

ENSEÑANZA-APRENDIZAJE DE FÍSICA EN BRASIL: CONFRONTANDO TEORÍA Y PRÁCTICA EN EL INICIO DEL SIGLO XXI*

REZENDE, FLAVIA¹ y OSTERMANN, FERNANDA²

¹ Núcleo de Tecnología Educativa para la Salud. Universidad Federal de Rio de Janeiro. Brasil.

² Instituto de Física. Universidad Federal de Rio Grande del Sur. Brasil.

frezende@nutes.ufrj.br

fernanda@if.ufrgs.br

Resumen. En el contexto de la selección de recursos pedagógicos para un ambiente virtual constructivista de formación de maestros, se analizó la confrontación entre la investigación en enseñanza de física en Brasil y los problemas de la práctica pedagógica de un grupo de dieciocho maestros de física. Se confrontaron los problemas recogidos en el discurso de los maestros, con la caracterización de la enseñanza de física en el siglo XXI a partir del análisis de los trabajos publicados en Brasil en esa área desde 2000, tanto en las actas de los últimos eventos científicos como en las publicaciones en periódicos. La confrontación se hizo por medio de las categorías: convergencia (total y relativa) y divergencia. Los resultados manifestaron que teoría y práctica divergen. La colaboración entre investigadores y maestros para la investigación de nuevos objetos de estudio es un camino de superación que este cuadro señala. Rumbos propicios para la formación inicial y continuada del maestro de física también pueden resultar de esa aproximación.

Palabras clave. Ambiente virtual constructivista, formación del maestro, enseñanza-aprendizaje de física, investigación en enseñanza de física, práctica docente.

Teaching and learning Physics in Brazil: Confronting theory and practice at the beginning of XXI Century

Summary. Within the context of selecting pedagogic resources for a virtual constructivist learning environment aimed at qualifying teachers, research in physics teaching in Brazil was confronted to the pedagogic problems of a group of 18 physics teachers. Problems gathered from teachers' discourse were confronted with the characterization of physics teaching in the 21st century seen from the perspective of works published in Brazil in this area in proceedings of the latest scientific events and in periodicals, since 2000. Comparison was carried out aiming at two categories: a match (total and relative) and a mismatch. Results showed that theory and practice do not match. The paths to overcome this scenario point to the collaboration between researchers and teachers in investigating new study objects. Promising pathways for the initial and continuous preparation of the physics teacher may also result from this approach.

Keywords. Virtual constructivist learning environment, teacher training, teaching and learning of physics, research in physics teaching, teaching practice.

INTRODUCCIÓN

Este trabajo está situado en la confluencia de dos proyectos de investigación^{1,2} que tienen como objeto la formación inicial y continuada del maestro de física de enseñanza secundaria y buscan el desarrollo de la práctica docente en lo que respecta a la aproximación entre su realidad profesional y la producción de conocimientos en enseñanza de física.

En general, los cursos de formación continuada son estructurados desde la perspectiva del investigador, que no siempre está en sintonía con lo que piensan y hacen los maestros en clase (Sztajn, 2000, citado por Paiva, 2001). Ponte (1992) menciona que no es tarea de los investigadores definir líneas normativas para la función docente o para la nueva cultura profesional de los maestros, y

sí realizar un esfuerzo de comprensión desarrollado de forma cooperativa y articulada de acuerdo con las necesidades de los docentes.

En este sentido, son bastante esclarecedoras las críticas de Arroyo (1999), al denunciar la concepción de innovación educativa predominante en la formulación oficial de políticas sociales y también educacionales. Al analizar nuestra cultura política, el autor señala, como sus rasgos característicos: el hecho de que esa innovación cultural o pedagógica tan sólo pueda venir desde arriba; el diagnóstico negativo de la sociedad, sus instituciones, escuela, ciudadanos y maestros; la eterna necesidad de volver a capacitar a los maestros de manera que modernicen sus prácticas; la innovación por muestreo, como si la superación de rutinas y tradiciones se diera a través del «ver para creer»; y la concepción más característica del estilo oficial de innovación, que se traduce en la selección de un nuevo conjunto de contenidos, habilidades y aptitudes que deben ser enseñadas y aprehendidas. Tal planteamiento concibe a los maestros como consumidores de conocimiento o como ejecutores de políticas curriculares, lo que lleva al maestro a no encontrar su espacio de construcción (Freitas y Villani, 2002).

La integración de los mencionados proyectos se da en las etapas de producción y divulgación de recursos pedagógicos (que son trabajos de investigación publicados en revistas y eventos científicos, resúmenes del contenido de materiales educativos como textos, carteles, software y videos educativos de dominio público y sitios de Internet) a ser ofrecidos en un ambiente virtual de aprendizaje, que tiene como objetivo la formación del maestro de física (Rezende et al., 2003), denominado InterAge³. La idea es que estos recursos ayuden al futuro maestro y al maestro en servicio a integrar aspectos teóricos y aspectos metodológicos que puedan servir de base para la práctica en clase, desarrollando así su *conocimiento pedagógico del contenido* (Shulman, 1987). Esta expresión está relacionada con la mezcla especial entre contenido y pedagogía que confiere especificidad al trabajo de los maestros.

A pesar de que la concepción de formación del maestro subyacente al InterAge se basa en el ofrecimiento de recursos pedagógicos, existe también la preocupación de que el maestro pueda asumir una posición propia con relación a esos recursos, una vez que la apropiación de los mismos resulta de su propio conocimiento pedagógico del contenido. En este sentido, la percepción del maestro servirá como realimentación del conjunto de recursos que estaría así, siempre en construcción.

MARCO TEÓRICO

El InterAge es un ambiente virtual constructivista (Jonassen, 1996, 1998; Struchiner et al., 1998) que tiene como premisa básica colocar al alumno en el control del proceso de aprendizaje (Rezende, 2000). En líneas generales, el diseño educativo del InterAge tiene como principios el estimular la *reflexión-en-la-acción* (Schön, 2000), promover

la interacción e incentivar la colaboración entre los participantes de manera que permita desarrollar el conocimiento profesional del maestro. La metodología utilizada para concretar estos principios es el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) (Barrows y Tamblyn, 1980; Savery y Duffy, 1995), considerada adecuada para invertir el verticalismo del proceso de entrega de información a los maestros y hacer que el maestro pueda reflexionar, repensar y crear su práctica pedagógica al resolver problemas relevantes y auténticos relacionados con su realidad con base en recursos de comunicación *on-line* y recursos pedagógicos.

Al contrario de la gran parte de los sitios de divulgación científica que ofrecen arbitrariamente materiales educativos sin considerar las necesidades reales del maestro, se buscó conocer los problemas de los maestros de física de enseñanza media, de forma de orientar en la selección de los recursos pedagógicos a ser difundidos en el InterAge. Por tanto, el ambiente creado también difiere de los sitios de divulgación científica dirigidos al maestro, dado que no coincide con la premisa, bastante común actualmente, de que el acceso a grandes cantidades de información sea suficiente para perfeccionar la formación.

La ABP surgió en el escenario educacional de los años 1950, en la educación médica, en la Universidad de McMaster, en Canadá, diseminándose, posteriormente, en universidades de los EEUU, Europa y también de Brasil (Komatsu et al., 1998). Así también en otras áreas del conocimiento, como administración, educación, arquitectura, derecho, ingeniería y servicio social (Savery y Duffy, 1995). Esa metodología busca sustituir el modelo tradicional de transmisión de conocimientos por otro modelo dirigido hacia el desarrollo de las habilidades necesarias para la resolución de problemas reales que el estudiante podrá enfrentar en su futura práctica profesional. El problema pasa a ser, entonces, el estímulo para todo aprendizaje subsecuente y para activar conocimientos previos con respecto al tema (Hilgard y Bower, 1975, citados por Caprara, 2001), no siendo, en general, necesaria la exposición formal previa de información a los alumnos (Komatsu et al., 1998).

¿Pero, qué son los problemas? Los problemas resultan de cualquier situación en la cual un individuo busca satisfacer una necesidad o realizar un objetivo. Sin embargo, esta situación apenas se constituirá de hecho en un problema cuando haya una «necesidad sentida» (Arlin, 1989, citado por Jonassen, 1997), que motiva a las personas a que busquen una solución para eliminar discrepancias.

