

La formación inicial docente para profesores de Física de enseñanza media: una reflexión sobre una nueva propuesta de formación



Ossandon, B.¹, Contreras, S.², Peters, V.¹, Reyes, M.¹

¹Departamento de Física, Facultad de Ciencia, Universidad de Santiago de Chile, Calle Ecuador 3493, Santiago, Chile.

²Departamento de Educación, Facultad de Humanidades, Universidad de Santiago de Chile, Av. Bernardo O'Higgins No. 3701, Santiago, Chile.

E-mail: barbara.ossandon@usach.cl; saul.contreras@usach.cl; gloria.peters@usach.cl; magali.reyes@usach

(Recibido el 14 de Diciembre de 2008; aceptado el 16 de Enero de 2009)

Resumen

Este trabajo recoge tres dimensiones de la naturaleza de la cognición a la luz de Putnam y Borko [1], quienes señalan que ella es social, contextualizada y distribuida. Para luego preguntarnos cómo estas tres dimensiones se consideraron en la formación inicial docente en una propuesta concreta que - se ha desarrollado desde el año 2005 - en la carrera de Licenciatura en Educación de Física y Matemática del Departamento de Física, Facultad de Ciencia de la Universidad de Santiago de Chile.

Palabras clave: formación inicial docente, profesores de física, metodología indagatoria.

Abstract

Following Putnam y Borko [1], who sustain the view that cognition is socially distributed conditional on a context, this work includes three dimensions of the cognition phenomena and ask how they were properly considered for the teaching training in a proposal developed since 2005 in the career of Physics and Mathematic education given by the Department of Physics (Faculty of Science) at University of Santiago de Chile.

Keywords: initial teacher training, physics teachers, inquiry methodology.

PACS: 01.40.J, 01.40.gb, 01.30.la

ISSN 1870-9095

I. INTRODUCCIÓN

Los esfuerzos por mejorar la calidad de la educación universitaria pueden involucrar modificaciones del Plan de Estudios, tanto en su estructura como en sus contenidos. Esto para responder a los cambios del perfil egreso, el cual estará en funciones de las exigencias del mundo laboral. Lo anterior, implica necesariamente, que si las características de los y las estudiantes evolucionan a medida que cambian las cohortes de ingreso, entonces la propuesta curricular deberá contemplar tanto estas condiciones de entrada como la naturaleza de la cognición, para optimizar el proceso educativo con el fin de cumplir con los objetivos educativos que una carrera se propone, más aún cuando se trata de una carrera relativa a la formación de profesores para la educación secundaria.

En este contexto, es que se han promovido diversas iniciativas para mejorar los planes de estudio. Lo que presentamos a continuación, ha sido fruto de un proceso continuo de reflexión sobre las modificaciones que necesariamente se han debido llevar a cabo en el Plan de Estudios para profesores en formación de física y matemática de la Universidad de Santiago de Chile (USACH). Es una propuesta innovadora que se basa en una teoría que integra y contextualiza el conocimiento que los

futuros/as profesores deben poseer para un desarrollo profesional adecuado. Es necesario señalar que esta propuesta se basa principalmente en el trabajo de sistematización realizado por una de las autoras¹ y la experiencia adquirida por miembros de la Comunidad Práctica de Aprendizaje (CPA) en la puesta en marcha de dicha propuesta.

II. NATURALEZA DE LA COGNICIÓN

Putnam y Borko [1] señalan tres características de la teoría cognitiva que encuentran sus raíces en el pensamiento de los educadores y psicólogos de principio de siglo. Primero, la naturaleza distribuida de la cognición, segundo la naturaleza social de la cognición y tercero, la naturaleza contextualizada de la cognición. Esta idea apunta a que la cognición, en lugar de ser una propiedad únicamente de los individuos, está distribuida a través de las personas y los diversos recursos como las herramientas físicas y los sistemas de información, entre otros [2, 3]. Así,

¹ Tesis para optar al grado de Magíster en Educación de Ossandon B. el año 2007. Universidad Academia Humanismo Cristiano. Santiago de Chile.

centrándonos en diversos recursos para la enseñanza de la física en la formación inicial docente (FID) y su vinculación con la teoría y la práctica, analizaremos una forma de materializar esta idea.

En este sentido, lo que proponemos es un modelo que contempla - entre otros - las prácticas profesionales a lo largo de toda la carrera. Al respecto, Wenger [4, p. 326] señala que:

“Es casi un teorema de amor que podamos abrir nuestras prácticas y comunidades a otras personas, ajenas o principiantes, invitarlas a relacionarse con nuestras propias identidades de participación, dejarles ser lo que no son y así dar inicio a lo que no se puede empezar”.

Las prácticas profesionales tempranas no sólo vinculan la teoría con la práctica acercándonos a un aprendizaje significativo, sino que también constituyen una forma temprana de enfrentarse a la labor docente y a la vocación de cada futuro/a docente. Esto, además, contribuye a crear una identidad y una cultura de colaboración.

