



Formación de profesores de física experimental en el enfoque de matemáticas en contexto de las ciencias

Luz María de Guadalupe González Álvarez
Escuela Superior de Física y Matemáticas, Instituto Politécnico Nacional
México
luzmagpe@prodigy.net.mx

Resumen

El objetivo de este documento es compartir una experiencia en la formación de profesores del área de Física y Matemáticas, para la impartición de cursos en el enfoque por competencias, de matemáticas contextualizadas. Se partió de la idea de que en la formación para profesores, es importante utilizar el mismo enfoque que se pretende que ellos aprendan. La metodología utilizada fue la realización de un proyecto que consistió en elaborar una propuesta de plan de clase por competencias, para estudiantes de licenciatura. El proceso se planteó como un proyecto conjunto que unió dos necesidades, la de los profesores de modificar su práctica y la de la autora de este trabajo, de realizar un proyecto de análisis de las competencias. Los resultados muestran que el grupo de profesores ha trabajado durante tres semestres, durante los cuales han ido incorporando elementos del enfoque por competencias.

Palabras clave: formación, profesores, física, matemáticas, competencias, proyectos, estándares, indicadores.

Introducción

Una condición para que los cambios propuestos en un proceso de formación de profesores se puedan concretar en la práctica docente futura de los participantes, es que en dicho proceso se utilicen: el enfoque, los métodos, las técnicas y los recursos propuestos en los propios contenidos del mismo (Camarena, 1990). Esto es importante para que los participantes dispongan de un escenario en el que vivan la experiencia, de manera que puedan compararla con otras que han vivido, e ir tomando elementos que enriquezcan su labor (González, 2003). Otra es que los profesores perciban la necesidad de realizar los cambios que le sugiere el proceso de formación, porque si la necesidad solamente la ve el formador, lo aprendido por los participantes puede aparecer en su discurso, pero no en su acción.

En el caso de la formación en el enfoque por competencias, la preocupación se centra en ajustar la enseñanza a las características individuales de cada estudiante, para construir escenarios que favorezcan el desarrollo individual y grupal de los mismos. Esta necesidad, de acuerdo con Perrenaud (1998), no nace solamente del respeto hacia las personas y del sentido común pedagógico, sino que también forma parte de una exigencia de igualdad. Se trata de que todos los estudiantes tengan oportunidades de superarse, independientemente del capital cultural que posean. Ese capital cultural es un elemento fundamental en el cual ha de comenzar cualquier proceso formativo, para que los estudiantes adquieran una educación de calidad. Esto hace que la evaluación se convierta en uno de los puntos centrales del mismo, debido a que puede aportar la información necesaria para adecuar los procesos utilizados por los profesores, 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 (Jorba y Casellas, 1997). Esto mismo ha de tomarse en cuenta en la formación de profesores, para que se desarrollen en la competencia docente.

Uno de los escenarios que se utiliza para el desarrollo de competencias, es la realización de proyectos, debido a que favorece la autorregulación, el trabajo colaborativo y el uso del conocimiento en actividades que se realizan en contextos reales (Camarena, 2008). En el caso de la formación de profesores, el proyecto sería el desarrollo de una secuencia de actividades de aprendizaje-enseñanza-evaluación, desde la didáctica específica que corresponde a la disciplina que enseña, que en este caso es la matemática.

