permitan regular el proceso educativo, para atender a la diversidad de ritmos de aprendizaje y de recursos culturales de los estudiantes. Siguiendo a Jorba y Casellas, *regulación en el sentido de adecuación de los procesos utilizados por el profesorado a las necesidades y dificultades que encuentra el alumnado en su proceso de aprendizaje, pero también de autorregulación por el mismo estudiante de este proceso a fin de que vaya construyendo un modelo personal de aprender y lo mejore progresivamente* [4].

El concepto de competencia utilizado es el que se propone en el Manual para el rediseño de planes y programas del Instituto [5]. Se debe a Perrenoud [1], y expresa que son los conocimientos, habilidades, actitudes que se ponen en juego de manera integrada para el desempeño en un campo de acción. La fundamentación didáctica que se propone encuentra sus raíces en la idea de aprendizaje significativo de Ausubel, el cual parte de los conocimientos e intereses del estudiante, de manera que las ideas aprendidas puedan integrarse en la estructura conceptual del estudiante, con actividades que tengan sentido para ellos [6].

II. METODOLOGÍA

A. Secuenciación de las competencias

Lo primero que se realizó, fue analizar las competencias del proyecto Tuning Latinoamericano para el área de física y en base a esto y a las necesidades particulares del perfil de egreso de los estudiantes de la Licenciatura de la ESFM en su formación experimental se proponen las competencias siguientes:

1. Plantear, analizar y resolver problemas físicos experimentales, mediante la utilización de métodos analíticos, experimentales o numéricos, así como describir y explicar fenómenos naturales relacionados.
2. Utilizar o elaborar programas o sistemas computacionales para el procesamiento de información, cálculo numérico, simulación de procesos físicos o control de experimentos.
3. Construir modelos simplificados que describan una situación compleja, identificando sus elementos esenciales y efectuando las aproximaciones necesarias, además de percibir las analogías con otras situaciones.

4. Desarrollar argumentaciones válidas en el ámbito de la física identificando hipótesis (estimando el orden de magnitud) y conclusiones.
5. Demostrar destrezas experimentales (enfaticando el trabajo en equipo) y uso de métodos adecuados de trabajo en el laboratorio (incluyendo seguridad e higiene).
6. Comunicar conceptos y resultados en lenguaje oral y escrito ante sus pares y en situaciones de enseñanza, divulgación y en la participación de actividades profesionales relacionadas.
7. Buscar, interpretar y utilizar información científica adecuadamente.

Posteriormente se utilizó la técnica de Morganov-Heredia [7] para identificar las posibilidades de secuenciación (fig. 1) de la cual se observa que hay dos competencias que agrupan a otras, la número 1 agrupa las competencias básicas del tronco común de la carrera de licenciatura y la número 6 incluye a todas.

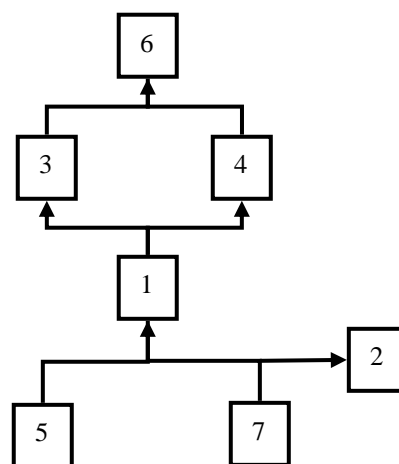


FIGURA 1. Diagrama obtenido por medio de la Técnica de Morganov-Heredia para secuenciar competencias.

B. Desglose de las competencias

Se eligió la competencia 1 para iniciar el desarrollo del proyecto y se desglosa mostrando los contenidos más importantes en la tabla I. Posteriormente se redactaron los estándares, y a partir de ellos, los indicadores necesarios para estructurar las actividades de aprendizaje y enseñanza, así como los criterios para diseñar el plan de evaluación formativa y sumativa (Fig. 2).

Tabla I. Desglose de la competencia No. 1.

Conceptos	Cognitivas	Técnicas	Valores
Ciencia y rigor científico.	Observar	Montar dispositivos.	Paciencia
Método analítico y numérico.	Analizar	Tomar datos.	Respeto
Método experi-	Ordenar	Medir	Dinamismo

mental.	Comparar	Graficar	Entusiasmo
Hipótesis.	Describir	Identificar desviaciones.	Curiosidad
Medición y su incertidumbre.	Planificar	Reelaborar o re-direccionar el proceso.	Creatividad
Reproducibilidad	Ejecutar		Perseverancia y persistencia
Repetitividad.	Regular	Informar datos.	Veracidad
Propagación de incertidumbres.	Representar	Cambiar entre representaciones.	Honradez intelectual