Esta interrelación con distintas comunidades de práctica de aprendizaje (CPA) ha llevado a elaborar diversas estrategias. En particular, en ciencia han comenzado a aplicarse didácticas con resultados alentadores como son por ejemplo, Enseñanza de la Ciencia basada en Problemas (ECP)², Enseñanza de la Ciencia basada en la Investigación (ECI) y Enseñanza de la Ciencia basada en la Indagación (ECBI). Esta última ha sido aplicada en Chile desde el 2003, principalmente en enseñanza básica. Es una iniciativa de la Academia Chilena de Ciencias, el Ministerio de Educación y la Facultad de Medicina de la Universidad de Chile. Proviene del programa francés de *“La main a la pâte”* [5], creado aproximadamente hace 10 años y ha sido aplicado en países de varios continentes. El modelo permite que los y las estudiantes exploren, observen el mundo natural y material, se planteen preguntas, formulen hipótesis, experimenten y contrasten sus resultados y, además, aprender a comunicar lo aprendido. Consta de cuatro fases que son: Focalización, Exploración, Comparación y Aplicación a temas relacionados³. Para lo cual nos parece importante considerar múltiples ambientes de aprendizajes y, distintos contextos laborales a través de las prácticas profesionales tempranas en la FID [6, 7].

Ahora bien, lo anterior es válido si se considera que estas estrategias didácticas pueden estar presentes en distintos modelos de enseñanza con distintos objetivos. La introducción de trabajos investigativos que permitan acercar al estudiante al trabajo científico, facilitando el aprendizaje, requiere una formación docente en este sentido. El constructivismo ha promovido y fundamentado una concepción de enseñanza de las ciencias que, tomando en cuenta las ideas del que aprende, promueve la evolución

o cambio de las mismas. Tal concepción es válida para la FID.

A. Naturaleza Distribuida de la Cognición

El nuevo modelo, parte de las creencias del docente, generalmente coherentes con visiones tradicionales próximas al modelo de transmisión, y del análisis de las mismas, prerrequisito indispensable para que el estudiante perciba y cuestione sus conocimientos previos y para que se produzca el cambio conceptual y didáctico [8, 9, 10, 11]. Este cuestionamiento inicial debe ser continuado con el análisis y valoración crítica de otras alternativas y con la experimentación y evaluación de las mismas en el aula [12, 13, 14, 15]. En esta línea, Putnam y Borko [1, p. 59] señalan:

“Al pensar en la cognición distribuida dejamos de centrarnos en el conocimiento del profesor individual y pasamos a centrarnos en el conocimiento y los recursos del profesor en conjunción con las diversas herramientas disponibles. Entre estas herramientas se podrían incluir los vastos recursos de información disponibles a través de Internet y otras personas, como los científicos vinculados a la universidad, que podrían relacionarse con las aulas a través del correo electrónico”.

Así, lo que se propone es una apertura de múltiples alternativas didácticas que será necesario aplicar e investigar.

Por su parte, Astolfi y Develay [16] reconocen tres líneas de investigación en didáctica de las ciencias: una *epistemológica*, que hace una lectura didáctica de los contenidos científicos, una *psicológica*, que describe las concepciones que tienen los estudiantes sobre los fenómenos de la realidad y una línea *pedagógica* que plantea la estructura y la dinámica de la comunicación en el aula. Esta reconceptualización, va acompañada de una nueva definición de los objetivos de la enseñanza de la ciencia, se abre camino la idea de una enseñanza de las ciencias para todos los ciudadanos como medio para democratizar el uso social y político de las ciencias, es una contribución a la formación general de todos los ciudadanos. Por lo tanto, el proceso de formación debe favorecer la discusión en el seno de comunidades prácticas de aprendizaje (CPA), esto nos lleva a considerar la naturaleza social de la cognición. En este sentido Hargreaves [17, p. 268] señala:

“Uno de los meta paradigmas nuevos y más prometedores de la era postmoderna es el de la colaboración, como principio articulador e integrador de la acción, la planificación, la cultura, el desarrollo, la organización y la investigación”.

B. Naturaleza Social de la Cognición

El trabajo colaborativo es imprescindible para la profesionalización docente, de hecho *“Cada vez más, los*

² Mayor información se encuentra en Linda Torp y S. Sage. (1998). *El aprendizaje basado en problemas. Desde el jardín hasta el final de la escuela secundaria*. Colección Nueva enseñanza, nuevas prácticas, Amorrortu editores.

³ Mayor detalle se puede encontrar en E Arenas ECBI. www.profisica.cl

psicólogos y los educadores reconocen que el papel de los demás en el proceso de aprendizaje va más allá de estimular y animar la construcción individual del conocimiento. Empiezan a ver que lo social y lo cultural son centrales en el proceso de aprendizaje y, es más, también son centrales en lo que constituye el conocimiento (Resnick, Levine y Teasley, 1991)” [1, p. 19].

Lo anterior, devela meridianamente el valor del trabajo colaborativo, que no se limita sólo al trabajo en equipo entre pares, sino también entre los/as profesores/as y entre las CPA. Al considerar las opiniones y creencias de otros, estamos involucrando a la tríada formativa *estudiante-futuro/a-profesor/a, mentor, profesor/a universitario/a*. Así, la comunidad educativa crea CPA y redes de apoyo, en base a objetivos comunes, con otras instituciones u organizaciones, por ejemplo, en temas relacionados con el medio ambiente, la ciencia y la tecnología u otros. Ello genera sinergia en esta tarea educativa de desarrollo humano con valores.