Descripción de la experiencia

El proceso se realizó en la Escuela Superior de Física y Matemáticas del Instituto Politécnico Nacional de México, en un momento en el que se intentaba iniciar la planeación para aplicar un modelo educativo por competencias. Un grupo de profesores del departamento de Física Experimental comenzó a reunirse para tratar de modificar sus manuales de laboratorio, pero, por más que lo intentaban, las modificaciones que podían realizar no les resultaban satisfactorias, porque se daban cuenta de que en el fondo no había cambio. Entonces a la profesora que funge como líder del grupo, se le ocurrió invitar a la autora de este documento para asesorarlos en el aspecto didáctico. Comenzó a mediados del año 2009, con una reunión en la cual se presentó la lista de competencias que presenta el informe final del Proyecto Tuning Latinoamericano (Beneitone et al, 2007), para que eligieran las que corresponden al trabajo experimental. Posteriormente se les mostró la Técnica de Morganov-Heredia (DGCFT, 2002) para secuenciar las competencias y se les sugirió que realizaran el ejercicio, del cual se obtuvo la secuencia que se representa en la figura 1, a partir de la cual se decidió utilizar la competencia 1 como competencia general para los cursos básicos de física experimental, y la competencia 6, para los avanzados.

Posteriormente se acordó trabajar de manera colaborativa en reuniones semanales de dos horas, para construir una propuesta de programa para el curso de Laboratorio de Física I, en el cual el objetivo principal es que los estudiantes aprendan la matemática que se utiliza para el análisis de datos. Como se busca la vinculación entre la física experimental y la matemática, esto lleva a considerar la fase didáctica de la Teoría de la *Matemática en el Contexto de las Ciencias* (Camarena, 1995), donde las necesidades formativas *in situ* son identificadas en el contexto de

los contenidos principales de la ciencia según la especialidad de los estudiantes, para ir construyendo las ideas matemáticas integradas a los procesos que desarrollarán en su actividad profesional. En este caso, el contexto será la física experimental, por lo que se analizó la matemática que los estudiantes requieren desarrollar para poder analizar datos.

- 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 de computación 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 (enfazando en el trabajo en equipo) y uso de métodos adecuados de trabajo en el laboratorio (incluyendo seguridad e higiene).
- 6.- Comunicar conceptos y resultados en el lenguaje oral y escrito ante sus pares y en situaciones de enseñanza, de divulgación y en la participación de actividades profesionales relacionadas.
- 7.- Buscar, interpretar y utilizar información científica adecuadamente

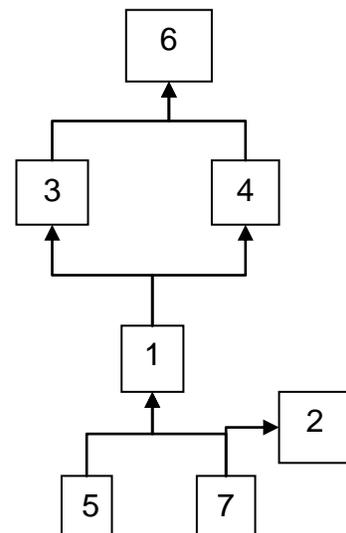


Figura 1. Grafo obtenido al aplicar la Técnica de Morganov-Heredia para secuenciar competencias.

Objetivo

El objetivo que se planteó, fue elaborar una primera aproximación al programa del primer curso en el enfoque por competencias, la cual debía estar lista en julio de 2010, de manera que pudiera ponerse a prueba con algunos grupos de estudiantes para validarla. Para ello se elaboró un plan de trabajo por trimestres, como se muestra en la tabla 1, en la cual se presentan tres columnas: en la primera, las fechas de inicio y fin de cada trimestre; en la segunda, las actividades realizadas en dicho trimestre; y en la tercera, el número aproximado de horas disponibles para las reuniones de trabajo.

Desarrollo del trabajo

Los profesores aceptaron el plan de trabajo, con el acuerdo de que todas las actividades deberían realizarse durante las reuniones, para no descuidar sus actividades de docencia e investigación, excepto las lecturas que ellos mismos solicitaban para poder realizar las tareas del mismo, puesto que ninguno cuenta con formación en didáctica.

La dinámica de las reuniones consistía en la realización de la actividad correspondiente de manera individual, seguida de la socialización para lograr un consenso, mediante un debate que iniciaba con la identificación de las coincidencias y las diferencias, que surgía de la comparación de las propuestas. Los resultados se capturaban y se distribuían a los integrantes por medio del correo electrónico, para que tuvieran oportunidad de revisarla antes de la siguiente reunión.