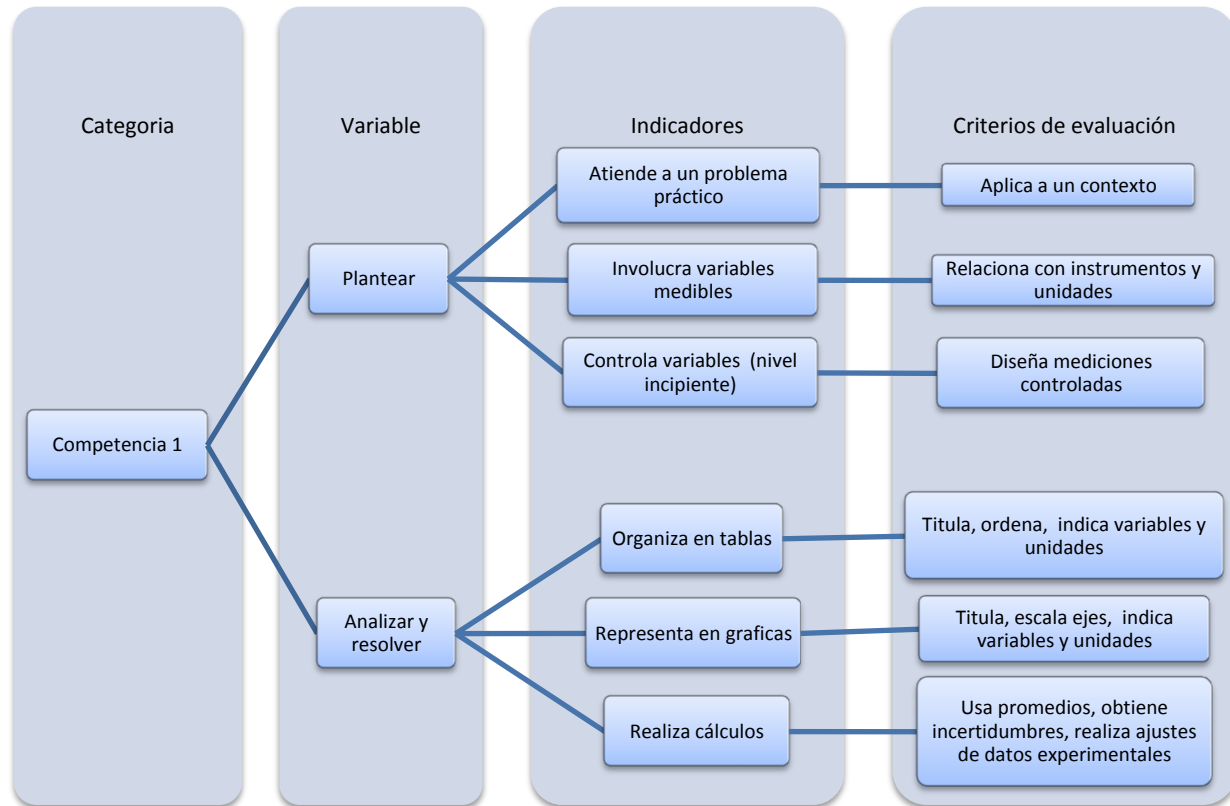


FIGURA 2. Redacción de indicadores y criterios de evaluación para el contenido procedimental de la competencia No. 1.

C. Elección del enfoque

Se consideraron algunos modelos curriculares y se decidió utilizar el enfoque Ciencia-Tecnología-Sociedad (CTS) [8], por las ventajas que ofrece para el desarrollo de competencias, mediante contextos reales para el manejo de los temas. Para que el contexto les resultara interesante a los estudiantes se identificaron los temas de su preferencia mediante la aplicación de un cuestionario estructurado (anexo 1). Este cuestionario se aplicó a una muestra representativa de alumnos a los cuales se les solicitó que jerarquizaran los temas propuestos, con base en sus intereses. Los resultados se muestran en la Figura 3. Se observa que el único tema de ciencias que reúne un consenso significativo, es la astronomía. Por ello, se decidió elegir un tema relacionado con dicha disciplina como contexto para una actividad a realizar durante la validación de los elementos de la propuesta.

