

Formación conjunta de profesores de matemáticas, física y química

Luz María De Guadalupe González Álvarez

Escuela Superior de Física y Matemáticas, Instituto Politécnico Nacional
de México luzmagpe@prodigy.net.mx

Resumen

La intención que se persigue en esta participación, es mostrar los resultados que se han obtenido, en una experiencia en la que se realizó la formación conjunta de profesores de matemáticas, física y química, en el enfoque de la didáctica de las ciencias. Para ello, primero se presenta el objetivo general de dicho enfoque, seguido de un resumen de los argumentos que se presentan en relación con las diferentes posturas en debate, acerca de la conveniencia de utilizar diferentes grados de integración de las disciplinas científicas en los niveles de educación básica y universitaria. Posteriormente se describe el diseño del proceso formativo (diplomado), así como los elementos fundamentales de la experiencia de formación de profesores que se presenta en este documento, analizada desde sus ventajas, desventajas, límites y oportunidades. Para concluir, se presenta la valoración final de la experiencia, seguida de la proyección que se espera dar a la misma, en un futuro cercano.

Palabras clave: Formación Conjunta, Profesores, Matemáticas, Física, Química.

Join training for teachers of mathematics, physics and chemistry

Luz María De Guadalupe González Álvarez

Escuela Superior de Física y Matemáticas, Instituto Politécnico Nacional
de México luzmagpe@prodigy.net.mx

Abstract

In this participation, we show the results obtained, in an experience in the joint training for teachers of mathematics, physics and chemistry from the viewpoint of the science education. We present the objective of this approach, followed by a summary of the arguments from different positions about the advisability of using different degrees of integration of scientific disciplines in the levels of school and university. Then we describe the design of the learning process (postgraduate) and the basic elements of teacher training experience presented in this paper, analyzed from their advantages, disadvantages, constraints and opportunities. In conclusion, we present the final assessment of experience, followed by the projection that is expected to give to it, in the near future.

Keywords: Combined Formation, Teachers, Mathematics, Physics, Chemistry.

Introducción

El problema básico que se plantea la didáctica de las ciencias es enseñar ciencias significativamente, es decir, cómo promover que la cultura científica generada a través de los siglos, pueda ser comprendida por la población, se sepa aplicar y se pueda continuar generando (SANMARTÍ, 2002).

Si admitimos que las fronteras entre diferentes disciplinas no se fijan de una vez para siempre, podría decirse que es indispensable reorganizar los ámbitos del saber por medio de una cooperación entre disciplinas que permita su progresiva construcción y mejora. El nivel de cooperación que se requiere para resolver problemas cercanos a la realidad, puede ser: pluridisciplinar, en el cual varias ciencias colaboran pero cada una conserva su especificidad; transdisciplinar, situada en un nivel de abstracción elevado, utiliza teorías y conceptos comunes a todas las ciencias; e interdisciplinar, que implica confrontación, intercambio de métodos, conceptos y puntos de vista. Así pues, los contactos interdisciplinarios son enriquecedores en la medida en que cada una de las ciencias pueda beneficiar a las otras de ciertos conceptos; de dimensiones, que, utilizadas en un marco nuevo, permitan plantear nuevas cuestiones.

La primera etapa de una colaboración útil consiste, para cada ciencia, en conocer el servicio que las otras pueden proporcionarle y en saber plantear sus problemas en términos accesibles para los otros. En la práctica, la mejor forma de conseguirlo es trabajar en común lo más a menudo posible, ya que un marco interdisciplinario no se conforma con yuxtaponer puntos de vista sino que se ve obligado a integrarlos (GARCÍA; SANTOS, 2000).

Ante esto, se han generado proyectos educativos con diferente grado de integración de las diferentes disciplinas científicas, desde la no integración (ciencias separadas) hasta su total integración (ciencia integrada), pasando por categorías intermedias como la ciencia asociada, la ciencia combinada o la ciencia coordinada. La ciencia integrada y combinada se consideran enfoques adecuados para la enseñanza de las ciencias a nivel de enseñanza primaria y en los primeros cursos de secundaria (12-14 años), donde los fenómenos investigados y las estructuras conceptuales necesarias son relativamente más sencillas. A medida que se avanza en los cursos de Secundaria (14-16), hay un debate, con opiniones diversas, desde aquellos que han estado a favor de un enfoque integrado o combinado, hasta los que prefieren respetar la estructura interna de cada ciencia (cf. CAAMAÑO, 1991).

Actualmente existen propuestas que se dirigen a resolver el dilema de qué es más importante en estudios superiores; que los estudiantes aprendan el modo de ver el mundo propio de la ciencia que estudian, o la resolución de problemas complejos con diferente nivel de integración de las diferentes disciplinas científicas. Una de estas propuestas es la inclusión en la curricula de una disciplina integradora, la cual debe interrelacionar todos los contenidos recibidos de las diferentes disciplinas del plan de estudio y posibilitar que el estudiante se apropie del objeto de su trabajo mediante la solución de problemas de la práctica social.

En ella están presentes no sólo el estudio como exponente de lo académico y el trabajo como representación de lo laboral, sino también el método de la investigación científica, por eso su nivel de asimilación parte desde lo productivo hasta lo creativo (GHEISA, 2004). Otra propuesta consiste en construir la interdisciplinariedad enriqueciendo cada disciplina por medio de nexos entre las diferentes asignaturas, de manera que se refleje una acertada concepción científica del mundo; lo cual demuestra cómo los fenómenos no existen por separado al interrelacionarlos por medio del contenido. Esta consiste en un trabajo común teniendo presente la interacción de las disciplinas científicas, de sus conceptos, directrices, de su metodología, de sus procedimientos, de sus datos (cf. PÉREZ et al, 2010).

En el caso de la matemática, se cuenta además con la teoría de la Matemática en el contexto de las ciencias. El supuesto filosófico educativo de esta teoría es que el estudiante esté capacitado para hacer la transferencia del conocimiento de la matemática a las áreas que la requieren y con ello las competencias profesionales y laborales se vean favorecidas. Para ello, se contempla un proceso metodológico para el desarrollo de las competencias profesionales referidas a la resolución de eventos contextualizados, con la cual se fomenta el desarrollo de las habilidades para la transferencia del conocimiento, éste incluye tres etapas: 1. Presentar la estrategia didáctica de la *Matemática en Contexto* en el ambiente de aprendizaje. 2. Implantar cursos extracurriculares en donde se lleven a cabo actividades para el desarrollo de habilidades del pensamiento, habilidades metacognitivas y habilidades para aplicar heurísticas al resolver problemas, así como actividades para bloquear creencias negativas. 3. Instrumentar un taller integral e interdisciplinario en los últimos semestres de los estudios del alumno, en donde se resuelvan eventos reales de la industria (CAMARENA, 2008). Como se puede observar, esta teoría resuelve el problema con elementos que tomaron una u otra de las propuestas mencionadas. Se incrementa paulatinamente el grado

de integración, de manera que los estudiantes transiten desde la ciencia separada, hasta la ciencia integrada, de manera que se aprovechen las ventajas de cada una de estas opciones, avanzando en complejidad, al ir enfrentando problemas cada vez más cercanos a la realidad profesional con la que se han de enfrentar en un futuro cercano.