Las CPA lleva en su esencia la autoevaluación permanente del aprendizaje, la validación de sus pares, aprendizaje a la defensa de sus puntos de vista, la aceptación con humildad la opinión de otros y el desarrollo de valores democráticos como la tolerancia a la diversidad, entre otros. Al respecto Putnam y Borko [1, p. 22] señalan:

“si se espera que los profesores tengan éxito en la transformación de su pensamiento y su práctica, hay que darles las oportunidades para construir nuevas comunidades de discurso profesional que incluyan un aprendizaje, una indagación y un razonamiento activos”.

Por su parte, Giroux [18] agrega un elemento adicional que conlleva el trabajo colaborativo, que es proteger al estudiante de los aspectos negativos del papel tradicional de instructor que han tenido los profesores. En esta línea, Stenhouse [19] señala, además, que aquello que identifica al *verdadero profesional* es justamente su capacidad para trabajar en equipo y, aún más, permitir que otros profesores observen su práctica docente.

En esta dirección el Ministerio de Educación en Chile [20] el año 2005 reconoció la naturaleza social de la cognición al crear la red *Maestros de Maestros*. Asimismo, la metodología denominada *investigación protagónica* [21] del Programa Interdisciplinario de Investigación en Educación (PIIE). Esto último, consiste básicamente en formar grupos de profesores, es decir, CPA, los cuales reflexionan *sobre la acción*. Como diría Shön [22] se debe buscar otras “soluciones” a episodios narrados por los propios docentes.

C. Naturaleza Contextual de la Cognición

El enfoque ciencia, tecnología, sociedad y medio ambiente (CTSA) de la Organización de los Estados Iberoamericanos para la Educación y la Cultura (OEI) busca comprender la dimensión social de la ciencia y la tecnología, tanto desde el punto de vista de sus antecedentes históricos como de sus consecuencias sociales, ambientales, y repercusiones éticas. Es un enfoque interdisciplinario. En esta concepción, el

desarrollo científico-tecnológico, no es, por tanto, un proceso lineal de acumulación de riqueza y bienestar social, sino un proceso multidireccional y complejo [23].

Por el lado pedagógico, este enfoque contribuye a que los/las estudiantes se den cuenta de la complejidad de los riesgos y beneficios de la tecnología, de la importancia en la toma de decisiones relacionadas con el desarrollo y de la felicidad del ser humano. De lo que se trata, entonces, es abrir la ciencia a la luz pública y a la ética, promoviendo la participación ciudadana educada científicamente y tecnológicamente.

Los estudios y programas CTSA se han elaborado desde sus inicios en tres grandes direcciones:

- En el campo de la investigación, promoviendo la actividad científica como proceso social.
- En el campo de las políticas públicas, promoviendo la creación de mecanismos democráticos que faciliten la toma de decisiones en temas relativos a políticas científico-tecnológicas.
- En el campo de la educación, se ha aplicado en enseñanza secundaria y universitaria a través de las controversias científicas.

En la enseñanza secundaria existen dos asociaciones importantes de profesores que han impulsado este enfoque, ellas son la norteamericana National Science Teachers Association y la británica Association for Science Education. A nivel universitario, se ha ofrecido como especialización de postgrado (cursos, diplomados, master), o como complemento curricular de pre-grado para estudiantes de diversas procedencias: ingenierías y ciencias naturales, o de humanidades y ciencias sociales. En los años noventa, más de cincuenta universidades de EEUU impartían cursos CTSA en pre y postgrado, la UNESCO crea la Red internacional INISTE (Internacional Network for Information in Science and Technology Education), nace la OEI (Organización de los Estados Iberoamericanos), el proyecto SAE (Science Across Europe) y SAW (Science Across World (www.scienceacross.org), entre otros, como el programa SESE (Search for Excellence in Science Education).

En el ámbito educacional se propone construir colectivamente la clase y además, lograr que los/as estudiantes posean información pertinente, para que sean capaces de articular conocimientos, argumentos y contra-argumentos, sobre la base de problemas significativos para ellos/as, relacionados con las implicancias del desarrollo científico-tecnológico. Se propone trabajar en base al diálogo ínter subjetivo para que mediante la negociación de significados provenientes de la diversidad de participantes se llegue a consensos. El rol del profesor/a es proporcionar materiales conceptuales y empíricos a las/os alumnas/os para la construcción de puentes argumentativos.

CTSA ha desarrollado su propuesta didáctica a través de simulación de debates, y controversias científicas, con la participación de actores sociales involucrados (afectados, interesados, gobierno, expertos, organizaciones no gubernamentales, entre otros), en condiciones éticas, de igualdad y representatividad en todo el proceso. Así, por un lado, el profesor abandona el rol de metaexperto o mediador autorizado y privilegiado del conocimiento y, por

otro lado, estimula la participación crítica y creativa de los estudiantes en la organización y desarrollo de la docencia [24].