III. RESULTADOS

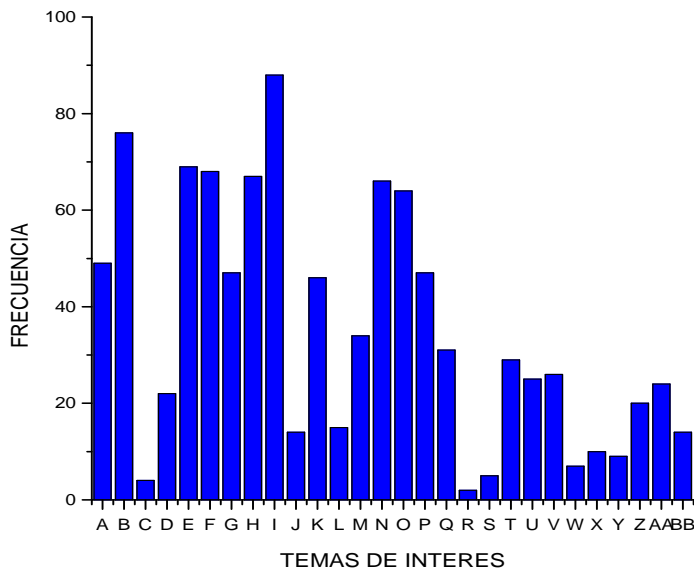
En base a los resultados de la encuesta se elaboró una primera actividad de aprendizaje, y se puso a prueba para validar los elementos de la propuesta mediante su aplicación a dos secciones de Laboratorio de Física I. Con dicha actividad se pretendía que los estudiantes tuvieran un primer acercamiento al proceso de medición de una propiedad física y el análisis estadístico de los datos.

Se escogió como contexto “El telescopio” y dado que los alumnos no tenían experiencia en el campo de la óptica, el planteamiento de la actividad fue: Obtener una imagen nítida de una fuente lejana (“el sol”) alineando el sistema lente-pantalla y modificando la distancia entre ellas hasta obtener la imagen deseada y medir esta distancia. Para realizar la actividad no requerían conocimientos especializados, puesto que se utilizó un lenguaje coloquial y el material fue fácil de manipular.

Durante la actividad los estudiantes se agruparon en equipos. A cada equipo se le entregó una lupa y una regla de plástico para realizar la actividad antes mencionada. Después se les invitó a trabajar en diversos espacios de la escuela, donde ellos propusieron el montaje experimental. Improvisaron una pantalla con su cuaderno y variaron la distancia entre lupa y pantalla hasta obtener un punto brillante (“el sol”) y nítido. Les sorprendió observar la imagen de las nubes por ser algo inesperado.

La actividad era abierta, en cuanto a lo procedimental, puesto que cada equipo decidió cómo tomaría los datos. Al

concluir la parte experimental, socializaron los resultados y se observó que, aunque las lupas eran iguales, los datos obtenidos variaban mucho. De esto surgió la necesidad de analizar los resultados y propusieron lo siguiente: medir más veces, construir diagramas de barras, obtener promedios y el valor que más se repite. Al observar los resultados bajo la guía del profesor también vieron la necesidad de obtener las medidas de dispersión.



A	Amigos y familia	O	Música
B	Arte y cultura	P	Ocio y entretenimiento
C	Celebridades	Q	Juegos científicos
D	Ciencias y Naturaleza	R	ONG y asociaciones
E	Astronomía	S	Salud y medicina
F	Tecnología	T	Viajes y turismo
G	Computación	U	Medios de comunicación
H	Cine y espectáculos	V	Ecología y medio ambiente
I	Deportes	W	Transportes
J	Economía y negocios	X	Accesorios para autos
K	Formación y educación	Y	Tendencias en los jóvenes
L	Informática	Z	La paz
M	Internet	AA	Empleos
N	Juegos	BB	Otros

FIGURA 3. Intereses de los estudiantes de primer semestre de la licenciatura en Física y Matemáticas del IPN.

IV. DISCUSIÓN

Los resultados muestran que los estudiantes pudieron avanzar, mediante la actividad experimental diseñada, en el desarrollo de la competencia No. 1 (ver sección 2A), en los contenidos de:

Conceptos: En cuanto al método experimental, surgió de ellos la idea de repetir la medición para obtener un conjunto de datos, debido a que observaron que los valores fluctuaban; en el proceso construyeron las nociones de error sistemático, de paralaje y de apreciación, al tratar de realizar mejores mediciones. Por otro lado, hubo un acercamiento al método analítico, cuando se enfrentaron a la necesidad de representar sus resultados y elegir el mejor valor, de esto surgieron las nociones de media aritmética y moda, la tabla de frecuencias y el histograma. También construyeron la noción de distancia focal, por el contexto en el cual se presentó la actividad.