La propuesta de formación docente y su evaluación

Se diseñó una propuesta de formación docente que partió de la idea de que los profesores requieren vivir la experiencia formativa en el mismo enfoque, con los mismos métodos, técnicas y recursos que se espera ellos utilicen en su práctica docente futura (TIBERGHIE; JOSSEM; BAROJAS, 1998).

Uno de los cambios que se espera de ellos, es que logren un nivel intermedio de integración con otras disciplinas, para que se favorezca el desarrollo de competencias en los estudiantes. Un antecedente importante de este proceso, es una investigación que desembocó en el diseño de una *especialidad en docencia de la ingeniería matemática en electrónica*, en donde las asignaturas de matemáticas se muestran vinculadas con otras disciplinas propias de la electrónica y sus ramas afines (CAMARENA, 1990). Posteriormente se diseñó un *diplomado en didáctica de las ciencias*, para formar a un grupo de profesores de química, física y matemáticas, de bachillerato y primer año de universidad; cuyo objetivo era la elaboración, aplicación y evaluación de unidades de aprendizaje. En este proceso los profesores de las diferentes asignaturas interactuaron para enriquecer mutuamente sus proyectos educativos (GONZÁLEZ, 2003). El grupo analizado está formado por profesores en servicio y estudiantes que se preparan para ser profesores (preservicio).

Diseño del diplomado

Para el diseño del diplomado se realizó un diagnóstico previo de una muestra de las poblaciones a las que pertenecían los posibles candidatos a ingresar al diplomado. Este diagnóstico se identificaron, a manera de hipótesis de trabajo, las debilidades y fortalezas de los docentes, para estructurar un plan orientado a la atención de las debilidades, apoyado en las fortalezas. Dicho diagnóstico se realizó nuevamente al inicio del diplomado, al grupo formado por los profesores

inscritos en el diplomado, para verificar la hipótesis y afinar los detalles necesarios para atender las particularidades del mismo. Para ambas etapas del diagnóstico, se utilizó un cuestionario abierto.

El cuestionario se validó, antes de la realización del primer diagnóstico, mediante la revisión de dos expertos, quienes analizaron el instrumento y el proceso de aplicación del mismo, e hicieron sugerencias de modificación; y mediante la aplicación a una pequeña muestra de profesores, con el objeto de comprobar si mide lo que se pretende medir; los resultados de esta aplicación también fueron validados por los expertos. La muestra para la validación se conformó incluyendo personas con diferentes niveles de preparación en cuestión de la didáctica, para que fuera lo más representativa posible.

Una vez validado el cuestionario, se aplicó a un grupo de 56 profesores de distintas universidades para realizar el primer diagnóstico. De la primera pregunta del cuestionario “Escribe un comentario acerca de las dificultades que se presentan con mayor frecuencia en la labor docente y propuestas de posibles soluciones para las mismas”, se obtuvo que las principales necesidades formativas relacionadas con la didáctica disciplinar de los profesores, que ellos mismos identificaron, son: Contar con criterios que les permitan tomar decisiones más coherentes con las necesidades de sus estudiantes, en el momento de realizar la planeación de sus clases y de participar en las reformas educativas; realizar la gestión en el aula desde su planeación previa; diseñar, usar y adaptar técnicas y materiales didácticos; y realizar la evaluación formativa de sus estudiantes durante el proceso de aprendizaje. Las categorías que se utilizaron para sistematizar el análisis mediante el cual se identificaron dichas necesidades se muestran en la Figura 1.

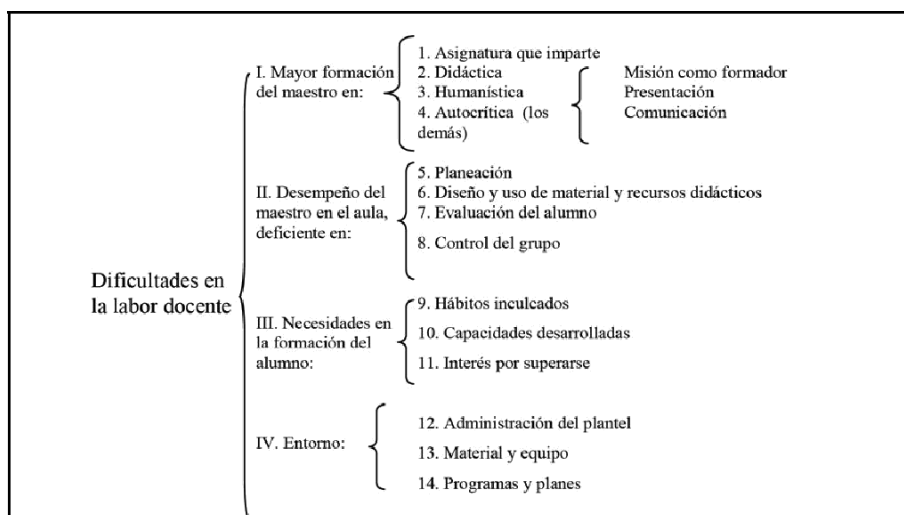


Figura 1. Categorización de las respuestas a la cuestión número 1 del cuestionario (dificultades que se presentan con mayor frecuencia en el aula) Dichas categorías se estructuraron de la siguiente manera:

I - Formación del maestro

En ella se condensan los comentarios relacionados con el problema de la falta de programas estructurados tanto para la formación inicial de los profesores que se integrarán a la labor docente; como la continua, para mantener actualizados a los que ya han estado en ejercicio. Dentro de esta formación, se tomaron en cuenta los siguientes aspectos:

1. Asignatura que imparte - Se refiere a la actualización en cuanto a los conocimientos que integran el contenido programático a desarrollar en los cursos que el maestro imparte, su relación con otras asignaturas y con el contexto del alumno.

2. Didáctica - La mayor inquietud en este aspecto, fue la de seleccionar, diseñar y aplicar las técnicas, métodos y materiales didácticos de acuerdo con las necesidades particulares de cada grupo.