En relación con la práctica de maestros de ciencias, Porlán y Rivero (1998) señalan los siguientes problemas: *a)* la escasa integración de diferentes tipos de conocimientos (científicos, sociales, personales, metadisciplinarios, etc.) en la formulación de los contenidos; *b)* el grado de flexibilidad del plan de actividades, a veces muy detallado, hermético y rígido, o, en otro extremo, poco detallado y totalmente abierto; *c)* la visión simplificadora de la evaluación entendida a veces como una medición objetiva del grado de entendimiento académico de los alumnos, o como una impresión subjetiva sobre las actitudes y el esfuerzo del alumno.

Porlán y Rivero (1998) proponen la articulación entre conocimientos teóricos y prácticos como la base de un modelo de formación que tiene como objetivo la evolución del *conocimiento profesional* del maestro. Este conocimiento no es apenas académico, puesto que lleva en consideración problemas relacionados a la intervención; no puede ser considerado como un conjunto de competencias técnicas, pues se refiere a procesos humanos; y no puede basarse en la simple interiorización acrítica de la experiencia cuando busca coherencia y rigor. El proceso de formación de los maestros de ciencias propuesto por esos autores pretende promover una concepción teórico-práctica de la actividad profesional.

Por otro lado, la relación entre la investigación académica y la práctica docente está siendo analizada críticamente por autores como Zeichner (1998). Este autor llama la atención en la separación que existe actualmente entre el mundo de los maestros en las escuelas y el mundo de los investigadores académicos, dado que muchos maestros no buscan la investigación para instruir y mejorar sus prácticas. Además, muchos académicos de las universidades apenas se relacionan con los maestros para conseguir datos para sus propios trabajos en la academia.

A partir de un estudio con el objetivo de verificar en qué medida los resultados de la investigación en el Reino Unido constituyen la evidencia sobre la cual los profesores organizan sus prácticas educativas, Ratcliffe y otros (2001) apuntan, aunque de forma preliminar, que hay una débil correlación entre las evidencias de la investigación y el trabajo docente.

Cachapuz (2000) admite el relativo poco impacto de la investigación en Educación en Ciencias en países europeos. Sanmartí y Azcárate (1997) reconocen que hay poca relación entre la investigación educativa y la práctica y que pocas veces sus resultados son aplicados de forma generalizada. Las autoras apuntan dos factores condicionantes de la relación teoría-práctica: la necesidad de coincidir en el modelo didáctico teórico de referencia y el hecho de que el contexto de la práctica educativa está cambiando continuamente.

Delizoikov (2004) reconoce la complejidad de esta relación y también cuestiona el rol de los resultados de la investigación en Educación en Ciencias oriundos de un determinado contexto en diferentes realidades donde se inserta la práctica docente. Pekarek y otros (1996) también sugieren que los resultados de la investigación puedan no ser relevantes para las prácticas cotidianas de los profesores, por no atender necesidades inmediatas que surgen en contextos específicos. Para superar el *gap* entre la investigación y la práctica docente, los autores sugieren que los investigadores apunten evidencias de la aplicabilidad y la relevancia de sus resultados para el día a día en las clases. Los autores apuntan la perspectiva del profesor-investigador como otra alternativa.

Reconociendo el desencuentro entre la investigación y la práctica docente, Briscoe (1991) considera que tal desencuentro se debe, entre otros factores, a la concepción de que el profesor es un «consumidor» de los resultados de la

investigación. Zeichner (1998) asevera que esa concepción puede ser percibida por la ausencia del maestro en varios momentos de la investigación: *a*) en la elección de temas a ser investigados; *b*) en la elaboración del proyecto; *c*) en el proceso de recogida de datos o en su análisis e interpretación; y *d*) en el momento de compartir los resultados.

En ese sentido, este trabajo representa un paso inicial en la búsqueda de esa integración, asumiendo como premisa que, al contrario de la mera imposición de los resultados de la investigación académica a la práctica del maestro, se parte de la confrontación entre problemas de la práctica pedagógica del maestro de física con lo que la investigación en enseñanza-aprendizaje de física ha proporcionado en este siglo. El resultado de esta confrontación sirve de base para la selección de los recursos pedagógicos que serán ofrecidos en el InterAge (próxima etapa de los proyectos).

Este camino está orientado, básicamente, por las siguientes cuestiones: 1) ¿Cuáles son los problemas de la práctica pedagógica del maestro de física? 2) ¿Cómo se caracteriza la enseñanza y el aprendizaje de física según la investigación en enseñanza de física en Brasil? y 3) ¿En qué medida la investigación responde a los problemas de la práctica pedagógica del maestro de física?

METODOLOGÍA

El estudio fue realizado en tres etapas: en la primera, se identificaron problemas de la práctica pedagógica de maestros de física; en la segunda, se caracterizó la temática «Enseñanza-Aprendizaje de Física» según la investigación; y en la tercera, los resultados de esas etapas fueron confrontados para que se identificasen convergencias y divergencias. La metodología de cada etapa se describe a continuación.

Identificación de los problemas

Este estudio se caracteriza como cualitativo dado que se trabajó con la interpretación del discurso de los sujetos. Fueron realizadas entrevistas no directivas con dieciocho maestros de física de ocho escuelas de la red pública de diferentes barrios del municipio de Rio de Janeiro. Se usó un protocolo que propone cuestiones generales sobre la práctica pedagógica y temas específicos relacionados con el panorama educacional de hoy, como las reformas curriculares propuestas por los Parámetros Curriculares Nacionales (PCN) (Brasil, 1998) y la introducción de las tecnologías de la información y comunicación en la enseñanza, para que los maestros hablasen acerca de ello y, así, fuese posible averiguar la percepción de los maestros acerca de su práctica pedagógica, de sus dificultades y de los problemas que enfrentan.

Las entrevistas fueron grabadas y transcritas. El análisis de contenido (Bardin, 1977) del discurso de los maestros permitió seleccionar los principales temas e identificar problemas de la práctica pedagógica afrontados por

ellos. Este proceso constó de tres fases: el análisis previo, la exploración del material, y el análisis y la interpretación de los resultados.

En el análisis previo fue realizada una lectura del material para, según el objetivo y cuestiones del estudio, definir la unidad de registro o índice. Esta unidad fue entendida como una unidad de significación a ser codificada teniendo como objetivo la categorización. Se utilizó el tema como unidad de registro, por ser la unidad considerada adecuada a estudios que abordan actitudes, valores, opiniones y percepciones.

En la fase de exploración del material se efectuó el proceso de codificación por medio del recorte de los textos en temas, los cuales fueron enumerados para que se llegase a una correspondencia entre su presencia/ausencia y los significados inferidos. Los temas fueron clasificados y reagrupados de forma que permitieran la construcción de un sistema de categorías basado en el significado de los mismos.

La fase de análisis e interpretación de los resultados se caracterizó por las inferencias e interpretaciones realizadas a partir del análisis de evaluación (Bardin, 1977) cuyo objetivo fue interpretar la carga valorativa atribuida por los maestros a los temas levantados en la etapa anterior, identificándose así los problemas. Para eso, fueron considerados solamente los enunciados que denotaran una evaluación o actitud de los maestros entrevistados en relación con su práctica.

Por cierto, el conjunto de problemas resultante de esta investigación no agota la totalidad de los problemas abordados por los maestros de física de las escuelas públicas brasileñas. Sin embargo, el nivel de profundización conseguido por las entrevistas posibilitó encontrar un gran número de problemas que probablemente reflejan la realidad de gran parte de los maestros de la red pública.

Caracterización de la enseñanza-aprendizaje de física

La caracterización de la enseñanza y del aprendizaje de física se efectuó con la siguiente metodología: a) selección del universo de trabajos a ser analizado, b) definición de las temáticas investigadas, c) clasificación de los trabajos según las temáticas, d) delineamiento de las tendencias relativas a los procesos de enseñanza y de aprendizaje de física.

Selección del universo de trabajos a ser analizado

El universo de trabajos está formado por el total de trabajos relativos a la enseñanza de física publicados en las actas de los últimos eventos científicos del área realizados en Brasil (VIII Encontro de Pesquisa em Ensino de Física, XV Simpósio Nacional de Ensino de Física e IV Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências) y en los principales periódicos brasileños del área (*Caderno Brasileiro de Ensino de Física, Investigações*

em Ensino de Ciências, Revista Brasileira em Ensino de Física, Revista de Pesquisa em Educação em Ciências, Revista Ciência&Educação y Revista Ensaio-Pesquisa em Educação em Ciências), publicados desde 2000.