Tabla 1

Contenidos trabajados en el proceso de formación de profesores.

Trimestre	Actividades	Horas
Agosto – Octubre de 2009.	Análisis de la competencia Investigativa.	18
Noviembre de 2009 – Enero de 2010.	Indagación de los intereses de los estudiantes, para elegir el contexto. Estructura de la unidad didáctica.	18
Febrero – Abril de 2010.	Revisión de una propuesta de estándares. Redacción de indicadores.	18
Mayo – Julio de 2010.	Elaboración del programa para el primer curso de laboratorio.	18

La primera actividad realizada fue el desglose de la competencia investigativa, para lo cual se analizó cada una de las competencias específicas de acuerdo con los aspectos que componen a la competencia investigativa, que son: epistemológico, metodológico, lingüístico, cognitivo y ético (Ladino, 2001), para asegurar la formación integral de los estudiantes. A partir de este análisis, se definieron los contenidos de conceptos, procedimientos y valores que han de incluirse en la competencia 1, a partir de la cual se definiría el nivel de desempeño a lograr en el primer curso. En la tabla 2 se muestra una fracción de dicho trabajo, para ejemplificar el primer producto que se generó.

Tabla 2.

Desglose de la competencia para el primer curso de Física Experimental.

Competencia No. 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.					
Conceptos	Habilidades				Valores
	<i>Cognitivo lingüísticas</i>	<i>Cognitivas</i>	<i>Metacognitivas</i>	<i>Técnicas</i>	
Ciencia	Describir	Observar	Planificar	Tomar datos	Responsabilidad
Rigor científico	Explicar	Analizar	Ejecutar	Medir	Compromiso
Método analítico	Argumentar	Ordenar	Regular	Graficar	Curiosidad
Método numérico		Comparar		Ajustar	Autocrítica
Medir		Categorizar		Escoger	Honradez
Incertidumbre		Clasificar		equipo	intelectual
Propagación de incertidumbres		Representar		Calibrar	Rigor
		Interpretar		Montar	Coherencia

Manejo estadístico de datos	Inferir Deducir	dispositivos Regular el proceso Informar datos	Universalidad Beneficio del ser humano
-----------------------------	--------------------	------------------------------------------------------	-------------------------------------------

Posteriormente se elaboró un cuestionario, basado en las publicaciones de divulgación, para identificar los intereses de los estudiantes, y así elegir el tema de física que más les motive, para utilizarlo como contexto (Camarena, 2005). De esta indagación se obtuvo, como se muestra en la figura 2, que el tema de ciencia que les interesa es la astronomía. Por ello se decidió iniciar en ese contexto las actividades de aprendizaje para los estudiantes.