3. Humanística.- En este punto, se tomaron en cuenta tres líneas relacionadas con las actitudes del maestro como persona, frente a sus alumnos:

A) Su misión como formador.- esta frase intenta resumir las características mencionadas en relación con la atención que el maestro puede dar a sus alumnos

en problemas no relacionados directamente con el contenido de los temas de su curso. Se mencionó la importancia de recordar que el alumno es un ser humano también y que requiere desarrollarse en múltiples aspectos.

B) Su presentación.- El hecho de que el modelo más inmediato de profesionista con que cuenta el alumno, es precisamente la de sus maestros, y que esto implica una responsabilidad que debe atenderse tanto en el aspecto de su arreglo personal, como en el de trato con sus compañeros y alumnos, se puso de manifiesto a través de diversas frases.

C) La comunicación - También se mencionó la necesidad de que se intercambien opiniones con los alumnos, con otros maestros y con los padres de familia, en relación a la problemática de cada uno en particular y del grupo, para contar con mayor número de alternativas de solución a los posibles conflictos o deficiencias que encuentre en el trabajo de la clase.

4. Falta de autocrítica de los compañeros - Algunas veces se hace crítica de los elementos que componen el curriculum, de la labor de los compañeros, pero del trabajo propio, hace falta que se realice, para que de esta manera se evolucione para realizar mejor el trabajo con los alumnos.

II - Desempeño del maestro en el aula

En relación con la aplicación de todo el cúmulo de experiencias y conocimientos que tiene el maestro, se mencionaron algunos puntos de tropiezo que suelen presentarse:

5. Planeación - Por diferentes motivos, en ocasiones no se realiza una planeación de las actividades a desarrollar, o bien, se realiza en forma deficiente y en ocasiones, no se sigue. Esto entorpece la optimización en el uso de los recursos con los que puede contar, incluyendo el tiempo.

6. Diseño y uso de material y recursos didácticos - Es importante contar con la posibilidad de utilizar recursos didácticos variados, de acuerdo con la opinión de los maestros, pero no siempre se tiene y en ocasiones el material no cubre las necesidades, por lo que se requiere que el mismo maestro pueda diseñar y elaborar los materiales.

7. Evaluación del alumno - La congruencia de la forma de evaluar con la de trabajar con el grupo es importante. También cuidar que se cumplan las cualidades de la misma, como la justicia, la validez, etc.

8. Control del grupo y su forma de relacionarse con el alumno - La gestión en el aula, el ejercer la autoridad sin necesidad de hacerlo por medio de

la represión.

III - Formación del alumno

9. Hábitos inculcados - Se refiere a los que a este nivel debería de tener, de acuerdo con su edad y que sin embargo, aún no los posee.

10. Capacidades desarrolladas - En relación a los antecedentes académicos necesarios para la asignatura, a las formas de razonamiento que requiere y sus ideas previas de acuerdo al año que cursa.

11. Interés por superarse. Se incluye el interés por aprender la asignatura en particular y el de aprender en general.

IV Entorno

12. Administración del plantel - Distribución de actividades a los profesores, de acuerdo con su plaza, límite de alumnos aceptados en cada grupo, apoyo para la realización de cursos y otras actividades de superación.

13. Material y equipo - En algunos planteles se cuenta con pocos recursos y por lo tanto, los materiales y equipos disponibles no son suficientes para el desarrollo de las actividades que requieren los cursos.

14. Programas y planes- La extensión de los programas no está de acuerdo con el tiempo indicado para su desarrollo, los temas no corresponden con las necesidades del alumno de acuerdo con el perfil del egresado y en ocasiones se menciona que no existen los mecanismos para que el maestro participe en la elaboración de los planes y programas.

La segunda pregunta del cuestionario se elaboró para conocer aquellas necesidades formativas que los profesores no han identificado en sí mismos. En ella se presentaron dos modelos diferentes de actividad de aprendizaje; primero un modelo de actividad muy cerrada, con un instructivo detallado de lo que el estudiante debía hacer; y después un modelo de actividad muy abierta, planteada a manera de pregunta de investigación, para que el estudiante realice un plan para encontrar la solución y lo ejecute. Para ambos modelos se les solicitó que indicaran los aprendizajes que desarrollaría el alumno con la actividad si se le planteara de cada una de esas maneras.

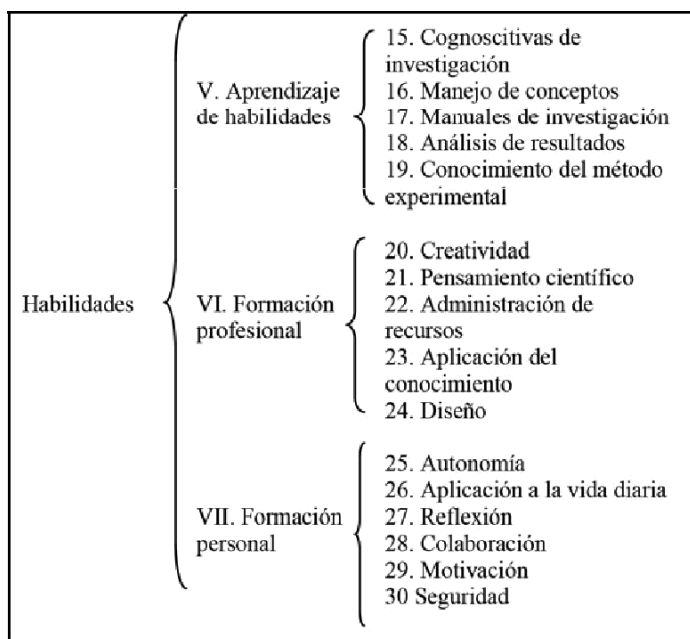


Figura 2. Categorización de las respuestas a la cuestión número 2 del cuestionario (aprendizaje que desarrollaría el alumno al realizar una actividad de aprendizaje cerrada y los que desarrollaría si se hiciera abierta)

Las dimensiones seleccionadas son:

V - Aprendizaje

15. Cognoscitivas de investigación - Se incluyen las capacidades cognoscitivas relacionadas con los trabajos prácticos, y con la búsqueda de respuestas a los problemas. Estas son, por ejemplo, la consulta bibliográfica, la elección de la información, el uso de la matemática requerida, etc.

16. Aprendizaje de conceptos - Se refiere a los cambios conceptuales favorecidos por la actividad.

17. Manuales de investigación - El uso de materiales, instrumentos y equipos.

18. Análisis de resultados - Interpretación de las cantidades organizadas en las tablas de datos, de las obtenidas por medio de la matemática aplicada, etc.

19. Conocimiento del “método experimental” y ser metódico - Para algunos de los profesores entrevistados, el conocer el “método experimental” y utilizarlo con cierta rigidez, el ser metódico en el trabajo, el ser “dócil” para seguir instrucciones, son habilidades importantes para el alumno.