Además de los trabajos publicados en lengua extranjera y de aquéllos dirigidos exclusivamente a investigadores, fueron excluidos aquéllos cuyos objetos de estudio son: contenido de física no elaborado para la formación del maestro o para enseñanza-aprendizaje de nivel secundario; ciencias en la enseñanza fundamental; enseñanza superior excepto cuando son dirigidos a los cursos de licenciatura en física.

También fueron incluidos artículos que relatan experiencias en clase, así como descripciones de experimentos de laboratorio.

Definición de las temáticas

La definición de las temáticas fue hecha a partir de la composición de las mismas según las cuales son sometidos los trabajos en el VIII Encontro de Pesquisa em Ensino de Física y en el XV Simpósio Nacional de Ensino de Física. El conjunto de temáticas resultante está compuesto por: 1) Enseñanza-Aprendizaje de Física; 2) Formación del maestro de física; 3) Filosofía, Historia y Sociología de la Ciencia en la Enseñanza de Física; 4) Educación en espacios no-formales y divulgación científica; 5) Ciencia, Tecnología y Sociedad; 6) Alfabetización científica y tecnológica y enseñanza de Física; 7) Currículo e innovación educativa; 8) Políticas educativas; 9) Perspectiva interdisciplinaria y enseñanza de física; y 10) Arte, cultura y educación científica.

Clasificación de los trabajos según las temáticas

Los trabajos fueron clasificados a partir del análisis del contenido de sus resúmenes, que tuvo como objetivo, fundamentalmente, identificar sus objetos de estudio y la principal temática en la cual cada trabajo se ubicaba. En ese proceso, fueron identificados trabajos que, por no corresponder a las temáticas inicialmente definidas, llevaron a la creación de las temáticas «Discurso en educación en ciencias» y «Enseñanza de física para deficientes físicos», que fueron adicionadas a la relación anteriormente definida.

Caracterización de la enseñanza y del aprendizaje de física

La enseñanza y el aprendizaje de física en este siglo fueron caracterizados por medio del análisis del contenido de todos los resúmenes de los 193 trabajos clasificados en la temática Enseñanza-Aprendizaje. Para caracterizar la enseñanza y el aprendizaje de física, de acuerdo con los trabajos analizados, se buscó identificar los objetos de estudio y los referenciales teóricos utilizados. El carácter subjetivo de este proceso fue asumido como parte de la metodología de investigación.

Si por un lado, el análisis del resumen limita los resultados, porque no siempre los resúmenes reflejan fielmente lo que ha sido el trabajo, por otro permitió la visión general del área.

A partir de este análisis, fueron identificadas, para fines de organización de los resultados, las siguientes subtemáticas: 1) Referenciales teóricos para la enseñanza y el aprendizaje, 2) Resolución de problemas, 3) Metodologías / Estrategias de enseñanza-aprendizaje, 4) Investigación de dificultades conceptuales / concepciones, 5) Evaluación del aprendizaje, 6) Recursos didácticos (los trabajos sobre recursos didácticos que utilizan las tecnologías de la información y comunicación fueron incluidos en esta subtemática), 7) Laboratorio didáctico de física, y 8) Contenidos reelaborados para la enseñanza secundaria. Esas subtemáticas no fueron construidas *a priori*, y sí, a medida que los resúmenes eran analizados a la luz de las líneas de investigación del área de enseñanza de física. Cuando determinado trabajo podía ser clasificado en más de una subtemática, se buscó identificar su foco principal. Ciertos trabajos (cuyas referencias están en el Anexo) fueron citados para fines de ejemplificación de cada subtemática.

Confrontación entre problemas de la práctica pedagógica del maestro de física y la enseñanza y el aprendizaje de física según la investigación

Con relación a cada problema seleccionado basándose en el discurso del maestro, fueron identificadas, en la caracterización de enseñanza y aprendizaje de física, convergencias y divergencias, según las siguientes categorías: *a)* convergencia: cuando el problema es contemplado totalmente (convergencia total) o en parte (convergencia relativa) por la investigación; y *b)* divergencias: cuando el problema no es contemplado por la investigación.

La confrontación fue analizada sin considerar el problema del acceso del maestro a esos trabajos, al ser ofrecido por el InterAge.

PROBLEMAS PRESENTADOS POR MAESTROS PARA ENSEÑAR FÍSICA EN LA ESCUELA PÚBLICA

Los temas extraídos del análisis del discurso de los maestros entrevistados fueron agrupados semánticamente según las categorías «Condiciones Estructurales», «Currículo» y «Enseñanza-Aprendizaje».

La categoría «Condiciones Estructurales» se refiere a un conjunto de significados manifiestos en el discurso de los maestros sobre las condiciones de trabajo, las condiciones concretas de la escuela pública y aspectos socioculturales de su clientela. En el ámbito de este trabajo, los temas de la categoría «Condiciones Estructurales», no desarrollados individualmente en problemas, son considerados como el contexto donde los problemas de la práctica pedagógica ocurren.

En la categoría «Currículo» fue colocado un conjunto de temas que están directa o indirectamente relacionados a cuestiones actuales que preocupan a los maestros de ciencias, principalmente surgidos de las reformas

curriculares propuestas por el Ministerio de Educación y Cultura (MEC) (Brasil, 1998) al final de la década de 1990 y a la actualización científica de los contenidos e innovaciones curriculares.

La categoría «Enseñanza-Aprendizaje» abarcó temas relativos tanto a aspectos teóricos cuanto prácticos del trabajo del maestro. También fueron agrupadas en esta categoría las características del alumno de la escuela pública, sus deficiencias y falta de perspectiva profesional, por ejemplo.

Los problemas identificados por el análisis de evaluación de cada uno de los temas de la categoría «Enseñanza-Aprendizaje» se resumen a continuación.

Insatisfacción con los métodos tradicionales de enseñanza

Los maestros tienen conciencia de que enseñan de forma tradicional, y aunque demuestran insatisfacción con sus métodos de enseñanza y su práctica pedagógica, no cambian por no saber cómo o por sentir inseguridad ante la posibilidad del cambio. La enseñanza tradicional de física es frecuentemente asociada al excesivo formalismo matemático.

Insuficiencia del libro de texto

Gran parte de los maestros relatan la dificultad que tienen para adoptar un libro, puesto que los alumnos no tienen recursos para adquirirlo. Un maestro mencionó que, como los alumnos no compran el libro, él necesita escribir todo el contenido en el pizarrón. Además, el libro de texto muchas veces es considerado insuficiente, principalmente cuando es el único material educativo utilizado.

Dificultades para usar el laboratorio didáctico de física

Se aborda la importancia del laboratorio didáctico de física para demostrar los conceptos y leyes de la física, pero se reconoce la falta de tiempo para preparar los experimentos y la dificultad para realizar actividades que lleven a un aprendizaje efectivo, debido al gran número de alumnos en cada clase.

Dificultades para usar las tecnologías de la información y comunicación

Algunos maestros reconocen su dificultad en usar las tecnologías de la información y comunicación en la enseñanza a pesar de que consideran importante incorporarlas. La falta de recursos físicos y humanos en la escuela también es señalada como un obstáculo para que eso sea posible. Otros maestros admiten que no les gusta y que no están interesados en usar esta tecnología para enseñar.

Dificultad para transferir las teorías del aprendizaje a la clase

Algunos maestros demuestran tener conocimiento acerca de teorías de aprendizaje, como el constructivismo, y dan valor a su aplicación en la enseñanza. Entre tanto, apuntan la dificultad de transferir ese conocimiento para la práctica en clase, alegando principalmente el número excesivo de alumnos en cada clase.

Dificultad para contextualizar el contenido

En el discurso de algunos maestros es reiterativa la dificultad en relacionar el contenido teórico a fenómenos de la vida diaria. La asociación entre el conocimiento formal descontextualizado del libro de texto y la realidad no se presenta como un proceso sencillo.

Poco tiempo para planeamiento de la evaluación del aprendizaje

Los maestros comparan la evaluación rígida y determinada por la dirección de la escuela privada con la evaluación muy flexible y, en general, determinada por el maestro de la escuela pública. Entre tanto, mencionan el examen como el instrumento más utilizado, considerando el poco tiempo que pueden dedicar a la evaluación.

Dificultades derivadas del examen para ingreso a la universidad

Los maestros manifiestan la dificultad de trabajar en el contenido de forma diferente a la tradicional (enfaticando el aspecto conceptual y teniendo como único compromiso el aprendizaje) y la obligación de implementar un currículo que tiene como objetivo el examen para ingreso a la universidad, considerado como adiestramiento. Un maestro considera que sería posible equilibrar las dos orientaciones, a pesar de reconocer que no sabe cómo hacerlo.