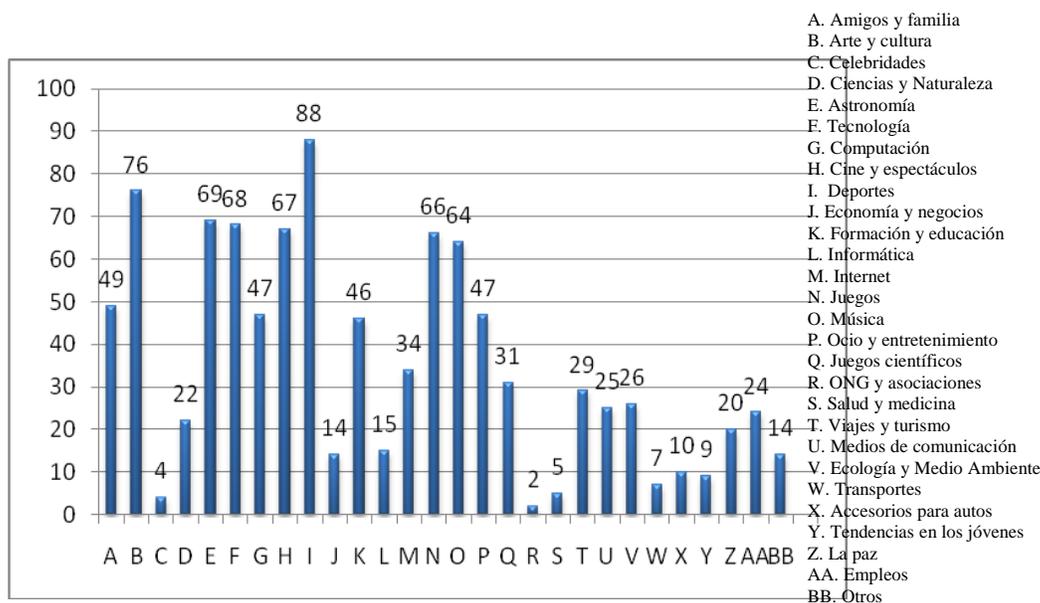


Figura 2. Gráfica que muestra los intereses principales de los estudiantes de primer semestre de la licenciatura en Física y Matemáticas

Esta primera actividad tuvo por contexto “El telescopio” y el planteamiento de la actividad: Conocer la distancia entre una lente y una pantalla, en la que se obtiene una imagen nítida (enfocada). La idea es que la actividad sea abierta en cuanto a lo procedimental, puesto que los estudiantes han de decidir de qué manera tomar el dato. Posteriormente se propone una socialización de resultados, de manera que surja la necesidad de tomar un número mayor de datos, para informar un valor mejor, ante la variación observada. Con este pretexto se pretende llegar a la construcción de histogramas, las medidas de tendencia central y de dispersión. Los contenidos incluidos en el plan de la actividad se presentan en la tabla 3.

Tabla 3.

Contenidos de la primera actividad de aprendizaje diseñada.

Conceptos	Habilidades	Valores
Error	Medir longitudes	Funcionalidad
Media aritmética	Construir tabla de datos	Utilidad
Dispersión	Decidir número de mediciones	Honestidad científica
Histograma	Trazar histograma	

La autora de este documento elaboró una propuesta de estándares e indicadores para las competencias seleccionadas, tomando como base los de dos proyectos de bachillerato (Camarena, 1995), para partir del nivel antecedente (Asociación Americana para el Avance de las Ciencias, 2008) de que se presentó al grupo de trabajo para generar el debate, mediante el cual se modificó, enriqueció y cambió enfoque de algunos estándares y al final se llegó a un consenso. En la tabla 4 se muestran unos ejemplos de dichos estándares e indicadores.

Tabla 4.

Ejemplos de estándares e indicadores para la competencia 1

Competencia No. 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.	
Estándares	Indicadores
P.E. Aplicar la metodología apropiada, para obtener datos y para analizarlos, en la realización de proyectos interdisciplinarios atendiendo problemas relacionados con la física.	Usa equipos e instrumentos de acuerdo con los manuales. Ajusta los resultados con el modelo de menor incertidumbre. Presenta la evaluación de los resultados.
U.C. Confrontar las ideas preconcebidas acerca de los fenómenos naturales con el conocimiento científico y con los resultados experimentales para explicar y adquirir nuevos conocimientos.	Indica las irregularidades en los datos. Utiliza el marco teórico, para emitir conclusiones.

A partir de los indicadores se diseñaron las actividades de aprendizaje, estructuradas mediante el ciclo de aprendizaje (Jorba & Casellas, 1997), como se muestra en la tabla 5.

Tabla 5.

Diseño de la secuencia de actividades didácticas para la competencia 1.