VI - Formación profesional

20. Creatividad - La búsqueda de soluciones diferentes a la más obvia o a la presentada por el profesor en clase.

21. Pensamiento científico - Las formas de razonamiento empleadas para emitir conclusiones.

22. Administración de sus recursos - La toma de decisiones, la planeación, la organización, el uso de los materiales con que cuenta de manera óptima.

23. Aplicación del conocimiento adquirido - Uso de los conocimientos obtenidos por medio de la actividad, en otros problemas planteados en clase.

24. Diseñar - Construir prototipos sencillos que puedan suplir el uso de equipo sofisticado, aplicando los conocimientos adquiridos en clase.

VII - Formación personal

25. Reflexión - El cambio de actitud que favorezca la realización de actividades científicas, menos espontánea, más pensada, guiada por su razón más que por impulso.

26. Autonomía - Reducción de la dependencia intelectual del alumno en relación a su maestro, para la resolución de problemas tanto teóricos como prácticos.

27. Aplicación a la vida diaria - Uso de los conocimientos obtenidos por medio de las actividades de aprendizaje, en situaciones que se presenten en contextos diferentes, fuera del aula.

28. Colaborar - La participación con sus compañeros de aula, compartiendo sus habilidades y conocimientos para un desempeño mejor en la resolución de sus deberes.

29. Motivación - Cambios de actitud hacia el curso que puedan obtenerse debido a la forma de trabajar en el aula.

30. Seguridad - Presentación de sus conclusiones ante diferentes públicos, sin titubeos, confiando en sus conocimientos.

A partir de las respuestas de los profesores, se identificaron necesidades formativas implícitas, y que por lo mismo los profesores no podían expresar. Estas se obtuvieron mediante la interpretación de las respuestas, analizando

la congruencia de sus argumentos, la postura epistemológica que refleja, los aprendizajes que menciona para cada uno de los modelos de actividad, etc.

En conclusión se tiene, como resultado del diagnóstico previo, que los factores que los maestros consideran más relevantes para mejorar su docencia, y que por lo tanto conviene tomar en cuenta en un proyecto de formación de profesores son, por orden de preferencia:

- Adquirir la habilidad para utilizar y elaborar materiales y recursos didácticos.
- Favorecer el desarrollo de capacidades de los alumnos.
- Necesidad de otro tipo de formación en la que predominen la Didáctica y la Humanística.
- Hacer una revisión de los planes y programas de estudio.
- Contar con elementos que le permitan participar en la toma de decisiones para las reformas educativas.
- Que exista concordancia entre niveles (secundaria, bachillerato, facultad, principalmente).
- Favorecer la adquisición de hábitos deseables, en los alumnos.
- Contar con una formación sólida en la asignatura que imparten.

Los problemas que los maestros con menos formación en Ciencias de la Educación suelen olvidar son fundamentalmente:

- Aprender a realizar de manera óptima la gestión del aula.
- La evaluación del alumno (principalmente como un proceso de autorregulación).
- La autocritica (es decir, la autorregulación del profesor).

Respecto a las habilidades que los maestros consideran que se desarrollan en los alumnos mediante la realización de actividades de aprendizaje, cerradas (o tradicionales) y abiertas (o innovadoras, que permiten al alumno participar en decisiones relacionadas con el propio trabajo):

- Las habilidades son de distinto tipo en trabajos o problemas abiertos que en cerrados.
- El aprendizaje de habilidades manuales relacionadas con la investigación se desarrolla más con actividades prácticas cerrados.
- La formación profesional que adquieren es mayor con trabajos abiertos.
- La formación personal que adquieren es mayor con trabajos abiertos.
- El desarrollo de la habilidad para aplicar el conocimiento se favorece más con trabajos abiertos.
- Las preferencias de los maestros se inclinan hacia trabajos abiertos, sin embargo se siguen utilizando casi exclusivamente los trabajos cerrados.
- No se da la misma importancia a las habilidades en los diferentes niveles de educación (secundaria, bachillerato y facultad, principalmente).

Las habilidades que los maestros olvidan que los alumnos pueden desarrollar mediante la realización de trabajos prácticos son:

- El alumno se hace más independiente con los trabajos prácticos.
- La aplicación a la vida diaria y a la tecnología, se favorece con los trabajos prácticos abiertos.
- La colaboración entre alumnos.
- La reflexión, que se adquiere más con trabajos abiertos.
- La administración de sus recursos, que se desarrolla mejor con los trabajos abiertos.
- La capacidad para analizar los resultados, que se realiza mejor con los trabajos abiertos.

A partir de estos resultados, se configuró el diplomado alrededor de dos ejes.

Uno de los ejes de desarrollo del diplomado era que los docentes pudieran diseñar unidades didácticas, con elementos para la integración entre disciplinas, centradas en el aprendizaje y con actividades de aprendizaje de diversos grados de apertura. Otro eje de desarrollo del diplomado en cuestión fue la utilización

de la metodología de investigación-acción, para hacer los ajustes curriculares necesarios durante el desarrollo del diplomado. Los contenidos se agruparon en cuatro cursos, como se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1. Estructuración de los cursos a partir de las necesidades formativas de los profesores de matemáticas, física, química y biología, obtenidas del diagnóstico

NECESIDADES DETECTADAS EN LA INVESTIGACIÓN	TEMAS PROPUESTOS	CURSO EN EL QUE SE INCLUYE EL TEMA
Habilidad para utilizar y elaborar materiales y recursos didácticos	Diseño de materiales didácticos. Herramientas de la Didáctica de las Ciencias. La formación de los valores y los procedimientos. Los proyectos de ciencias.	Diseño y uso de materiales y recursos didácticos.
Favorecer el desarrollo de capacidades de los alumnos	Enriquecimiento instrumental Filosofía de la mediación Herramientas para la metacognición. Evolución del pensamiento cotidiano al pensamiento científico. Valores y procedimientos involucrados.	Habilidades del pensamiento
Formación en didáctica y humanística	Desarrollo histórico de las Ciencias de la Educación. Evolución del concepto de Ciencia. La comunicación de la Ciencia en el aula. Dificultades en la conceptualización de leyes. Instrumentos para la formación en valores y procedimientos. Instrumentos para la evaluación como proceso de autorregulación.	Introducción a la Didáctica de las Ciencias Experimentales.
Revisión de planes y programas de estudio. Participación en las reformas educativas.	La secuenciación de contenidos. La enseñanza de conceptos. La gestión social en el aula. El pensamiento cotidiano y el científico. La evaluación como proceso de autorregulación. Los temas transversales en el currículo.	Dirección del aprendizaje.