En la educación secundaria este enfoque se ha aplicado de tres formas. Ellas son:

Una *primera modalidad* que se denomina *Injertos CTSA*. Son añadidos temáticos presentados como problemas en las asignaturas de ciencias. Esta modalidad se hace en función de casos reales o simulados, sobre problemas que lleven a los/as estudiantes a ser más conscientes de las implicancias de la ciencia y la tecnología en el mundo social. En algunos casos, se desarrollan paralelamente talleres, que conducen a la formación de un proyecto, donde se plantean las relaciones entre la sociedad, la naturaleza y el conocimiento científico y tecnológico, con un fuerte énfasis en la educación en valores y el compromiso social. En esta modalidad tienden a predominar los contenidos técnicos y, por tanto, la docencia se verá restringida a profesores de ciencias. Una ventaja es que hace más interesantes los temas puramente científicos y, por ello, proporciona un estímulo importante para el estudio de la ciencia y la formación de vocaciones. Una experiencia en esta modalidad es el proyecto *SATIS* (Science and Technology in Society) de Inglaterra. Algunos ejemplos de unidades *SATIS* 14-16 son: El uso de la radiactividad; Gafas y lentes de contacto; El reciclaje del aluminio; La lluvia ácida, 220V pueden matar, entre otros [24].

Una *segunda modalidad* es *CTSA pura o como añadido curricular*. Consiste en completar el currículum tradicional con una materia de CTSA pura, bajo la forma de asignatura optativa u obligatoria. Aquí el contenido científico juega un papel subordinado a las humanidades. Por ejemplo, se puede proponer buscar la evolución de las ideas, analizar el fenómeno científico-tecnológico a la luz de diversas interpretaciones. Otra forma, es examinar y evaluar las consecuencias potenciales negativas y positivas del desarrollo científico tecnológico junto con las acciones alternativas. Esta modalidad es de fácil aplicación si existe una adecuada capacitación de los profesores, pero existe un riesgo: que la concepción general y los contenidos de ciencia y tecnología transmitidos con este enfoque sean muy diferentes de los transmitidos por asignaturas de ciencias tradicionales impartidos por profesores con puntos de vista tradicionales.

Una *tercera modalidad* en educación es la que se denomina: *Ciencia y Tecnología vista a través de CTSA*. Son disciplinas aisladas o líneas de proyectos pedagógicos interdisciplinarios, por ejemplo, se trata de un conjunto de unidades, donde se toman problemas relacionados con el rol futuro del estudiante en la sociedad como consumidor, como ciudadano, como profesional. Luego, se selecciona y estructura el conocimiento científico-tecnológico necesario para que el estudiante pueda entender el funcionamiento de un artefacto, tomar una decisión o comprender un problema social relacionado con la ciencia, la tecnología, la sociedad y el medio ambiente. Un ejemplo es el programa neerlandés *PLON* (Project Leerpakket Ontwikkeling Natuurkunde - Proyecto de Desarrollo Curricular en Física), coordinado desde la Universidad Pública de Utrecht. Este programa presenta contenidos tradicionales de la física acompañados

de una discusión del problema científico tecnológico de relevancia social. En nuestro caso, podría ser un debate sobre energías sustentables o energía nuclear y su implicancia en la sociedad. Otros ejemplos de unidades *PLON* 13-17 años, son: Agua para Tanzania; La energía en nuestros hogares; Máquinas y energía; Armas nucleares y seguridad; Radiaciones ionizantes; etc.

Estudios demuestran que las características de los/as profesores que ponen en práctica este enfoque son las siguientes:

“Dedican tiempo suficiente a planificar los procesos de enseñanza-aprendizaje y la programación de aula, así como a la evaluación de la enseñanza practicada para mejorarla. Son flexibles con el currículo y la propia programación. Proporcionan un “clima” afectivamente acogedor e intelectualmente estimulante, destinado a promover la interacción y la comunicación comprensiva en el aula. Tienen altas expectativas sobre sí mismos (autoestima) y de sus alumnos, siendo capaces de animar, apoyar y potenciar las iniciativas de éstos. Indagan activamente, mostrándose deseosos de aprender nuevas ideas, habilidades y acciones, incluyendo tanto las que provienen de la psicopedagogía como de la actualidad científica-tecnológica y del ámbito social. También son capaces de aprender junto a sus compañeros y con sus alumnos. Provocan que surjan preguntas y temas de interés en el aula. Piden siempre argumentos que sostengan las ideas que se proponen. Potencian la aplicación de los conocimientos al mundo real. Dan tiempo para discutir y evaluar estas aplicaciones. Hacen que los alumnos vean la utilidad de la ciencia y la tecnología, y les dan confianza en su propia habilidad para utilizarla y tener éxito con ella. No ocultan, sin embargo, las limitaciones de la ciencia y la tecnología para resolver los complejos problemas sociales. No contemplan las paredes del aula como una frontera (aula abierta), porque creen que el aprendizaje debe trascenderla. Llevan a clase personas y recursos diversos. Educan para la vida y para vivir”. [24, p. 33].