Competencia No. 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.		
Fase	Indicador	Actividad
I. Exploración	<ul style="list-style-type: none"> Distingue las características esenciales de la ciencia. 	Presentación de los integrantes incluyendo sus expectativas y sus intereses. ¿Astrología o astronomía? Ver el video, guiados por preguntas.
1. Romper el hielo.		
2. Motivación inicial.		
3. Evidenciar las ideas iniciales de los estudiantes.		

<p>II. Introducción de ideas nuevas</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Utilizar instrumentos para medir longitudes, de manera correcta. 2. Usar medidas de tendencia central y dispersión. 3. Plantear el sentido de la experimentación en las ciencias naturales. 4. Observar un ejemplo sencillo de regularidad 5. Elegir variables e instrumentos de medición y medir. 6. Elaborar gráficas x-y, y analizarlas. 7. Decidir cuál es la mejor recta. 	<ul style="list-style-type: none"> • Comprende la necesidad de realizar observaciones sistemáticas. • Optimiza el alcance de los instrumentos de medición. • Transfiere sin error los datos del instrumento a la tabla. • Transfiere sin error los datos de la tabla a la gráfica • Utiliza el papel adecuado. • Incluye las etiquetas de cada variable y sus unidades de medición. • Realiza los trazos con precisión. • Utiliza los datos sin error, para realizar operaciones. • Distingue la tendencia de los puntos. • Identifica los datos anómalos. • Organiza los datos en tablas. • Elabora gráficas de manera inmediata a la toma de datos. • Muestra aprecio por la honestidad. • Identifica fuentes de incertidumbre. • Realiza repeticiones para reducir la incertidumbre. 	<p>Se invita a los estudiantes a las áreas verdes, para que con una lente formen una imagen en una pantalla, y que midan la distancia en la cual se ve enfocada. Se concentran los resultados del grupo y se observa que los resultados son diferentes.</p> <p>Los estudiantes proponen formas de representar gráficamente los datos, se dialoga acerca de la utilidad de cada uno, para llegar a la construcción del histograma.</p> <p>Decidirán qué dato informar. Surge la necesidad de medir varias veces, de obtener medidas de tendencia central y de dispersión.</p> <p>Se propone obtener la densidad del vidrio, utilizando canicas, se observa que los histogramas de masa y diámetro se aproximan más a una distribución normal que el de densidades, se llega a la idea de la propagación de las incertidumbres.</p> <p>Se propone el péndulo simple para obtener otro histograma que pudiera dar una distribución más cercana a la normal.</p> <p>Surgen preguntas acerca de la amplitud de la oscilación, la longitud y la masa del péndulo. Se plantean hipótesis acerca de cuáles de estas variables intervienen en el valor del periodo. Miden, organizan los datos, surge la necesidad de usar gráficas en el plano cartesiano, de decidir cuáles puntos tomar en cuenta para trazar las gráficas. Se llega a la necesidad de ajustar las gráficas.</p>
<p>III. Estructuración</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Realizar nuevamente el proceso, con experiencias que requieran ajustes de recta y de parábola. 	<p>Hacer rodar una pelotita en un riel con poca fricción, preguntarles cómo podrían representar ese fenómeno para explicarlo (de manera gráfica o simbólica), se les pregunta qué requerirían medir para lograrlo y con qué.</p> <p>Graficar y analizar las gráficas</p> <p>Se repite el proceso utilizado para el riel horizontal, pero ahora con el riel inclinado, se comparan los resultados obtenidos en ambos casos.</p>	

IV. Aplicación	Los mismos indicadores,	Proponer una de las posibles regularidades
1. Actividad abierta diseñada por cada equipo de estudiado.	para lograr el uso de conocimiento en contextos nuevos para el estudiante.	observadas en la naturaleza, y elegir una por equipo, diseñar las estrategias a utilizar para estudiarla y construir un modelo formal que la explique.