La forma de organizar el trabajo con los grupos de alumnos (gestión).	La gestión en el aula.	Dirección del aprendizaje
La evaluación del alumno.	La evaluación como proceso de autorregulación.	Introducción a la Didáctica de las Ciencias Experimentales. Dirección del aprendizaje
La autocrítica.	La evaluación como proceso de autorregulación.	Introducción a la Didáctica de las Ciencias Experimentales. Habilidades del pensamiento.
Las habilidades que se desarrollan mediante los trabajos prácticos.	Los trabajos prácticos. Herramientas para la dirección del aprendizaje. Enriquecimiento instrumental.	Introducción a la Didáctica de las Ciencias Experimentales. Habilidades del pensamiento.
La formación profesional del alumno.	Las teorías del aprendizaje. Herramientas para la dirección del aprendizaje. Enriquecimiento instrumental.	Habilidades del pensamiento. Dirección del aprendizaje.
La formación personal del alumno.	Las teorías del aprendizaje. Herramientas para la dirección del aprendizaje. Enriquecimiento instrumental.	Psicología del aprendizaje. Habilidades del pensamiento.
La aplicación del conocimiento a la vida diaria y a la tecnología.	Los proyectos de ciencias. Los trabajos prácticos. La resolución de problemas. Diseño de materiales didácticos.	Diseño y uso de materiales y recursos didácticos.
La independencia intelectual del alumno.	La evaluación como proceso de autorregulación. Los temas transversales y la formación de los valores y los procedimientos. Enriquecimiento instrumental. Filosofía de la mediación.	Habilidades del pensamiento. Introducción a la Didáctica de las Ciencias Experimentales.
La colaboración.	Características fundamentales del adolescente. Características fundamentales del adulto, y su relación con el adolescente. La evaluación como proceso de autorregulación. Los temas transversales y la formación de los valores y los procedimientos.	Psicología del aprendizaje. Habilidades del pensamiento.

La reflexión.	Características fundamentales del adolescente. La evaluación como proceso de autorregulación. Los temas transversales y la formación de los valores y los procedimientos.	Psicología del aprendizaje. Habilidades del pensamiento.
La administración de los recursos.	La secuenciación. La gestión en el aula. Los trabajos prácticos. Los temas transversales y la formación de los valores y los procedimientos.	Introducción a la Didáctica de las Ciencias Experimentales. Dirección del aprendizaje en el aula.
La capacidad para analizar los resultados.	La gestión en el aula Los trabajos prácticos. La resolución de problemas. Enriquecimiento instrumental. Herramientas para la dirección del aprendizaje. Los temas transversales y la formación de los valores y los procedimientos.	Introducción a la Didáctica de las Ciencias Experimentales. Dirección del aprendizaje. Habilidades del pensamiento.
El manejo de la asignatura que imparte.	Los principales contenidos de la Ciencia que imparte.	Temas selectos.

Realización del diplomado

El diplomado duró un año, durante el cual los profesores-alumnos vivieron la experiencia de realizar actividades de aprendizaje con las cualidades que se espera que ellos sean capaces de diseñar. La evaluación del diplomado se llevó a cabo a través de los criterios de evaluación consensuados con el grupo de profesores-alumnos, los cuales se monitorearon constantemente y se fueron afinando sobre la marcha para contar con criterios que permiten un mejor análisis de la evolución del diplomado (cf. GONZÁLEZ, 2004).

La evaluación de cada profesor-alumno se realizó como estudio de casos, para lo cual se utilizaron como instrumentos para recoger datos: los productos obtenidos al realizar las actividades de aprendizaje y el trabajo final, así como las grabaciones en video del trabajo que los profesores-alumnos realizaron con sus estudiantes durante el diplomado, en el que fueron incorporando paulatinamente algunos elementos aprendidos en el mismo. El trabajo final que elaboraron, fue una unidad didáctica para la asignatura que imparten, en el enfoque de ciencia coordinada, integrando aportaciones de las otras asignaturas impartidas por los

demás participantes (matemáticas, física, química y biología).

Un elemento fundamental del diplomado, fue que la serie de actividades de aprendizaje que diseñaron para integrar la unidad didáctica, se aplicaban al grupo para que los demás profesores-alumnos, desarrollando el rol de estudiantes, las resolvieran individualmente y las discutieran en grupo. Con esto se validaron las actividades diseñadas por cada uno, antes de que las utilizaran con sus estudiantes; y además se logró involucrarlos con los contenidos de las demás asignaturas, para favorecer la integración paulatina de contenidos de diferentes ciencias.

A continuación se presenta el análisis del proceso, desde sus ventajas, desventajas, límites y oportunidades.

Ventajas

La diversidad de formas de ver, una oportunidad de enriquecimiento mutuo.

Una de las actividades realizadas constó de una simulación para observar la flotación de cuerpos en fluidos, aprovechando el hecho de que los sólidos granulados en movimiento se comportan de manera similar a los fluidos en reposo. Para ello se utilizó un recipiente lleno hasta la mitad con lentejas; en el cual se colocaron, sin que se percataran los profesores-alumnos, dos capsulitas de plástico: una llena de aire (color rosa), en el fondo del recipiente; y otra llena de monedas (color ocre), sobre la superficie de las lentejas. El grupo solamente pudo observar el recipiente con lentejas y la capsulita ocre sobre su superficie, se colocó una tapa en el recipiente y se agitó de manera oscilatoria. Después del movimiento, lo que se observó fue el recipiente con lentejas y la capsulita rosa sobre su superficie. Se les solicitó a los profesores-alumnos que de manera individual elaboraran una descripción y una explicación de lo que observaron y posteriormente se realizó un debate para construir un consenso al respecto. Las explicaciones más representativas que se obtuvieron se presentan en la Tabla 2. Se usa el término “reconstruido”, para los casos en los cuales no se pudo obtener la respuesta por escrito, de manera que ésta fue escrita por la instructora, después del debate.

De la Tabla 2 se puede observar que los profesores-alumnos participantes muestran tener una visión del mundo coherente con su profesión. Esto favoreció que en el momento del debate para construir el consenso, se diera un

enriquecimiento mutuo, de acuerdo con el sentir de los participantes, quienes al inicio mostraron dificultad para comprender el punto de vista de los colegas de las otras disciplinas, lo cual se fue reduciendo mediante la realización de actividades seguidas de debate.