Deficiencias cognitivas del alumno

Fue posible percibir que lo que más llama la atención de los maestros, cuando se refieren al alumno, son sus deficiencias cognitivas, que le impiden el aprendizaje. La falta de conocimientos generales del alumno de la escuela pública es motivo de preocupación de los maestros de física, especialmente la falta de bases matemáticas, por ser ese conocimiento requisito previo para las dos disciplinas. Los maestros de física mencionan, también, la deficiencia de los alumnos en lo que respecta a la lectura y comprensión de los enunciados de los problemas y la dificultad para solucionarlos que deriva de la misma.

Actitud desfavorable del alumno

Los maestros perciben la actitud del alumno hacia la física y las matemáticas, que generalmente es negativa,

y manifiestan que esta actitud impide el desarrollo conceptual. Un maestro mencionó la dificultad para enfrentar esa predisposición del alumno e intentar romper los prejuicios.

Falta de perspectiva y de interés del alumno

Los maestros mencionan que los alumnos de la escuela pública hoy en día, generalmente, no tienen interés en aprender pues no creen que la educación garantice su futuro profesional. La perspectiva de los alumnos del interior es aún menor, restringiéndose a la conclusión del nivel secundario. En este contexto, algunos maestros reconocen que la escuela pública está lejos de la realidad de los alumnos y que necesitaría cambiar.

Indisciplina del alumno

Los maestros se quejan del mal comportamiento frecuente de los alumnos actualmente y de la acumulación de papeles que deben desempeñar por también tener que educarlos para la convivencia social.

LA ENSEÑANZA Y EL APRENDIZAJE DE FÍSICA SEGÚN LA INVESTIGACIÓN

Referenciales teóricos para enseñanza-aprendizaje

En el período enfocado, aparecen por primera vez, en Brasil, análisis críticos del constructivismo (Matthews, 2000; Laburú et al., 2001). Sin embargo, gran parte de los trabajos analizados en las demás subtemáticas corrobora la defensa de este referencial al utilizarlo como base teórica de sus propuestas, sea explícita o implícitamente.

Se nota la continuidad de referencias cognitivistas, como la de los modelos mentales integrados a la teoría de los campos conceptuales de Vergnaud (Moreira, 2002e), aunque se utilicen nuevos referenciales relacionados a la enseñanza de ciencias, como lo de la complejidad de Edgar Morin (Caluzi y Rosella, 2003). Basado también en la perspectiva constructivista, se encontró además un análisis crítico del cambio conceptual (Aguar, 2001) y un artículo de revisión sobre el uso de las tecnologías de la información y comunicación en la enseñanza de ciencias (Rezende, 2000).

El fundamento piagetiano continúa respaldando trabajos sobre la construcción de conceptos, como los trabajos de Arruda y Carneiro (2003) y Carneiro (2003).

Hay autores que tienen como preocupación la reflexión sobre conceptos presentes en los documentos legales que respaldan la actual reforma curricular, como Ricardo (2003), que estudió, basado en las ideas de Freire y de Fourez, los conceptos de *problematización* y *contextualización*.

Resolución de problemas

La resolución de problemas de física ha servido de orientación tanto para la elaboración de estrategias didácticas según el modelo de Gil-Pérez (Clement, Franco y Terrazan, 2003), como para estudios, implementados desde la década de 1980, de los procesos cognitivos. En esta línea, fueron encontrados trabajos como la investigación de la manera de pensar de los estudiantes a partir de la resolución de problemas (Borges, Borges y Vaz, 2002) y la comparación en la resolución de un problema por especialistas y novatos (Sousa y Fávero, 2002).

Metodologías y estrategias

La legislación educacional es frecuentemente citada en los trabajos sobre metodologías de enseñanza. Esa influencia aparece explícitamente en la conformidad del objetivo de los trabajos para la legislación, e implícitamente cuando se citan, por ejemplo, la enseñanza por proyectos, los conceptos de lo cotidiano del alumno, la relación de la física con aplicaciones tecnológicas, el desarrollo de competencias y habilidades (a partir de las ideas de Perrenoud), la perspectiva interdisciplinaria y el proceso de contextualización.

La investigación de las concepciones previas de los estudiantes es ampliamente aceptada como punto de partida de las estrategias de enseñanza, lo que muestra la influencia de la perspectiva constructivista y del movimiento de las concepciones alternativas.

La historia de la ciencia es utilizada en varios trabajos (Fuzinato, Alves y Cruz, 2003; Teixeira, Cindra y Monteiro, 2003; Battaglini, 2003) como referencia para la propuesta de metodologías de enseñanza. El uso de analogías también sigue sirviendo como metodología para la enseñanza de la física, por ejemplo, para la enseñanza de circuitos eléctricos (Silva y Queiroz, 2003), y la enseñanza de óptica (Terrazan, Silva y Gazola, 2003).

La perspectiva sociointeraccionista fue usada como referencia para investigar la influencia de las actividades demostrativas en el aprendizaje de electricidad (Eiras, 2003). La propuesta teórica de Ausubel continúa siendo utilizada, principalmente en lo que respecta al uso de organizadores previos como parte de la metodología para la enseñanza de la mecánica, de la óptica (Souza, Dias y Santos, 2003; Castro y Santos, 2003), de la electrostática (Oliveira y Santos, 2003) y de los conceptos de *campo eléctrico* y *magnético* (Magalhães, Santos y Dias, 2002).

La dinámica del funcionamiento de un grupo de aprendizaje en física y las relaciones con las intervenciones del maestro fueron investigadas a partir de la perspectiva psicoanalítica (Barros, Barolli y Villani, 2001).

La exploración del aspecto lúdico con la utilización de juegos y de teatro de títeres se ubica como una nueva propuesta metodológica a ser utilizada en la enseñanza de física.

Investigación de dificultades conceptuales / concepciones

Existe aún un número significativo de trabajos cuyo objetivo es identificar dificultades conceptuales y concepciones de alumnos, lo que muestra que ese tipo de enfoque no se agotó desde el movimiento de las concepciones alternativas. Ejemplos de esos estudios son los relativos a las concepciones de estudiantes sobre corriente eléctrica (Pacca et al., 2003) y las concepciones epistemológicas de estudiantes, basados en la epistemología de Laudan (Guridi, Salinas y Villani, 2003). También hacen parte de este conjunto estudios acerca de las concepciones de maestros sobre fuerza y movimiento (Cunha y Caldas, 2001) y sobre energía cinética y momento lineal a la luz de la historia de la ciencia (Medeiros, 2001).

Terminologías que pueden estar reflejando nuevos referenciales teóricos han sido utilizadas en algunos trabajos tales como barreras conceptuales en el estudio del tema luz y visión (Melchior y Pacca, 2003), modelos personales a partir de las concepciones previas de energía (Vale-Barbosa, 2002), construcción individual del concepto de *tiempo* a partir de la idea de perfil conceptual (Martins y Pacca, 2003) y el estudio del entendimiento por parte de los alumnos de los conceptos de *sistema de referencia* y *movimiento relativo* (Borges y Amantes, 2003).

Estudios teóricos dentro de esta subtemática incluyen una revisión de la literatura sobre concepciones alternativas en el área de mecánica (Rezende y Souza Barros, 2001) y un estudio sobre la elaboración de una propuesta de perfil conceptual para la noción de calor a partir de la literatura (Amaral y Mortimer, 2001).

Evaluación del aprendizaje

A este respecto sólo fue encontrado un trabajo que tiene por objeto de estudio la evaluación del aprendizaje conducida por maestros en las escuelas (Talim y Oliveira, 2003). Las dificultades para elaborar pruebas significativas coherentes con las metodologías propuestas por la investigación o el análisis crítico de la evaluación del desempeño en moldes comportamentalistas, que en general es utilizado, no están entre las preocupaciones de los investigadores.

Por otro lado, otros instrumentos de evaluación son objeto de los investigadores, por ejemplo, una prueba para detectar concepciones alternativas en mecánica (Lottis et al., 2003), mapas conceptuales como instrumentos de evaluación del aprendizaje (Almeida, Souza y Urenda, 2003), una escala de actitudes de los alumnos en relación con la física (Talim, 2003). Sin embargo, las cuestiones y los instrumentos discutidos en el ámbito de esas investigaciones no forman parte de la práctica pedagógica de los maestros.