Las actividades se han puesto a prueba en dos semestres consecutivos, por parte de los participantes. En la primera ocasión solamente se trabajó la actividad de las lentes, y el uso de algunos indicadores para evaluar, puesto que todavía no estaba diseñada la secuencia completa. En la segunda ocasión, se incluyeron las actividades de la fase de exploración, la actividad del péndulo y se incrementó el uso de indicadores. Se les permitió a los estudiantes una mayor participación en la construcción de los conceptos y de los procedimientos para realizar las prácticas. Los contenidos de matemáticas a ser contextualizada, sus contextos y los contenidos de Física experimental incluidos en el curso se muestran en la tabla 6.

Tabla 6.

Contenidos de matemática contextualizada y de física experimental incluidos en el curso.

Contenidos de Matemáticas	Contextos	Contenidos de Física Experimental
<ul style="list-style-type: none"> - Medidas de tendencia central - Desviación estándar - Tabla de frecuencias - Histograma - La derivada como pendiente de la recta tangente en un punto - Valor mínimo de una función - La parábola - Funciones logarítmicas y exponenciales 	<ul style="list-style-type: none"> - La formación de imágenes con lentes positivas - Las regularidades en la naturaleza: <ul style="list-style-type: none"> + El péndulo simple + El desplazamiento en un riel horizontal + El desplazamiento en un riel inclinado + El movimiento parabólico 	<ul style="list-style-type: none"> - Medición - Incertidumbre - Error - Número de repeticiones de una medición - Función representativa de los datos

Resultados

Para mostrar los aspectos innovadores, se realizó una comparación entre las prácticas utilizadas antes y después del proceso que se muestra en este documento (tabla 7). Se puede observar que se cambió de un modelo de realización mecánica de actividades dirigidas, a otro de construcción, orientado al desarrollo de una competencia.

Tabla 7.

Comparación de la realización de dos actividades prácticas realizadas para lograr los mismos objetivos, con dos formas diferentes de trabajo.

Objetivo: Aprender a calcular el promedio, la desviación estándar y el error del promedio de una serie de mediciones de una misma cantidad física hechas en condiciones idénticas.		
Aspectos	Práctica basada en instrucciones	Práctica basada en decisiones
Utilizando	Instructivos utilizados para los cursos	El diseño de una actividad por medio de indicadores, para una competencia.
Contenidos	Incertidumbre, medidas de tendencia central, medidas de dispersión.	Incertidumbre, medidas de tendencia central, medidas de dispersión.

Contextualización	<p>Texto introductorio que presenta: Limitaciones de los sentidos para obtener información, el uso de instrumentos de medición, explicación con demostraciones del cálculo de incertidumbres, de las medidas de tendencia central y de dispersión.</p>	<p>La proyección del video “La Armonía de los mundos” (Sagan, Druyan & Soter, 1980) con las ideas: Regularidades en la naturaleza, ciencia y no ciencia, Kepler y Tycho Brahe. Preguntas para la reflexión y socialización.</p>
Indicaciones para la parte experimental	<p>Con el fin de aclarar los conceptos del texto de apoyo se desarrolla este ejercicio con el propósito de ilustrar el caso de variables discretas.</p> <p>a) Los alumnos miden 100 veces la longitud de una mesa de laboratorio con reglas de un metro graduadas en <i>decímetros (dm)</i> sin hacer marcas en la regla o la mesa y apreciando la fracción de decímetro. Los alumnos deberán intentar apreciar hasta medios centímetros y no tendrán demasiado cuidado al colocar la regla, esto con el fin de obtener diferentes valores.</p> <p>b) A partir de los datos obtenidos, el profesor ilustra el procedimiento para construir la tabla de frecuencias y graficar el histograma de frecuencias.</p> <p>c) Calcule el promedio \bar{X}, la desviación estándar σ y el error del promedio.</p> <p>Para ilustrar el caso de variables continuas, en el siguiente ejercicio el profesor deberá mostrar la forma de agrupar los datos en intervalos, obtener las marcas de clase para cada uno de ellos, construir la tabla y graficar el histograma de frecuencias. Los alumnos deberán completar el ejemplo para incluirlo en su reporte.</p> <p>a) Con un vernier los alumnos miden 100 veces el diámetro externo de un tubo metálico deformado a propósito con el fin de obtener valores diferentes en cada medida. Estime y anote el error de apreciación ΔX.</p> <p>b) A partir de los datos obtenidos, el profesor ilustra el procedimiento para construir la tabla de frecuencias y graficar el histograma de frecuencias.</p> <p>c) Calcule \bar{X} y σ usando los datos agrupados en la tabla de frecuencias.</p>	<p>- Capturar en una pantalla la imagen de las nubes, mediante una lente y medir a qué distancia ésta se ve más nítida.</p>