Tabla 2. Respuestas más representativas de los profesores-alumnos al problema de capsulitas en lentejas

PERFIL DEL PROFESOR-ALUMNO	RESPUESTA (DESCRIPCIÓN Y EXPLICACIÓN)	INTERPRETACIÓN
Química, en servicio, (reconstruido).	La maestra colocó un objeto color ocre sobre las lentejas que estaban contenidas en un recipiente, al agitar el mismo, el objeto cambió de color, al rosa. Esto se debe probablemente a que está barnizado con alguna sal metálica muy sensible a los cambios de temperatura, la cual cambia de color al incrementarse ésta, debido al movimiento.	Se puede observar que la relación causa-efecto está centrada en la constitución de la materia, por ello la profesora-alumna presupone que solamente está presente una capsulita.
Física, en servicio, (reconstruido).	En un recipiente con lentejas, se colocó una pelotita color ocre, al agitar el recipiente, ésta se hundió y salió a flote una pelotita color rosa. Esto se debe a que es más pesada la pelotita color ocre que la rosa, probablemente por el relleno que contienen.	En este caso, la relación causa-efecto está centrada en el proceso de flotación, por ello el profesor-alumno intuye que están presentes dos capsulitas.
Matemáticas, preservicio.	El recipiente que contiene a las lentejas al estar en reposo actúan como un sólido y es por esa razón que el huevo se mantiene encima de las lentejas, pero al poner en movimiento el recipiente podemos percatarnos que el huevo se hunde, es decir, que ahora las lentejas se comportaron como si fueran un líquido.	Esta respuesta está centrada en el proceso del cambio de comportamiento del medio, pero el profesor-alumno no toma en cuenta más que a una de las capsulitas, de la otra parece no haberse percatado.

Uso de diferentes heurísticas.

Se resolvió la actividad que se presenta en la Figura 4, para identificar las heurísticas utilizadas por los profesores de cada disciplina.

Ya se acerca la Navidad, tenemos que preparar con tiempo suficiente los adornos. ¡Vamos a hacer unos árboles navideños de foamy color verde, y le pondremos unas cuentas fluorescentes para simular las luces! Hay que comprar

el material, lo primero es saber cuántas cuentas requerimos, para ello tenemos varios modelos:

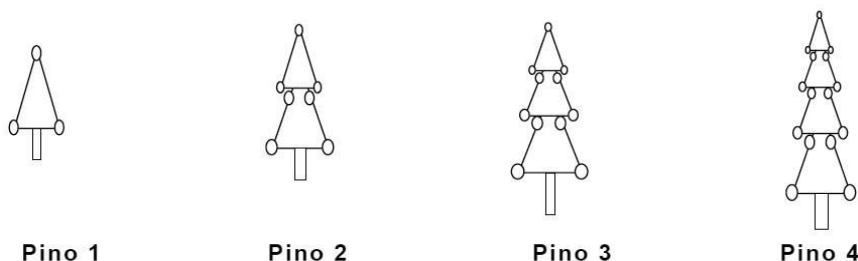


Figura 4. Problema de pinos con luces (cf. ALSINA y otros, 1996)

1. ¿Cuántas luces tiene cada pino de la siguiente figura?
2. ¿Cuántas luces tendría el pino 7?
3. ¿Cuántas luces tendría el pino 10?
4. ¿Cuántas luces tendría el pino 50?

Explica el procedimiento que seguiste en cada caso.

Las respuestas más representativas se presentan en la Tabla 3, en la que se puede observar el uso de las diferentes heurísticas para resolver un problema más o menos cotidiano. Es notable que también este aspecto varíe de acuerdo con la profesión de los profesores-alumnos.

Tabla 3. Respuestas más representativas de los profesores al problema de pinos con luces.

PERFIL DEL PROFESOR-ALUMNO	DESCRIPCIÓN DE LA RESPUESTA	INTERPRETACIÓN
Química, en servicio.	Elaboró un dibujo para cada caso, y contó las pequeñas elipses que representaban las luces. Planteó una regla de tres directa para el pino 50.	Usó la heurística más concreta para los casos en que resulta viable. Para el caso en que el dibujo resultaría demasiado grande, utilizó la regla de tres, como si se tratara de una relación lineal que parte del origen de los ejes cartesianos.
Física, en servicio.	Planteó la ecuación de una recta con ordenada al origen y extrapoló.	Utilizó una heurística más abstracta, con base en la geometría analítica.

Matemáticas, en servicio.	Elaboró un procedimiento para resolver series.	Utilizó la heurística más abstracta, con base en el álgebra.
---------------------------	--	--

Uso de diferentes formas de representación.

Para analizar el uso de la representación gráfica, se presentan los resultados de dos actividades, la primera consiste en realizar un cambio de representación de una realidad concreta (movimiento de un balón), a las gráficas en los ejes cartesianos que representan dicho movimiento; en la segunda se inicia con una gráfica, a partir de la cual han de obtener unos valores numéricos concretos (de una representación gráfica a una simbólica).

En la primera actividad se proyectó una cápsula de video en la que se veía la trayectoria de un balón, desde el momento de que fue lanzado al aire, hasta que cayó. A partir de ello, los participantes debían dibujar una gráfica de posición – tiempo y otra de velocidad – tiempo, que ilustrara el proceso. La mayoría de los profesores-alumnos no pudieron elaborar la gráfica, debido a que no contaban con datos numéricos. En las Figuras 3 y 4, se muestra la respuesta más interesante.

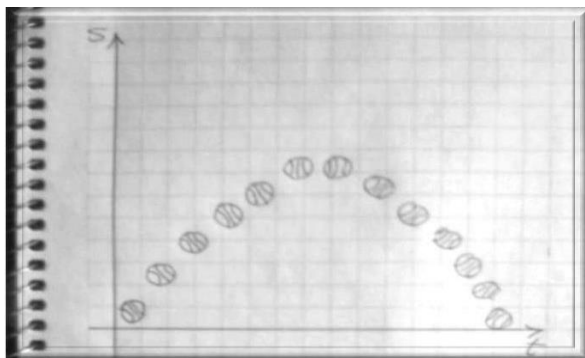


Figura 5. Gráfica posición - tiempo para ilustrar la trayectoria de un balón lanzado al aire, elaborada por un profesor de física en servicio

En la Figura 5, se muestra el resultado que elaboró el profesor-alumno de física, en servicio, para representar el movimiento del balón en una gráfica de posición-tiempo. Se puede ver que la representación es muy concreta, puesto que en lugar de marcar los puntos que representarían los datos, o bien la curva solamente, puesto que no había datos, se representa el balón en diferentes posiciones.