Recursos didácticos

En general en los trabajos sobre recursos didácticos, se percibe la preocupación en crear y/o aplicar recursos que están de acuerdo con la propuesta curricular de los PCN, tanto

en la elaboración de experimentos en el análisis de libros didácticos, como en la elaboración y aplicación de textos sobre contenidos de física. La legislación parece asumir, en algunos trabajos, el papel de referencial teórico.

Los recursos didácticos que incorporan las tecnologías de la información y comunicación han tenido cada vez más espacio en las investigaciones en enseñanza de física, principalmente para adquisición automática de datos en el laboratorio didáctico, como es el caso, por ejemplo, del trabajo de Catelli, Mello y Mossmann (2003). Además de esa línea de estudios, también se ha abordado, en menor número, el desarrollo de herramientas para modelar, como simulaciones y sistemas de hipermedios para el aprendizaje (Rezende, 2001).

Muchos trabajos constituyen relatos de construcción de experimentos con materiales de bajo precio para actividades demostrativas en clase, en general sin fundamentos teóricos explícitos para esta metodología de enseñanza.

Una pequeña parte de trabajos analiza libros didácticos, buscando entender cómo son desarrollados conceptos de la física clásica, como el de *corriente eléctrica* (Saponara, Costa y Pacca, 2003), los *principios de conservación* (Filho y Pietrocola, 2003) y *la relatividad restrictiva* (Ostermann y Ricci, 2002). La incorporación de la epistemología y de la historia de la ciencia en los libros didácticos es también objeto de estudio (Medeiros y Monteiro, 2002).

Vídeos elaborados para la enseñanza de óptica (Vergara y Buchweitz, 2002), o para ser utilizados como organizadores previos para la enseñanza de física térmica (Pereira y Souza Barros, 2003), son descritos como recursos didácticos para la enseñanza de física. La discusión de experimentos históricos y el uso de juegos, como *role playing games* y juegos de carreras, también fueron exploradas en trabajos en esta subtemática.

Laboratorio didáctico de física

Algunos trabajos analizan el papel del laboratorio con base en referencias teóricas, como el trabajo de Arruda, Silva y Laburú (2001), fundamentado en el trabajo de Kuhn. Gran parte de los estudios se refiere a distintos aspectos del aprendizaje del alumno en actividades de laboratorio, como el comportamiento de los estudiantes delante de situaciones inesperadas (Borges, 2002), aquello que los alumnos aprenden a partir de actividades no dirigidas (Borges, 2002), aprendizaje de contenidos procedimentales (Insausti y Merino, 2000), así como los objetivos identificados por los estudiantes en las actividades de laboratorio (Sá y Borges, 2003).

Entre los estudios sobre el laboratorio didáctico, existen propuestas de metodologías innovadoras para las actividades experimentales, como el uso de la concepción constructivista (Alves, 2002), o el uso de guiones abiertos (Hernandes, Clement y Terrazan, 2002).

Contenidos reelaborados para el nivel secundario

En la reelaboración de contenidos para la enseñanza secundaria, la legislación asume el papel de referencial

teórico, principalmente mediante la idea de contextualización entendida como el establecimiento de relaciones entre los contenidos de física y la vida cotidiana del alumno. La física clásica es más examinada que la moderna y la contemporánea, como en el trabajo de Damião, Filho y Queiroz (2003), predominando la mecánica, como en el trabajo de Meira, Conceição y Martins (2003).

CONFRONTANDO LOS PROBLEMAS CON LA ENSEÑANZA Y EL APRENDIZAJE DE FÍSICA CARACTERIZADO SEGÚN LA INVESTIGACIÓN

En esta sección, se confrontan los problemas de la práctica pedagógica del maestro de física con la enseñanza-aprendizaje de física según la investigación en Brasil.

Insatisfacción con los métodos tradicionales de enseñanza: una convergencia relativa

Es evidente que la investigación en enseñanza contribuye fuertemente a la innovación metodológica con propuestas innovadoras teóricamente fundamentadas. En alguna medida, estas investigaciones enfatizan el aspecto conceptual de la física, lo que estaría contemplando la preocupación de los maestros por el excesivo formalismo matemático.

Sin embargo, los resultados de la investigación, aunque relevantes, son, en este caso, insuficientes para permitir al maestro que se apropie de los mismos en su práctica, dadas sus efectivas condiciones de trabajo.

Insuficiencia del libro de texto: una convergencia relativa

El problema del libro de texto en la enseñanza de física es complejo, visto que el propio contenido de los textos es criticado por el maestro y, aún así, es el único material didáctico disponible y espina dorsal de su trabajo. Además, su utilización es restringida por el bajo poder adquisitivo de los alumnos.

La convergencia entre esta problemática y la investigación es relativa, una vez que, siendo objeto de análisis por los investigadores, el libro de texto no es un objeto de estudio valorizado o frecuente en los trabajos acerca de recursos didácticos. Cuando eso ocurre, el énfasis del análisis recae sobre cuestiones específicas y no sobre el papel del libro de texto en la práctica del maestro.

Dificultades para usar el laboratorio didáctico de física: una convergencia relativa

Los maestros que en la escuela cuentan con un espacio propio para el laboratorio didáctico de física se quejan de la falta de condiciones técnicas para usarlo y de las dificultades para incorporarlo, dado el gran número de alumnos por clase.

El laboratorio didáctico es una preocupación de los investigadores, a pesar de que, en general, sirve como un contexto más para estudiar los procesos cognitivos del alumno o para la reflexión teórica sobre la enseñanza de física. También se proponen nuevas formas de uso del laboratorio que no se ajustan, necesariamente, a las condiciones reales de la práctica del maestro.

Dificultades para usar las tecnologías de la información y comunicación: una convergencia relativa

Existe cierta convergencia entre el problema de los maestros relativo al uso de las tecnologías de la información y comunicación y la investigación en el área, una vez que muchos trabajos de la subtemática Recursos Didácticos se dedican al uso de las tecnologías de la información y comunicación. Aunque los investigadores produzcan un gran número de trabajos que incorporan el uso de la tecnología para la enseñanza de física, esos trabajos no enfocan aspectos considerados relevantes por el maestro, como la dificultad para integrar esas tecnologías en la práctica y las condiciones precarias de las escuelas que impiden que sean utilizadas.

Dificultad para transportar las teorías del aprendizaje a la clase: una convergencia relativa

A pesar de que la investigación en enseñanza de física ofrece varios referenciales teóricos para enseñanza-aprendizaje de física, y metodologías que tienen en cuenta esos referenciales, las condiciones objetivas de trabajo de los maestros, por ejemplo el número excesivo de alumnos por clase, son consideradas, por ellos, limitadoras para su aplicación.

Fue posible observar que el constructivismo constituye un punto de referencia común entre los maestros (a pesar de no ser incorporado en la práctica) y los investigadores, aunque ese término sea usado por el maestro sin compromiso con cualquier teórico considerado constructivista.

Dificultad para contextualizar el contenido: una convergencia total

Actualmente, para el maestro de física es importante contextualizar el contenido, lo que tal vez sea un reflejo de la influencia de los PCN. A pesar de considerar esa contextualización relevante, el maestro tiene dificultad para implementarla.

La preocupación por la contextualización también está presente en varios aspectos de las subtemáticas analizadas, lo que indica la convergencia entre los intereses de los investigadores y las necesidades de los maestros.

Poco tiempo para planear la evaluación del aprendizaje: una divergencia

A pesar de que para el maestro es un aspecto muy importante de la enseñanza, la evaluación es un tema muy

poco estudiado por la academia, lo que genera una divergencia. En los pocos trabajos encontrados, se percibe que los instrumentos de evaluación propuestos por los investigadores (mapas conceptuales, pruebas para detectar concepciones de los alumnos, escala de actitudes, etc.) difieren significativamente de aquéllos usados por los maestros, quienes, en general, usan formas tradicionales de evaluación.

Dificultades derivadas del examen para ingresar a la universidad: una divergencia

El examen para ingresar a la universidad no es contemplado en los estudios sobre la evaluación del aprendizaje. Se identifica, en esta ausencia, una gran divergencia entre los problemas de la práctica pedagógica del maestro de física y los objetos de estudio de la investigación, dado que el examen para ingresar a la universidad representa uno de los parámetros más importantes para el trabajo del maestro.

Deficiencias cognitivas del alumno: una divergencia

Mientras el investigador se detiene en el estudio de las dificultades conceptuales de los alumnos, entendidas en general como concepciones alternativas tanto conceptuales como epistemológicas, el maestro sufre principalmente con la deficiente formación del alumno resultante de la enseñanza básica, como las dificultades relacionadas con los lenguajes matemático y escrito. Esta diferencia de entendimiento configura una divergencia.