Habilidades: Debido a que la práctica era abierta, es decir, sin un instructivo, los estudiantes tuvieron que ir construyendo el procedimiento y modificándolo sobre la marcha según se requiriera. Esto resultó en la necesidad de

poner en juego una gama de habilidades, las cuales se documentaron mediante la observación participante de los profesores, entre las que se encuentran las siguientes:

- Cognitivo lingüísticas: Descripción de los materiales y del experimento.
- Cognitivas: Observar, para identificar la manera en la cual convenía realizar la medición. Analizar, ordenar, comparar, representar (para visualizar los datos) y elegir el mejor valor para emitir un resultado.
- Metacognitivas: Planificar, ejecutar y regular; para elaborar las estrategias y asegurar en lo posible un buen resultado. Introducir de manera natural el manejo estadístico de datos.
- Técnicas: Tomar datos, medir, graficar, montar dispositivos, identificar desviaciones, reelaborar o redireccionar el proceso, reportar resultados y cambiar entre representaciones de estos.

Valores: Durante el trabajo práctico se observó que actuaron con paciencia, respeto, dinamismo, entusiasmo, curiosidad y creatividad; durante la discusión de los resultados, se observó la honradez intelectual, puesto que

incluyeron aquellos datos que identificaron como anómalos, e informaron de ello.

Finalmente, podemos decir que estos resultados muestran que es factible integrar en una actividad los diferentes tipos de contenidos de una competencia. Además, se dieron las condiciones para propiciar un aprendizaje significativo, ya que se utilizó un contexto de interés para los estudiantes, lo que se pudo observar por la sorpresa que mostraron al ver la imagen formada en la pantalla. Cada uno de ellos partió de sus experiencias personales y se fue enriqueciendo de manera natural de las aportaciones de los demás, lo que favoreció la atención a la diversidad.

V. CONCLUSIONES

De las siete competencias propuestas secuenciadas por la técnica de Morganov-Heredia se identificaron dos competencias integradoras, de las cuales: la 1 agrupa las competencias básicas del tronco común y la 6 incluye a todas. Del análisis de la competencia 1 se obtuvieron criterios e indicadores que permitieron elaborar una actividad abierta para introducir a los estudiantes de primer semestre a la física experimental. Dicha actividad se desarrolló en torno al tema de ciencia de mayor interés: la Astronomía. La actividad realizada en el contexto del telescopio resultó motivante y el hecho de que esta fuera abierta favoreció la atención a la diversidad.

La evaluación de esta actividad nos permitió observar que los estudiantes construyeron las bases para entender y relacionar los aprendizajes procedimentales y conceptuales involucrados, ya que además de las habilidades cognitivas y técnicas que se adquieren en la modalidad tradicional se impulsó el desarrollo de habilidades adicionales como: cognitivo lingüísticas, metacognitivas y de valores. Cabe resaltar el surgimiento en los estudiantes de la necesidad del empleo de herramientas estadísticas en el análisis de sus resultados.

REFERENCIAS

- [1] Perrenoud, P. *¿A dónde van las pedagogías diferenciadas? Hacia la individualización del currículo y de los itinerarios formativos* (Universidad de Ginebra, Suiza, 1998), http://www.unige.ch/fapse/SSE/teachers/perrenoud/php_mai_n/php_1998/1998_42.html. Consultado el 22 de octubre de 2009.
- [2] IPN. *Compendio histórico* <http://www.ipn.mx/wps/wcm/connect/ipn+home/IPN/Estructura+Principal/Conocenos/Historia/Presentacion/> Consultado el 22 de octubre de 2009.
- [3] Beneitone, P., Esquetini, C, González, J., Marty, M., Siufi, G. y Wagennar, R., *Reflexiones y perspectivas de la Educación Superior en América Latina: Informe final – Proyecto Tuning- América Latina 2004- 2007* (Universidad de Deusto, Bilbao, España, 2007).
- [4] Jorba, J. y Casellas, E., *La regulación y la autorregulación en los aprendizajes* (ICE-UAB/Síntesis, España, 1997), pp. 21-22.
- [5] Villa, E., Parada, E., Bustamante, Y., Verdeja, J., Quintero, M., Escárcega, O., Sánchez, R., Zedillo, L., Ortiz, J. y Salcido, A., *Manual para el rediseño de planes y programas en el marco del nuevo Modelo Educativo y Académico*, (Instituto Politécnico Nacional, México, 2004), pp. 26-27.
- [6] Ausubel, D., Novak, J. y Hanesian, H., *Psicología Educativa: Un punto de vista cognoscitivo* 2 ed., (Trillas, México, 1983).
- [7] DGCFT, SEP *La Técnica de Morganov-Heredia para la organización secuencial de materias y contenidos* (Manual Metodológico y de Procedimientos para la Elaboración de Paquetería Didáctica. Educación Basada en Competencia), (2002). <http://intranet.dgcft.sep.gob.mx/uploads/Manual%20Metodologico%20y%20de%20Procedimientos%20para%20la%20Elaboracion%20de%20Paqueteria%20Didactica.pdf> Consultado en agosto de 2009
- [8] Grupo Salters. *Chemistry: The Salters' approach*, (Heinemann Educational, Reino Unido, 1989).