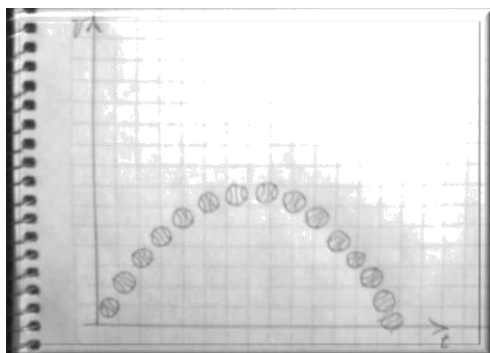


Figura 6. Gráfica velocidad - tiempo para ilustrar la trayectoria de un balón lanzado al aire, elaborada por un profesor de física en servicio

En la Figura 6, se muestra el resultado del mismo profesor-alumno, para representar el movimiento del balón en una gráfica velocidad-tiempo. En este caso se puede ver que lo que está representando es la trayectoria descrita por el movimiento del balón y no la relación entre las variables, puesto que las dos gráficas son iguales, excepto por la etiqueta del eje de las ordenadas, que en el primer caso indica que se grafica la posición del balón, y en el segundo, la velocidad del mismo.

En la segunda actividad se les planteó un problema en contexto (Figura 7), en el que se requería interpretar la representación gráfica y traducir la información a un lenguaje simbólico. El tema matemático utilizado fue el concepto de variación y el contexto, la ergonomía.

Con respecto al inciso a) del problema en contexto no hubo dificultad, todos los profesores-alumnos pudieron resolverlo, pero ninguno de ellos pudo resolver correctamente el inciso b). La mayoría no identificaron el concepto de derivada, y quienes lo identificaron, en general expresaron que si se les daba la ecuación que representa la situación problemática, podrían resolverlo, pero no sabían qué hacer con la gráfica. Las dos respuestas más representativas, debido a que si identificaron el concepto de derivada y obtuvieron un resultado, se presentan en la Tabla 4.

Tabla 4. Respuestas más representativas de los profesores-alumnos al cuestionario.

PERFIL DEL PROFESOR-ALUMNO	RESPUESTA	INTERPRETACIÓN
Física, preservicio.	Intentó obtener la solución geométrica utilizando la pendiente de la tangente, pero para ello sólo elige dos intervalos y los compara.	Reconoció el concepto de derivada y su equivalencia con la pendiente de la tangente.
Matemáticas, preservicio.	Calculó la segunda diferencia, a partir de datos numéricos que obtuvo de la gráfica. Intentó obtener el ajuste por mínimos cuadrados, para obtener la ecuación de la función y derivar, pero no recordó como se hace.	Relacionó el problema con lo aprendido en laboratorio de física.

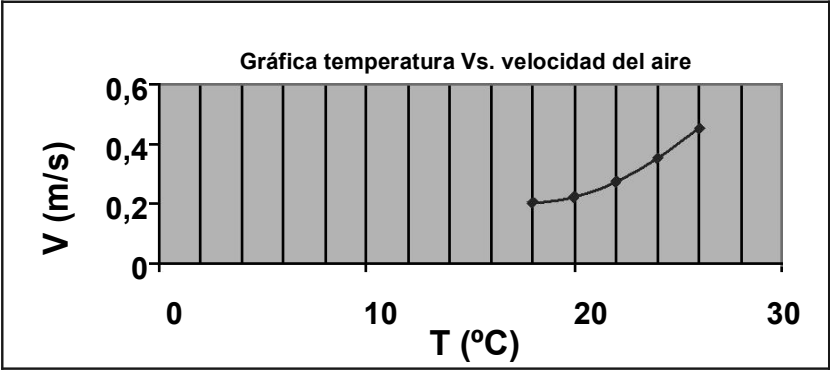


Figura 7. Problema en contexto para identificar el uso de información a partir de una gráfica (GONZÁLEZ; RUIZ, 2009).

Sedelmayer, un crítico de arte, al comentar acerca de la arquitectura actual, menciona que al diseñar los edificios se cuida que el ambiente de las oficinas resulte adecuado para el buen funcionamiento y cuidado de las computadoras u otros equipos de alto costo; sin embargo, no siempre estas condiciones son ideales para el ser humano. Por ello se han realizado investigaciones cuyo objetivo es identificar las condiciones ideales para poder realizar un trabajo sedentario de manera saludable y confortable.

En la siguiente figura, se muestra la gráfica de la velocidad media del aire permitida, en función de la temperatura del aire, de manera que no exista turbulencia, para un índice de molestia por corrientes de aire de un 15% de insatisfechos; aplicable a actividades ligeras, esencialmente sedentarias.

De lo anterior se puede observar el sesgo profesional que le da cada profesor-alumno a la solución de un problema dado y que con la actividad de debate se llega a consensos integradores de las ciencias.

Desventajas

En los modelos educativos actuales, centrados en el aprendizaje, se presenta la necesidad de involucrar a los estudiantes en actividades en las cuales se requiera un proceso reflexivo, creativo y socializado, que favorezca el desarrollo de las diversas competencias planeadas para la unidad de aprendizaje. Para que esas experiencias resulten enriquecedoras, es conveniente la formación de grupos en los que haya diversidad en el desarrollo de los diferentes aspectos de las competencias que se van trabajando; en las formas de aprendizaje y en los motivos e intereses involucrados. Sin embargo, si la diversidad es muy grande, los debates suelen requerir que se les dedique bastante tiempo y se corre el riesgo de que la discusión se desvíe del objetivo inicial. En el caso de los profesores-alumnos de diferentes disciplinas, la diversidad cultural es amplia, debido a la diferencia de lenguajes y formas de ver el mundo propias de cada disciplina, sumada a las diferencias personales normales en un grupo. Debido a ello, se dificulta la comprensión mutua entre los integrantes de disciplinas diferentes y como consecuencia, el tiempo invertido en la resolución de las actividades es más largo de lo que esperaban la mayoría de los participantes. Este tiempo invertido, algunos profesores-alumnos lo perciben como “pérdida de tiempo”; por este motivo, no concluyeron el proceso, argumentando que les parecía aburrido. Esto se presentó en algunos de los profesores de universidad, principalmente de matemáticas, puesto que les parece que lo importante es la abstracción, lo cual ellos dominan, pero expresaron falta de aprecio por los conocimientos concretos acerca de la naturaleza. Sin embargo, cuando se les presentan problemas expresados en lenguaje coloquial, presentan dificultades para su resolución. Esto puede indicar un rompimiento entre la realidad concreta y las abstracciones que utilizan en su trabajo académico.

Límites

Se requiere contar con asesores de contenido de las diferentes disciplinas que imparten los profesores-alumnos, puesto que la instructora conoce de una de ellas, además de la didáctica involucrada, pero no de las demás. Lo ideal es que no

sea solamente una instructora la que imparta el curso, sino un pequeño grupo que trabaje de manera colaborativa. Esto ocasiona que se requiera más personal para el proceso de formación de profesores, que implicaría la constitución de un grupo interdisciplinario colaborativo, cuyos miembros cuenten con la cultura científica suficiente para comunicarse de manera efectiva con los demás integrantes.