Actitud desfavorable del alumno: una divergencia

Este problema de la práctica del maestro es muy poco explorado como tema de investigación, lo que tal vez refleje el enfoque cognitivista de la investigación que no ha enfatizado los aspectos afectivos relacionados con el aprendizaje.

Falta de perspectiva y de interés del alumno: una divergencia

Este problema, enfrentado por el maestro de física, está relacionado con una dificultad educacional mucho más amplia, de carácter sociológico y filosófico, que no ha formado parte de la preocupación de la investigación en enseñanza de física, en el ámbito de la temática «Enseñanza-Aprendizaje».

Indisciplina del alumno: una divergencia

Los problemas relacionados con el comportamiento del alumno, que siguen representando un desafío para el papel del maestro como educador, no han sido estudiados por los investigadores en enseñanza de física. Probablemente los aspectos de carácter psicológico y social relacionados con este problema han sido descuidados a consecuencia del énfasis en el aspecto cognitivo de la enseñanza-aprendizaje.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Si bien el hecho de que los problemas de la práctica pedagógica del maestro fueron representados por una muestra de apenas 18 profesores –lo que fue considerado como una limitación del estudio–, los resultados de la confrontación, entre dichos problemas y la caracterización de la enseñanza y del aprendizaje de física, indican una asimetría al no existir una correspondencia plena entre los problemas identificados y las subtemáticas analizadas, y muestran que teoría y práctica no coinciden. Fue posible identificar apenas una convergencia total entre los problemas y la investigación, relacionada con la contextualización del contenido de física.

La separación encontrada entre la teoría y la práctica docente en ciencias está de acuerdo con el panorama presentado por otros investigadores (Briscoe, 1991; Pekarek et al., 1996; Sanmartí y Azcárate, 1997; Cachapuz, 2000 y Ratcliffe et al. 2001) en el ámbito internacional.

La problemática de la contextualización del contenido de física es claramente influenciada por la reforma curricular oficial, que, en algunos trabajos, asume el papel de referencial teórico. Se nota, de modo general, la aceptación acrítica de los PCN tanto por parte de los maestros como de los investigadores, así como la falta de reflexión teórica sobre el significado y el papel de la contextualización en el proceso de enseñanza-aprendizaje de física.

La diferencia entre la perspectiva del maestro y la del investigador caracterizó las convergencias relativas, lo que resulta en una reducción en la selección de recursos pedagógicos para el InterAge. Aun cuando el problema enfrentado por el maestro para enseñar física es contemplado en el estudio, los aspectos investigados y los objetivos no son preocupaciones del maestro, sin mencionar que las condiciones concretas del trabajo docente en la escuela pública no son consideradas.

Por otro lado, es interesante observar que el contacto del maestro con las innumerables propuestas de recursos didácticos y metodologías innovadoras (ejemplos de subtemáticas que representan convergencias relativas) podría ser un paso importante en la dirección de su formación continuada. Sin embargo, este contacto no es suficiente, dada la falta de consideración del contexto escolar y de las condiciones de trabajo de los maestros en las investigaciones.

La divergencia total se presenta en la evaluación, en el examen para ingresar a la universidad y en las características de los alumnos. Las condiciones socioeconómicas y formativas de los alumnos, a las cuales los maestros atribuyen muchos de sus problemas, no son considera-

das como objetos de estudio de los investigadores. La actitud del alumno y la disciplina en clase tampoco son estudiadas.

En el área de evaluación, la investigación también viene ignorando, en los últimos años, la seria cuestión del examen para ingresar a la universidad. Esta ausencia es causa de muchas divergencias. ¿Cómo no enfrentar la barrera que el examen para ingresar a la universidad representa, al exigir una enseñanza de física que abarca la enorme cantidad de contenidos determinados por el currículo de física sin dejar espacio para los resultados de la investigación?

Dados los resultados de este trabajo, es necesario que los investigadores en enseñanza de física inviertan en trabajos conjuntos con maestros de física de nivel secundario en la investigación de nuevos objetos de estudio, tales como: el libro considerado como un recurso didáctico integrado a las propuestas metodológicas, la producción de textos alternativos, la actitud de los alumnos en relación con la física y su relación con los diversos aspectos implicados en el proceso de enseñanza-aprendizaje. De acuerdo con Briscoe (1991), la aproximación entre investigación y práctica solamente puede ocurrir cuando un profesor se aparta del papel de mero consumidor, para pasar a ser un agente activo de cambio. La integración entre universidad y conocimiento de los maestros puede romper con la línea divisoria existente entre investigadores académicos y maestros (Zeichner, 1998), creando convergencias entre la investigación y la enseñanza, y aportando nuevos rumbos para la formación inicial y continuada del maestro de física.

NOTAS

* Apoyo: Conselho Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento Tecnológico (CNPq).

¹ Rezende, F. Tecnologias da informação e comunicação no ensino de Física: no processo de aprendizagem, na formação e na prática do professor de nível médio. Proyecto de investigación apoyado por el CNPq, 2002.

² Ostermann, F. Tópicos de física moderna y contemporánea y fundamentos epistemológicos en la formación de maestros. Proyecto de investigación apoyado por el CNPq, 2003.

³ Se trata de un *website* que reúne un conjunto de páginas acerca de la URL <http://nutes2.nutes.ufrj.br/interage>. El nombre InterAge fue escogido por representar dos conceptos que hacen parte del diseño educativo del ambiente: la *interacción*, que tiene relación con las interacciones *on-line* maestro-maestro y maestro-tutor, y la *acción*, que se relaciona con el hecho de que el alumno pueda construir algo relativo a su práctica a partir de la reflexión. Para llamar la atención en esos dos aspectos, se escogió escribir InterAge de esa manera.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARROYO, M. (1999). Experiências de inovação educativa: o currículo na prática da escola, en Moreira, A.F.B. (org.). *Currículo: políticas e práticas*. Campinas: Papirus.
- BARDIN, L. (1977). *Análise de conteúdo*. Lisboa: Edições 70.
- BARROWS, H.S. y TAMBLYN, R.M. (1980). *Problem-Based Learning. An approach to Medial Education*, 1. Nueva York, NY: Springer.
- BRASIL. (1998). Ministério de Educação e do Desporto. *Parâmetros Curriculares Nacionais: Parte I - Bases Legais*. Brasília-DF.
- BRISCOE, C. (1991). The dynamic interactions among belief, role metaphores and teaching practices. A case study of teacher change. *Science Education*, 75(2), pp. 185-199.
- CACHAPUZ, A.F. (2000). Investigação em didáctica das ciências em Portugal - um balanço crítico, en Pimienta, S.G. (org.). *Didáctica e formação de professores: percursos e perspectivas no Brasil e em Portugal*. São Paulo: Cortez Editora.
- CAPRARA, A.A (2001). Construção narrativa de problemas, en Mamede, S., Penaforte, J., Schmidt, H., Caprara, A., Tomaz, J.B. y SÁ, Henrique L.C. (orgs.). *Aprendizagem baseada em problemas: anatomia de uma nova abordagem educacional*. Fortaleza: Hucitec.
- DELIZOIKOV, D. (2004). Pesquisa em ensino de ciências como ciências humanas aplicadas. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 21(2), pp. 145-175.
- FREITAS, D. y VILLANI, A. (2002). Formação de professores de ciências: um desafio sem limites. *Investigação em Ensino de Ciências*, 7(3). Disponible en <<http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/>>. Acceso en 15 de mayo de 2003.
- JONASSEN, D. (1996). O uso das novas tecnologias na educação a distância e a aprendizagem construtivista. *Em Aberto*, Brasília, 16(70), abr./jun, pp. 70-88.
- JONASSEN, D. (1997). Instructional design models for well-structured and ill-instructed problem solving learning outcomes. *Educational Technology Research & Development*, 45(1), pp. 65-94.
- JONASSEN, D. (1998). Designing Constructivist Learning Environments, en Reigeluth, C.M. (ed.). *Instructional Theories and Models*. 2nd Ed. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- KOMATSU, R.S., ZANOLLI, M.B. y LIMA, V.L. (1998). Aprendizagem baseada em problemas, en Marcondes, E. y Gonçalves, E.L. (orgs.). *Educação médica*. SP: Sarvier.
- PONTE, J.P. (1998). Didácticas específicas e construção do conhecimento profissional. *IV Congresso da Sociedade Portuguesa de Ciências de Educação*. Aveiro: SPCE.
- PAIVA, M.A.V. (2001). Saberes profissionais de professores que ensinam matemática: um diálogo com professores experientes. *XII Seminário de Investigação em Educação Matemática*, 2001. Vila Real.
- PEKAREK, R., KROCKOVER, G.H. y SHEPARDSON, D.P. (1996). The research-practice in science education. *Journal of Research in Science Teaching*, 33(2), pp. 111-113.
- PONTE, J.P. (1992). *Concepções dos professores de matemática e processos de formação em educação matemática*. Portugal: Coleção Temas de Investigação, Seção de Educação Matemática da Sociedade Portuguesa de Ciências da Educação de Lisboa, pp. 187-239.
- PORLÁN, R. y RIVERO, A. (1998). *El conocimiento de los profesores. Una propuesta formativa en el área de ciencias*. Sevilla: Diada Editora.
- RATCLIFFE, M., BARTHOLOMEW, H., HAMES, V., HIND, A., LEACH, J., MILLAR, R. y OSBORNE, J. (2001). Understanding the reasearch-user interface. *Annual Conference of the British Educational Research Association*, 2001, University of Leeds.
- REZENDE, F. (2000). As novas tecnologias na prática pedagógica sob a perspectiva construtivista. *Ensaio - Pesquisa em Educação em Ciências*, 2(1), pp. 75-98.
- REZENDE, F., SOUZA BARROS, S., LOPES, A.M.A. y ARAÚJO, R.S. (2003). InterAge: um ambiente virtual construtivista para formação continuada de professores de Física. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 20(3), pp. 372-390.
- SANMARTÍ, N. y AZCARATE, C. (1997). Reflexiones en torno a la línea editorial de la revista. *Enseñanza de las Ciencias*, 15(1), pp. 3-9.
- SAVERY, J.R. y DUFFY, T.M. (1995). Problem Based Learning: An Instructional Model and its Constructivist Framework. *Educational Technology*, pp. 31-37.
- SCHÖN, D. (2000). *Educando o profissional reflexivo*. Porto Alegre: Artes Médicas.
- SHULMAN, L. (1987). Knowledge and teaching: foundations of the new reform. *Havard Educational Review*, 57(1), pp.1-22.
- STRUCHINER, M., REZENDE, F., RICCIARDI, R.M.V. y CARVALHO, M.A.P. (1998). Elementos fundamentais para o desenvolvimento de ambientes construtivistas de aprendizagem a distância. *Tecnologia Educacional*, 26(142), pp. 3-11.
- ZEICHNER, K.M. (1998). Para além da divisão entre professor-pesquisador e pesquisador acadêmico, en Geraldí, C.M. G., Fiorentini, D. y Pereira, E.M.A. (orgs.). *Cartografias do trabalho docente*. Campinas: Mercado de Letras.