	<p>d) Determine el error promedio y el error porcentual. Escriba los intervalos $X = \bar{X} \pm E$ y $X = \bar{X} \pm \sigma$ con el número correcto de cifras significativas (ver texto de apoyo).</p> <p>e) Grafique el histograma y polígono de frecuencias indicando los intervalos del inciso.</p>	
Estrategias de aprendizaje	Lectura, revisión de los ejemplos en la misma, realización de las mediciones de acuerdo a las instrucciones y de los cálculos como los ejemplos.	Realización de la actividad experimental como cada estudiante lo planea, resolución de los problemas que va encontrando sobre la marcha mediante trabajo colaborativo entre los estudiantes, realización de un número grande de mediciones, por iniciativa de ellos, surgida de la necesidad, realización de histograma y cálculos para obtener una medida representativa, por consenso entre los estudiantes, orientados por el profesor.
Evaluación	Un número y algunas marcas realizadas por el profesor sobre el informe con los resultados obtenidos por los estudiantes.	Una rúbrica en la que se marcan los indicadores que se cumplieron, en relación con la competencia trabajada, tanto por medio de la observación del trabajo experimental, como por la revisión del informe escrito por los estudiantes.
Comentarios expresados por los estudiantes.	Molestia por tener que repetir mediciones, comentarios acerca de que no tenía sentido estar repitiendo lo mismo.	Interés por comprender cómo se forma las imágenes. Deseos de seguir trabajando en las áreas verdes, de seguir observando las imágenes obtenidas y participación activa para encontrar, entre todos, la manera de hacer la medición y los cálculos necesarios para entregar un resultado satisfactorio.

Posteriormente se comparó el proceso formativo, con otro que consistió en la impartición de un diplomado con la misma duración, el mismo proyecto como trabajo final e impartido por la misma persona que escribe este documento (González, 2003). Los principales resultados se muestran en la tabla 8.

Tabla 8.

Comparación de dos procesos para la formación de profesores, un diplomado y la realización colaborativa d un proyecto académico.

Proceso formativo utilizado	Diplomado	Realización de un proyecto académico	Ventajas del trabajo colaborativo
Participantes	Profesores inscritos en	Profesores interesados	Mayor compromiso por parte de

	un curso de didáctica (10 profesores, concluyeron 6)	en elaborar un producto (5 profesores)	los participantes
Instrumentos para recoger datos	Cuestionarios, videos y revisión de evidencias de aprendizaje.	Observación participante, revisión de los avances en la elaboración del producto	De manera natural, no se sentían observados ni evaluados
Análisis de datos	Comparación de la práctica docente antes, durante y al final del proceso	Comparación con la práctica docente antes, durante y después del proceso y con respecto al diplomado.	Los participantes colaboraron en el análisis, para poder compartir su experiencia
Resultados	Cambios en la práctica docente: rápidos, pero con avances y retrocesos. Los cambios consisten en incluir actividades de aprendizaje, además de la exposición.	Cambios en la práctica docente: lentos y estables.	Los cambios se dan libremente, hasta que los profesores se sienten seguros, no se han identificado retrocesos. Los cambios consisten en plantear un proceso constructivo guiado por una competencia.