Otros estudios realizados por *NSTA* (Asociación Nacional de Profesores de Ciencias) a estudiantes de enseñanza media, que habían recibido una educación en ciencias con orientación *CTSA*, señalan algunas características importantes comunes a las tres modalidades de aplicación en la educación de esta concepción *CTSA*. Ellas son: la motivación del estudiante y el estímulo de vocaciones en ciencias, una mejora en la creatividad y en la comprensión de conceptos científicos, así como una mayor inclinación hacia el aprendizaje de la ciencia. Estos resultados son de la mayor importancia y, en parte, han sido respaldados por investigaciones independientes realizadas en España. *“La crítica social no produce menosprecio, sino más bien interés y compromiso”* [24, p. 52].

La idea es tratar de evitar hacer análisis de contenidos de ciencia desvinculados de la vida cotidiana, para ello este enfoque propone articular la discusión en base a ejemplos concretos.

Así, la naturaleza construida, social y contextual de la cognición, los ambientes múltiples de aprendizajes junto con las comunidades prácticas de aprendizaje (CPA) permiten que el conocimiento se construya socializadamente (cursos con más de un profesores/as trabajando simultáneamente, estudiantes o grupos de estudiantes como ayudantes de cursos superiores, trabajo en base a proyectos, debates, creación de prototipos, simulaciones generadas en el computador, entre otros). En particular, tanto las CPA, los/as *formadores de formadores*, la tríada formativa (*estudiante-futura/o-profesor/a*, *mentor/a*, y *formador/a de formadores/as*) y el programa de formación promueven y orientan el trabajo de los docentes a través de la interdisciplina que exige también al docente trabajar colaborativamente.

III. LA PROPUESTA CURRICULAR

Dados estos antecedentes y nuestras propias reflexiones, en nuestra propuesta de formación inicial docente se emplearon estas tres modalidades de la siguiente forma:

- *CTSA como añadido curricular o CTSA pura*, en la asignatura: *Formación General III: Enfoque CTSA* correspondiente al módulo: *La Física, la Matemática y la Educación vinculadas a la Tierra y el Universo*, que se encuentra en el segundo semestre del segundo año de la carrera. El énfasis es más humanista que científico.
- *Ciencia y Tecnología vista a través de CTSA*, se aplica a asignaturas cercanas al enfoque CTSA, tales como: *Bases Físicas de los seres vivos y su medio ambiente* donde se analizan temas relacionados con la contaminación acústica, atmosférica, lumínica, energías renovables y no renovables. Se invita a los/las estudiantes que analicen los límites ecológicos del desarrollo de la ciencia y tecnología y su impacto en la sociedad, el bienestar social y las generaciones presentes y futuras. Su énfasis es más científico que humanista.
- *Injerto CTSA o CTSA como añadido de materia o Issues*. La idea es que esta mirada crítica se incorpore transversalmente a lo largo de toda la carrera, lo que significa el perfeccionamiento de los *formadores de formadores*, por lo que es un objetivo a largo plazo.

Para estos fines, se considera importante estimular en los/as estudiantes que desarrollen sus obligaciones mediante grupos de estudio. Una muestra de la eficiencia del trabajo colaborativo son los ambientes de Internet, como *wikipedia* construido, corregido y optimizado continua y colectivamente a partir de aportes de usuarios sancionados por un comité editorial, o los denominados *blogs* que permiten la interacción entre personas. Considerando que la comunicación es función eminente del profesor, estos escenarios han producido reflexiones, revistas y

publicaciones, algunas de alta calidad académica, lo que ha contribuido a la democratización en el acceso a la información y comunicación. Por ello es importante el uso de las Tecnologías de Información y Comunicación en Educación (TICE) entendiéndolas desde su impacto en las instituciones de educación, en la acción colectiva y en la construcción de identidad. Sin olvidar el tema del control y evaluación del uso de las TICE, donde la educación tiene mucho que decir, proponer y transformar. Al respecto, el PNUD [25, p. 74] señala “*hoy el debate se centra menos en discutir el impacto general de las tecnologías sobre la sociedad y más en determinar las condiciones que hacen posible su apropiación eficaz*”.

La propuesta curricular encierra ideas orientadoras hacia el logro de competencias para los *estudiantes-futuros/as-profesores/as*, de tal manera que los/as *formadores de formadores* eduquen para el desarrollo del estudiante en una determinada sociedad, y los prepare para enfrentar los desafíos de la profesión: enseñar o como diría Perrenoud [26, 27] “*hacer que aprendan*” estudiantes provenientes de distintos contextos socioculturales, con una diversidad de intereses, para su participación en la sociedad como ciudadanos/as democráticos/as, solidarios/as y responsables.

A. Nuestra Propuesta Curricular

Respetando lo anterior, lo que se pretende en nuestra propuesta curricular es desarrollar, a parte de lo pedagógico y de lo didáctico, competencias genéricas y específicas relacionadas con habilidades y destrezas en el ámbito cognitivo, procedimental, actitudinal y ético del futuro o futura docente. Así, y en congruencia con lo anterior, nuestra propuesta de formación es de *estructura modular integrada de la ciencia*, basada en el modelo de macro-micro objetivos, como se explicará a continuación.