[Artículo recibido en abril de 2005 y aceptado en febrero de 2006]

ANEXO

Referencias bibliográficas

- ALMEIDA, F.C.P. SOUZA, A.R. y URENDA, P. A.V. (2003). Mapas conceituais: Avaliando a compreensão dos alunos sobre o experimento do Efeito Fotoelétrico. *IV Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências*, 2003, Bauru. Porto Alegre: ABRAPEC.
- AGUIAR, O. (2001). Mudanças conceituais (ou cognitivas) na educação em ciências: revisão crítica e novas direções para a pesquisa. *Ensaio - Pesquisa em Educação em Ciências*, 3(1), pp. 67-86.
- ALVES, J. (2002). Atividade experimental: uma alternativa na concepção construtivista, en Vianna, D.M., Peduzzi, L.O.Q., Borges, O.N. y Nardi, R. (orgs.). *VIII Encontro de Pesquisa em Ensino de Física*, 2002, Águas de Lindóia. San Pablo: SBF.
- AMARAL, E. y MORTIMER, E. (2001). Uma proposta de perfil conceitual para o conceito de calor. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 1(3), pp. 5-18.
- ARRUDA, S., SILVA, M. y LABURU, C.E. (2001). Laboratório didático de física a partir de uma perspectiva kuhniana. *Investigações em Ensino de Ciências*, 6(1). Disponible en <<http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/>>. Acceso en 2 de mayo de 2003.
- ARRUDA, A.C.J.Z. y CARNEIRO, M.C. (2003). O espaço em Piaget. *IV Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências*, 2003, Bauru. Porto Alegre: ABRAPEC.
- BARROS, M., BAROLLI, E. y VILLANI, A. (2001). A evolução de um grupo de aprendizagem num curso de física de ensino médio. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 1(2), pp. 6-18.
- BATTAGLINI, N. (2003). Uma alternativa para o ensino de calor e temperatura, en Garcia, N. et al. (eds.). *XV Simpósio Nacional de Ensino de Física*, 2003, Curitiba, Paraná: SBF.
- BORGES, A.T. (2002). Novos rumos para o laboratório escolar de ciências. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, Florianópolis, 19(3), pp. 291-313.
- BORGES, O. (2002). Situações inesperadas no laboratório escolar?, en Vianna, D.M., Peduzzi, L.O.Q., Borges, O.N. y Nardi, R. (Orgs.). *VIII Encontro de Pesquisa em Ensino de Física*, 2002, Águas de Lindóia, San Pablo: SBF.
- BORGES, O., BORGES, A.T. y VAZ, A. (2002). Quatro planejamentos da solução de um problema, en Vianna, D.M., Peduzzi, L.O.Q., Borges, O.N. y Nardi, R. (Orgs.). *VIII Encontro de Pesquisa em Ensino de Física*, 2002, Águas de Lindóia. São Paulo: SBF.
- BORGES, O. y AMANTES, A. (2003). O entendimento de estudantes do ensino médio sobre Sistema de Referência e Movimento Relativo. *IV Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências*, 2003, Bauru. Porto Alegre: ABRAPEC.
- CALUZI, J.J. y ROSELLA, M.L.A. (2003). Edgar Morin: A complexidade subsidiando o ensino de ciências. *IV Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências*, 2003, Bauru. Porto Alegre: ABRAPEC.
- CARNEIRO, M.C. (2003). O Tempo, segundo a Epistemologia Genética de Piaget. *IV Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências*, 2003, Bauru. Porto Alegre: ABRAPEC.
- CASTRO, R. y SANTOS, W. (2003). O aprendizado da óptica e mecânica contextualizado com a natureza, en Garcia, N. et al. (eds.). *XV Simpósio Nacional de Ensino de Física*, 2003, Curitiba, Paraná: SBF.
- CATELLI, F., MELLO, K.B. y MOSSMANN, V.L.F. (2003). Estudo do movimento de corpos submetidos exclusivamente a forças de atrito através de aquisição automática de dados, en Garcia, N. et al. (eds.). *XV Simpósio Nacional de Ensino de Física*, 2003. Curitiba. Paraná: SBF.
- CLEMENT, L., FRANCO, M. y TERRAZZAN, E. (2003). Resolução de problemas: experiências com este recurso didático em aulas de física, en Garcia, N. et al. (eds.). *XV Simpósio Nacional de Ensino de Física*, 2003. Curitiba, Paraná: SBF.
- CUNHA, A.L. y CALDAS, H. (2001). Modos de raciocínio baseados na Teoria do Impetus: um estudo com estudantes e professores do ensino fundamental e médio. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, São Paulo, 23(1), pp. 93-103.
- DAMIÃO, D., FILHO, L. y QUEIROZ, G. (2003). Rastreamento partículas no mundo subatômico, en Garcia, N. et al. (eds.). *XV Simpósio Nacional de Ensino de Física*, 2003, Curitiba, Paraná: SBF.
- EIRAS, W.C.S. (2003). Investigando as atividades demonstrativas no ensino de Física. *IV Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências*, 2003, Bauru. Porto Alegre: ABRAPEC.
- FILHO, J. y PIETROCOLA, M. (2003). A construção de modelos com aporte no princípio de conservação de energia, en Garcia, N. et al. (eds.). *XV Simpósio Nacional de Ensino de Física*, 2003, Curitiba. Paraná: SBF.
- FUSINATO, P., ALVES, V. y CRUZ, M. (2003). Intervenção no ensino de física na região de São Pedro do Ivaí - PR, en Garcia, N. et al. (eds.). *XV Simpósio Nacional de Ensino de Física*, 2003, Curitiba, Paraná: SBF.
- GURIDI, V., SALINAS, J. y VILLANI, A. (2003). Contribuições da Epistemologia de Laudan para a compreensão das concepções Epistemológicas de Estudantes secundários de Física. *IV Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências*, 2003, Bauru. Porto Alegre: ABRAPEC.
- HERNANDES, C., CLEMENT, L. y TERRAZZAN, E. (2002). Uma atividade experimental investigativa de roteiro aberto partindo de situações do cotidiano, en Vianna, D. M., Peduzzi, L.O.Q., Borges, O.N. y Nardi, R. (orgs.). *VIII Encontro de Pesquisa em Ensino de Física*, 2002, Águas de Lindóia, São Paulo: SBF.
- INSAUSTI, M. y MERINO, M. (2000). Una propuesta para el aprendizaje de contenidos procedimentales en el laboratorio de física y química. *Investigações em Ensino de Ciências*, 5(2), Disponible en <<http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/>>. Acceso en 20 de mayo de 2003.
- LABURÚ, C.E., CARVALHO, M. y BATISTA, I.L. (2001). Controvérsias construtivistas. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 18(2), pp.152-181.
- LOTTIS, D.K., PIEKARZ, A.H., SEBENA, J.P.M., SOUZA, F.L., PEREIRA, I.A.A. y RODBARD, M.G. (2003). Adaptação e validação de um teste diagnóstico de concepções espontâneas