Oportunidades

Existen experiencias en el nivel superior que muestran resultados prometedores en la práctica de una docencia interdisciplinar, mediante el modelo de la Matemática en el Contexto de las Ciencias, en donde se puede observar que éste es un camino ideal para la impartición de las asignaturas de matemáticas, pues ofrece aplicaciones que no son artificiales, sino al contrario, son del interés del alumno. Si el estudiante realmente tiene gusto por su carrera, encuentra en las ciencias básicas contextualizadas no solamente necesidad de ellas, sino también un profundo gusto por las mismas y gran interés por su dominio (CAMARENA, 2002).

El uso de este modelo genera la necesidad de que los docentes con formación de físicos, químicos o matemáticos, se preparen más en las demás disciplinas del área en donde laboran. Esto se puede resolver mediante procesos conjuntos de formación, que favorezcan la ampliación de la cultura científica de los profesores.

Conclusiones

Uno de los elementos importantes de la experiencia fue la evaluación de los profesores-alumnos mediante estudio de casos a partir del análisis de las actividades en la formación conjunta de profesores de matemáticas, física y química, y de los productos elaborados por ellos durante el proceso de formación (González, 2003). Del análisis se obtuvieron las siguientes conclusiones:

Los profesores-alumnos, al revisar propuestas de actividades de aprendizaje realizadas por otra persona, y evaluarlas mediante los criterios de evaluación consensuados, fueron capaces de identificar cada vez un mayor número y una mayor variedad de oportunidades de aprendizaje que se podrían lograr con ellas, principalmente aquellas que no aparecen de manera explícita en la redacción, sino que se han de inferir.

Los profesores-alumnos fueron incluyendo en sus planes de clase cada vez más actividades de aprendizaje diversas, en las que se utilizan conceptos de diferentes campos disciplinares, para favorecer la formación de sus estudiantes. Principalmente incluyeron oportunidades para que los estudiantes desarrollen habilidades de comunicación; procesos cognitivos; estrategias de investigación y desarrollo de actitudes.

No todos los profesores-alumnos requieren el mismo tiempo para aprender los mismos contenidos. Algunos presentan avances y retrocesos, por lo que hay casos en los que un año resultó insuficiente para estructurar un modelo nuevo coherente, estable en el tiempo, para la elaboración de unidades didácticas.

Los profesores-alumnos fueron incrementando el uso de aportaciones de otras disciplinas científicas y de utilizar algunos términos de dichas disciplinas en los debates.

Referencias

ALSINA, Claudi; BURGUÉS, Carme; FORTUNY, Josep María; GIMÉNEZ, Joaquín; TORRA, Montserrat. **Enseñar Matemáticas**. Barcelona: Graó, 1996.

CAAMAÑO, Aureli. Estructura i evolució dels projectes curriculars de Ciències experimentals. **Butlletí del Col·legi de Llicenciats de Catalunya**, Barcelona, Col·legi Oficial de Doctors i Llicenciats en Filosofia i Lletres i en Ciències de Catalunya, n.77, p. 1-8, 1991.

CAMARENA, Patricia. **Especialidad en docencia de la ingeniería matemática en electrónica**. México: ESIME-IPN, 1990.

CAMARENA, Patricia. La Matemática en el Contexto de las Ciencias. **COLOQUIO INTERNACIONAL SOBRE ENSEÑANZA DE LAS MATEMÁTICAS**, 3. 2008, Perú. **Memorias...** Perú, 2008, p. 2-6.

CAMARENA, Patricia. Metodología curricular para las ciencias básicas en ingeniería. **Revista Innovación Educativa**, Parte I, v. 2, n. 10, p. 22-27, sep./oct. 2002. Parte II, v. 2, n. 11, nov./dic., p. 4-11, 2002.

GARCÍA, María Teresa; SANTOS, María Valle. El carácter interdisciplinar de la investigación en Dirección Estratégica de la Empresa. **Programa Interuniversitario de Doctorado “Nuevas Tendencias en Dirección de Empresas”** Universidad de Burgos, Universidad de Salamanca, Universidad de Valladolid, 2000. Disponible en: <http://www3.uva.es/empresa/uploads/dt06_00.pdf>. obtenido el: 11 de enero de 2011.

GHEISA, Lorenzo. Hacia la integración curricular en la educación superior: reflexiones, necesidades y propuesta para la disciplina Integradora. **Revista Iberoamericana de Educación**, n.34,2004.Disponible en:<<http://www.rieoei.org/deloslectores/789Ferreira.PDF>>. Obtenido el: 11 de enero de 2011.

GONZÁLEZ, Luz María. **Estabilidad en el aprendizaje del uso de los trabajos prácticos en un proceso de formación de profesores**. Universidad Autónoma de Barcelona, 2003. Disponible en:<<http://ddd.uab.cat/pub/tesis/2003/tdx-1021103-172711/tdx.html>>. Obtenido el: 11 de enero de 2011.

GONZÁLEZ, Luz María. Estabilidad del aprendizaje y formación de profesores en ciencias. **Revista de Innovación Educativa**, v.4, n. 23, p. 16. 2004.

GONZÁLEZ, Luz María; RUIZ, Elena. Evaluación de competencias para la formación integral: un análisis cualitativo. **FORO DE INVESTIGACIÓN EDUCATIVA**, 4. 2009, México, D.F. **Memorias...** México, D.F: CFIE-IPN, 2009.

PÉREZ, Dayami; RODRÍGUEZ, Carmen Margarita; VELÁZQUEZ, Maritza Virginia; PADRÓN, Lidys; PADRÓN, Julio. La interdisciplinariedad: un desafío para la docencia contemporánea. **Odiseo. Revista electrónica de pedagogía**. Año 9, n.17, jul./dic. 2011. Disponible en: <<http://www.odiseo.com.mx/correoslector/interdisciplinariedad-proceso-ensenanza-aprendizaje>>. obtenido el 11 de julio de 2011.

SANMARTÍ, Neus. **La didáctica de las ciencias en la educación secundaria obligatoria**. Madrid, España: Síntesis, 2002.

TIBERGHIE, Andree; JOSSEM, Leonard; BAROJAS, Jorge. Connecting Research in Physics Education with Teacher Education. **International Commission on Physics Education**, 1998, Disponible en:< <http://www.physics.ohio-state.edu/~jossem/ICPE/D3.html>>. Obtenido el: 17 de marzo de 2011.

Recebido em outubro de 2011

Aprovado em dezembro de 2011