B. Modelo Macro y Micro Objetivos

Cuando hablamos del modelo macro-micro objetivo lo hacemos en el sentido de Giroux donde los *macroobjetivos* garantizan el análisis, permiten que los estudiantes se planteen preguntas acerca del valor y la finalidad de los *microobjetivos*. Estos últimos representan generalmente los objetivos tradicionales del curso. Giroux [18, pp. 93-98] señala que “*Un macroobjetivo procura sobre todo ayudar a los estudiantes a distinguir entre pensamiento directivo y pensamiento productivo (...). El conocimiento productivo se ocupa principalmente de los medios (...). El conocimiento directivo en cambio (...) es una modalidad filosófica de investigación en la cual los estudiantes se preguntan por la finalidad de lo que están aprendiendo (...). Al distinguir entre directivo y productivo, los estudiantes estarán en condiciones de reconocer que el conocimiento tiene una función social que va más allá del objetivo de dominar una determinada materia académica*”.

En nuestro caso, se trata de una mirada sistémica, integradora, interdisciplinaria y contextualizada de la

ciencia. La propuesta se parece más a un mapa que orienta, un esquema que sintetiza.

La *estructura modular integrada de la ciencia* está compuesta por unidades con sentido que organiza el proceso de enseñanza aprendizaje a partir de objetivos formativos. La idea es que a través de macroobjetivos se desarrollen competencias que sean consistentes con el perfil de egreso para que puedan ser evaluadas y sometidas a la crítica pública, a través de evidencias que permitan certificarlas o habilitarlas profesionalmente. Así, los macroobjetivos se definieron por año y son los siguientes:

Macroobjetivo 1: La Física, la Matemática y la Educación y su vinculación con el entorno cercano.

Macroobjetivo 2: La Física, la Matemática y la Educación vinculadas con la Tierra y el Universo.

Macroobjetivo 3: La Física, la Matemática y la Educación vinculadas con el mundo microscópico.

Macroobjetivo 4: La Física, la Matemática y la Educación y su relación con el desarrollo de la Humanidad.

A su vez cada macro objetivo se logra mediante un conjunto de micro objetivos que serían lo que tradicionalmente llamamos asignaturas, pero difieren de ellas, porque consideran la integración de los conocimientos, movilidad de recursos para su aplicación y vinculación teoría-práctica (Figura 1).

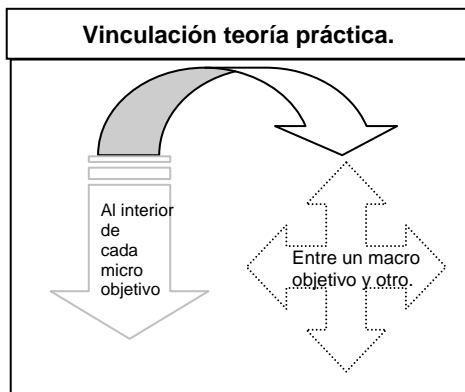


FIGURA 1. La vinculación entre la teoría y la práctica, desde un nivel micro a otro macro objetivo.

Además, pueden tener una duración menor que la de las asignaturas tradicionales, ya que éstas, en general, abarcan una gran cantidad de contenidos. En nuestro caso, éstos están acotados, por ejemplo, contaminación, energías, etc. Por otro lado, las líneas de acción transversales al programa corresponden a Física, Matemática, Educación, TICE e Inglés. Son áreas de competencia que se cursan en el programa regular.

C. Características de la Propuesta

- Es *recursiva* porque se transforma a sí misma, por ejemplo, las asignaturas: *Física de Frontera*, *Matemática de Frontera*, *¿Cómo funcionan las cosas?*, entre otras.

- Utiliza el método de las *aproximaciones sucesivas*, tanto para profundizar el conocimiento, como para atraer a personas a integrarse a participar en la CPA, aportando sus talentos en cualquiera de sus etapas. Se desarrolla aproximándose con pasos pequeños pero continuos para dar respuestas cada vez más eficientes en torno a la tarea y requerimientos educacionales.
- Actúa en *espiral*, en el sentido que es un programa que continuamente va recogiendo e interrelacionando el conocimiento y, por otra parte, se va ampliando tanto desde la CPA como en cursos y/o programas que se agregan ya sea como electivos de la carrera, u otros programas de educación continua que eventualmente puedan crearse, a la luz de las necesidades de los egresados/as y de los empleadores.
- Es de estructura *fractal*, en el sentido que repite la forma básica modular e integrada, los principios que la rigen y el modelo macro-micro objetivos que se presenta en la propuesta curricular como al interior de cada microobjetivo.
- Acepta la comunicación tipo *Hypertext* respecto de la forma como los/as docentes se acercan a la Universidad una vez egresados o viceversa. Pueden elegir libremente microobjetivos, sin prerequisites.
- Es *contextualizada* ya que, entre otros, considera la relación ciencia, tecnología, sociedad y medio ambiente.
- Es *dinámica*, adecuándose a nuevos conocimientos y requerimientos. Debe estar continuamente actualizándose, ejemplos de ello, son las asignaturas: *Física de Frontera*, *TICE*, *¿Cómo funcionan las cosas? I y II*, *Bases físicas de los seres vivos y su medio ambiente*, entre otras.
- Aplica el principio de la *saturación* respecto de la vinculación teórico - práctica. El primer año es el insumo para la aplicación y movilización del conocimiento de segundo año, lo mismo ocurre con el tercer y cuarto año. Uno, enfatiza competencias cognitivas relacionadas con el macro objetivo del módulo y el segundo, moviliza recursos cognitivos, procedimentales y éticos a través de la interdisciplina. La vinculación teoría-práctica se da al interior de cada asignatura como se indica en la Fig. 1.
- Todas las áreas del primer año, es decir, Física, Matemática, Educación, TICE e Inglés, deben lograr que el estudiante comprenda su entorno cercano. Así por ejemplo, en inglés - en primer año- se trabaja con artículos y lecturas relacionadas con la comprensión de la física desde el entorno cercano. Asimismo, en particular, las prácticas profesionales -tercer año- se desarrollan diseños didácticos tanto de la física como matemática. Y lo mismo se espera con los otros microobjetivos: su vinculación con el macroobjetivo del año y su interrelación con otros microobjetivos. Tarea que aspiramos se logre a mediano y largo plazo.
- La propuesta también tiene la particularidad de tener salidas intermedias (Robótica educacional, CTSA, Inglés y en estudio se encuentra una salida para contaminación acústica), en el entendido que, en cada