- em mecânica, en Garcia, N. et al. (eds.). *XV Simpósio Nacional de Ensino de Física*, 2003. Curitiba, Paraná: SBF.
- MAGALHÃES, M., SANTOS, W. y DIAS, P. (2002). Uma proposta para ensinar os conceitos de campo elétrico e magnético: uma aplicação da História da Física. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, São Paulo, 24(4), pp. 489-496.
- MARTINS, A.F. y PACCA, J. (2003). Em busca de um perfil epistemológico para o conceito de tempo. *IV Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências*, 2003, Bauru. Porto Alegre: ABRAPEC.
- MATTHEWS, M. (2000). Construtivismo e o ensino de ciências: uma avaliação. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 17(3), pp. 270-294.
- MEDEIROS, A. (2001). A atualidade pedagógica da controversia histórica sobre a verdadeira definição da «força de um corpo». *Ensaio - Pesquisa em Educação em Ciências*, 3(1), pp. 51-66.
- MEDEIROS, A. y MONTEIRO M. (2002). A invisibilidade dos pressupostos e das limitações da Teoria copernicana nos livros didáticos de Física. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, Florianópolis, 19(1), pp. 29-52.
- MEIRA, M., CONCEIÇÃO, M. y MARTINS, M. (2003). A física do skate: uma visão «irada» da mecânica, en Garcia, N. et al. (eds.). *XV Simpósio Nacional de Ensino de Física*, 2003. Curitiba, Paraná: SBF.
- MELCHIOR, S.C.L. y PACCA, J. (2003). Luz e cor: a compreensão do senso comum sobre a interação luz-matéria e a visão, en Garcia, N. et al. (eds.). *XV Simpósio Nacional de Ensino de Física*, 2003. Curitiba, Paraná: SBF.
- MOREIRA, M.A. (2002). A teoria dos campos conceituais de Vergnaud, o ensino de ciências e a pesquisa nesta área. *Investigações em Ensino de Ciências*, 7(1). Disponible en <http://www.ufu.br/public/ensino/>. Acceso en 2 de mayo de 2003.
- OLIVEIRA, M. y SANTOS, W. (2003). Ensino da eletrostática através de aplicações tecnológicas de nosso cotidiano, en Garcia, N. et al. (eds.). *XV Simpósio Nacional de Ensino de Física*, 2003. Curitiba, Paraná: SBF.
- OSTERMANN, F. y RICCI, T. (2002). Relatividade restrita no ensino médio: contração de Lorentz-Fitzgerald e aparência visual de objetos relativísticos em livros didáticos de Física. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, Florianópolis, 19(2), pp. 176-190.
- PACCA, J., FUKUI, A., BUENO, M.C.F., COSTA, R.H.P., VALERIO, R.M. y MANCINI, S. (2003). Corrente elétrica e circuito elétrico: algumas concepções do senso comum. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, Florianópolis, 20(2), pp. 151-167.
- PEREIRA, M.V. y SOUZA BARROS, S. (2003). Estudo do efeito de demonstrações em vídeo como Organizador Prévio para Construção de conceitos de Física Térmica. *IV Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências*, 2003. Bauru. Porto Alegre: ABRAPEC.
- REZENDE, F. (2000). As novas tecnologias na prática pedagógica sob a perspectiva construtivista. *Ensaio - Pesquisa em Educação em Ciências*, 2(1), pp. 75-98.
- REZENDE, F. y SOUZA BARROS, S. (2001). Teoria aristotélica, teoria do Impetus ou teoria nenhuma: um panorama das dificuldades conceituais de estudantes de Física em Mecânica Básica. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 1(1), pp. 43-56.
- REZENDE, F. (2001). Desenvolvimento e avaliação de um sistema hipermídia para facilitar a reestruturação conceitual em mecânica básica. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, Florianópolis, 18(2), 197-213.
- RICARDO, E.C. (2003). A problematização e a contextualização no ensino de Ciências: Acerca das idéias de Paulo Freire e Gerard Fourez. *IV Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências*, 2003. Bauru. Porto Alegre: ABRAPEC.
- SÁ, E.F. y BORGES, O. (2003). Tipos de objetivos Identificados pelos estudantes nas Atividades Práticas de Laboratório. *IV Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências*, 2003, Bauru. Porto Alegre: ABRAPEC.
- SAPONARA, R., COSTA, R. y PACCA, J. (2003). O conceito de corrente elétrica segundo o livro didático e as concepções de senso comum, en Garcia, N. et al. (eds.). *XV Simpósio Nacional de Ensino de Física*, 2003, Curitiba, Paraná: SBF.
- SILVA, M. y QUEIROZ, G. (2003). Uso de analogias no ensino de física, en Garcia, N. et al. (eds.). *XV Simpósio Nacional de Ensino de Física*, 2003. Curitiba, Paraná: SBF.
- SOUZA, C. y FÁVERO, M. (2002). Um estudo sobre resolução de problemas de física em situação de interlocução entre um especialista e um novato, en Vianna, D.M., Peduzzi, L.O.Q., Borges, O.N. y Nardi, R. (orgs.). *VIII Encontro de Pesquisa em Ensino de Física*, 2002. Águas de Lindóia. São Paulo: SBF.
- SOUZA, M., DIAS, P. y SANTOS, W. (2003). Um novo ensino da gravitação universal, en Garcia, N. et al. (eds.). *XV Simpósio Nacional de Ensino de Física*, 2003. Curitiba, Paraná: SBF.
- TALIM, S. y OLIVEIRA, J. (2002). Concepções e métodos de avaliação da aprendizagem da física utilizados em escolas de segundo grau de Belo Horizonte, en Vianna, D. M., Peduzzi, L.O.Q., Borges, O.N. y Nardi, R. (orgs.). *VIII Encontro de Pesquisa em Ensino de Física*, 2002. Águas de Lindóia. São Paulo: SBF.
- TALIM, S.L. (2003). A atitude no ensino de Física, en *IV Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências*, 2003. Bauru. Porto Alegre: ABRAPEC.
- TEIXEIRA, O., CINDRA, J. y MONTEIRO, M. (2003). Proposta de atividades didático-pedagógicas para o ensino de conceitos relacionados ao calor e à temperatura, en Garcia, N. et al. (eds.). *XV Simpósio Nacional de Ensino de Física*, 2003. Curitiba, Paraná: SBF.
- TERRAZZAN, E., SILVA, L. y GAZOLA, C. (2003). O uso de analogias no ensino de óptica: uma experiência em andamento, en Garcia, N. et al. (eds.). *Simpósio Nacional de Ensino de Física*, 2003. Curitiba, Paraná: SBF.
- VALE-BARBOSA, J. (2002). Estudo da evolução dos modelos pessoais de energia, en Vianna, D.M., Peduzzi, L.O.Q., Borges, O.N. y Nardi, R. (orgs.). *VIII Encontro de Pesquisa em Ensino de Física*, 2002. Águas de Lindóia. São Paulo: SBF.
- VERGARA, D. y BUCHWEITZ, B. (2002). Ensinando e aprendendo o fenômeno de reflexão da luz com a ajuda de um vídeo, en Vianna, D.M., Peduzzi, L.O.Q., Borges, O. N. y Nardi, R. (orgs.). *VIII Encontro de Pesquisa em Ensino de Física*, 2002, Águas de Lindóia, São Paulo: SBF.