Conclusiones

El hecho de que los profesores participen en un proyecto académico, como medio para su formación, favoreció cambios que se reflejaron en:

1. Abandonar el instructivo cerrado en el que se le da a los estudiantes la información y el procedimiento detallado a seguir, por un problema abierto en el contexto de la física, que requiere de los estudiantes la elaboración de un plan para su solución.
2. Evaluar por medio de indicadores.
3. Tomar en cuenta los intereses de los estudiantes para elegir el contexto y su nivel inicial de desarrollo en las competencias correspondientes.
4. Realizar un proceso constructivo más que uno de aplicar un algoritmo contenido en un instructivo.

Referencias y bibliografía

- American Association for the Advancement of Science (AAAS) (2008). *Proyecto 2061* [en línea]. Recuperado el 12 de febrero de 2009, de: <http://www.project2061.org/>
- Beneitone, P., Esquetini, C., González, J., Marty, M., Siufi, G & Wagenaar, R. (2007). *Reflexiones y perspectivas de la Educación Superior en América Latina. Informe final –Proyecto Tuning-América Latina 2004-2007*. Bilbao, España: Universidad de Deusto, pp. 162-163.
- Camarena, G.P. (1990). *Especialidad en docencia de la ingeniería matemática en electrónica*. Editorial ESIME-IPN, México, p. 55.

- Camarena, G. P. (1995). *La enseñanza de las matemáticas en el contexto de la ingeniería*. XXVIII Congreso Nacional de la Sociedad Matemática Mexicana, México, pp. 32-41.
- Camarena, G. P. (2005). "Reporte de investigación titulado: La matemática en el contexto de las ciencias: las competencias profesionales". México: Editorial ESIME-IPN, p. 42.
- Camarena, G. P. (2008). *La Matemática en el Contexto de las Ciencias*. Memorias del III Coloquio Internacional sobre Enseñanza de las Matemáticas, Perú, p. 10.
- DGCFT, SEP (2002) La Técnica de Morganov-Heredia para la organización secuencial de materias y contenidos en: Manual Metodológico y de Procedimientos para la Elaboración de Paquetería Didáctica. Educación Basada en Competencia. México. [Documento en línea] obtenido en agosto de 2009 De: <http://intranet.dgcft.sep.gob.mx/uploads/Manual%20Metodo%20Metodologico%20y%20de%20Procedimientos%20para%20la%20Elaboraci%C3%B3n%20de%20Paqueter%C3%ADa%20Did%C3%A1ctica.pdf>, pp. 50-52.
- Diario Oficial de la Federación (2008). *Acuerdo Núm. 442 por el que se establece el Sistema Nacional de Bachillerato en un Marco de Diversidad*, México, 26 de septiembre de 2008.
- González, L.M. (2003). Estabilidad del aprendizaje y formación de profesores en ciencias. *Revista de Innovación Educativa*. 4, 23, 12-21.
- Jorba, J. & Casellas, E. (1997). *La regulación y la autorregulación de los aprendizajes*. España: ICE-UAB/Síntesis, pp. 21-22.
- Ladino, Y. (2001) *Sobre la evaluación de competencias*. VI Congreso Internacional Investigación en la Didáctica de las Ciencias. Barcelona: España, p p. 233-234.
- Perrenoud, P. (1998). ¿A dónde van las pedagogías diferenciadas? Hacia la individualización del currículo y de los itinerarios formativos. Universidad de Ginebra. (Documento en línea). Obtenido el 22 de octubre de 2009 de: http://www.unige.ch/fapse/SSE/teachers/perrenoud/php_main/php_1998/1998_42.html
- Sagan, C. Druyan, A & Soter, S. (1980). La armonía de los mundos. *Cosmos. Un viaje personal*. California, Estados Unidos: Televisión pública de California.