una de ellas, se han logrado las competencias correspondientes al perfil de egreso de esa etapa. Las salidas intermedias representan - a nuestro juicio - un importante avance en la adecuación a este *cambio de época* que vivimos.

D. La Línea de Acción de Física

La asignatura *Física de lo cotidiano I*, vincula teoría-práctica en la primera asignatura de la disciplina científica: a través de clases, laboratorios, visitas a museos, trabajo en grupo y en la asignatura de segundo año que se llama *¿Cómo funcionan las cosas? I* (Tabla I).

TABLA I. Asignaturas del plan de estudios para el primer y segundo año: niveles macro y micro objetivos.

Primer Año	Segundo Año
Macro objetivo 1	Macro objetivo 2
<i>La Física, la Matemática, la Educación nos ayudan a comprender el entorno cercano.</i>	<i>La Física, la Matemática, la Educación nos ayudan a comprender la Tierra y el Universo.</i>
Micro objetivos:	Micro objetivos:
<i>Física de lo cotidiano:</i>	<i>Física de la Tierra</i>
<i>Mecánica</i>	<i>Física del Universo</i>
<i>Ondas</i>	<i>¿Cómo funcionan las cosas I?</i>
<i>Óptica</i>	<i>Bases físicas de los seres vivos y su medio ambiente: Energía, Contaminación Acústica, Atmosférica y Lumínica</i>
<i>Fluidos y Calorimetría</i>	
<i>Electricidad y Magnetismo</i>	

Las relaciones entre primer y segundo año son dinámicas en el sentido que pueden cambiar dependiendo de las aplicaciones que se diseñen en segundo año. Asimismo, las asignaturas de cuarto año se interrelacionan con el resto de ellos. En algunos casos, esta relación es inclusiva, por ejemplo *Física de Frontera. ¿Cómo funcionan las cosas I y II?* que incluyen a varias asignaturas de distintos años de la carrera (Tabla II).

TABLA II. Asignaturas del plan de estudios para el tercer y año: niveles macro y micro objetivos.

Tercer Año	Cuarto Año
Macro objetivo 3	Macro objetivo 4
<i>La Física, la Matemática, la Educación nos ayudan a comprender el mundo microscópico.</i>	<i>La Física, la Matemática, la Educación nos ayudan a comprender el desarrollo de la humanidad.</i>
Micro objetivos	Micro objetivos
<i>Electromagnetismo</i>	<i>Mecánica Clásica</i>
<i>Termodinámica y Fluidos</i>	<i>Física de Frontera</i>
<i>¿Cómo funcionan las cosas II?: Electrónica Analógica</i>	
<i>Física Moderna y Mecánica Cuántica.</i>	

Por último, consideramos necesario referirnos también a la línea de acción en educación. En este sentido, la nueva propuesta ha sabido incorporar diversas asignaturas a la formación profesional de los y las futuros/as profesores/as de física y matemática. Más concretamente, se han incorporado asignaturas de formación profesional por área (gestión de conflictos, CTSA, microsociología del aula, didácticas específicas, metodología de investigación cuantitativa y cualitativa, evaluación, orientación y rol del profesor jefe, talleres integrados y práctica profesional entre otras). Así, lo pedagógico se integra a lo disciplinar siguiendo una estructura modular. Por lo tanto, el saber que los profesores adquieren en el transcurso de la carrera debiera ser un conocimiento pertinente y permanente.

IV. REFLEXIONES FINALES

En relación a resultados de aprendizaje efectivos y a la enseñanza integrada de la ciencia, estamos convencidos que el aprendizaje se logra de una forma más eficiente y con una participación comprometida de los/as estudiantes cuando se consideran las características de la cognición que -como se dijo- ella es distribuida, social y contextualizada. En particular cuando:

- Se generan ambientes múltiples de aprendizaje. Como pueden ser: visitas a museos, radioteatro científico difundido por la radioemisora, diseño y construcción de guiones científicos con la colaboración de Universidades, charlas de física, competencias relacionadas con trabajo en equipo colaborativo, liderazgo y otros.
- Se integra teoría-práctica y se evalúa el proceso de aprendizaje de los estudiantes (evaluación formativa) junto con la evaluación sumativa.
- Se contextualiza la enseñanza. El enfoque CTSA orienta en esta dirección.
- El control de resultados de aprendizaje se centra en los/as estudiantes. Es un desafío a la creatividad y al trabajo colaborativo.
- Se fomenta la participación de profesores de distintas disciplinas en las CPA.

En resumen, lo que promovemos es una concepción de la ciencia contextualizada e integradora. Sin embargo, un aspecto muy importante son los formadores ya que coincidimos con Gimeno [30, p. 160] cuando señala:

“Para ser respetado hay que ser respetable (...) para atraer a la cultura hay que ser atractivo comunicándola, para ser apreciado como alguien valioso hay que mostrar la valía del servicio que se presta (...) Todo eso exige un profesorado motivado por su oficio, buen conocedor del mundo en el que nos toca vivir, de los jóvenes, seguro de sí mismo, que sepa convertir en cultura viva los contenidos y en procedimientos racionales los métodos de enseñanza y las exigencias a los estudiantes. Es decir, necesitamos un profesorado culto, bien formado, con vocación y equilibrado”.

A nuestro juicio, el papel de los formadores de formadores es crucial, sin desconocer que la educación compromete -

como se dijo- a toda la sociedad y no sólo a la FID [31]. Esto es clave, porque si las concepciones del docente se centran en el aprendizaje del estudiante a través de una metodología reflexiva, crítica, contextualizada e integradora, postulamos que su enseñanza no estará exclusivamente centrada en contenidos como tradicionalmente se ha concebido, lo que redundará en una educación de calidad. Ello significará que el/la profesor/a *reflexionará en-sobre la acción y sobre la reflexión de la acción* [22] siempre que la institución y las políticas públicas estén en esta línea.

Ahora bien, nuestra propuesta curricular será integral en la medida que se entienda tanto a nivel del profesorado como de las instituciones educativas que el currículum es un *plan de aprendizaje* donde las competencias y el contenido son sólo algunos de sus elementos, ya que concebimos el currículum igual como lo hace el proyecto Tuning [32, 33], como un “*plan de aprendizaje*”, es decir, un conjunto coherente e integrado de situaciones de aprendizaje compuesto de: “*metas y objetivos de aprendizaje explícitos; contenidos; estrategias de enseñanza-aprendizaje y culturas de aprendizaje; materiales de enseñanza-aprendizaje; procedimientos para evaluar la enseñanza y el aprendizaje; además, estructura de las situaciones de aprendizaje (lugar, tiempo, secuencia) y, adaptación tanto a las necesidades de los alumnos como a los prerrequisitos del aprendizaje*”. La propuesta así concebida es a lo que - ambiciosamente - aspiramos, pero que entendemos es un desafío a mediano y largo plazo.

Por otra parte, será necesario también investigar acerca de las creencias y concepciones de los profesores respecto de la enseñanza y el aprendizaje, evaluar sistémicamente y en forma permanente competencias y resultados de aprendizajes para lograr el perfil profesional adecuado a las necesidades del campo laboral.

Concluimos que el problema no es sólo crear las condiciones que permitan al profesorado cuestionar sus preconcepciones, sino que participen en la construcción de los conocimientos didácticos, generando una reflexión que ponga en cuestión las “evidencias” y sus creencias y, contribuya a superar las preconcepciones, aproximándose al conocimiento de la investigación en didáctica de las ciencias. Más allá del cuestionamiento de las prácticas habituales debe realizarse un trabajo continuo de seguimiento y apoyo.

Asimismo, es necesario integrar aún más la participación y colaboración con profesores del área de educación. Es preciso continuar estudiando cómo se vincula la preparación científica básica con la formación psicopedagógica general. El desarrollo de la didáctica de las ciencias integra los aportes de las ciencias de la educación y amplía su fundamentación, considerando los aportes de la historia y la filosofía de las ciencias en la enseñanza de las ciencias, entre otros. Es importante superar la dicotomía entre preparación pedagógica y científica y reconocer la imbricación entre reflexión didáctica y reflexión sobre contenidos disciplinares. Aquí se abren otras líneas de investigación tanto en la formación del profesorado como en las concepciones de aprendizaje.

En particular, se sugiere que los *formadores de formadores* adquieran el compromiso que resumiremos a continuación, a través de nuestro propio *vademécum* pedagógico, referido a la forma de trabajo que cada *formador de formadores* realice con sus estudiantes, sin que ello signifique que se agoten en esta lista.

Se trata de vincular teoría y práctica contextualizada, reflexiva y críticamente. En este sentido, algunas estrategias didácticas pueden ser muy apropiadas como son: ECBI (Enseñanza de la ciencia basada en la indagación), EBP (Enseñanza de la ciencia basada en problemas). En este caso, por ejemplo, en cada micro objetivo se puede trabajar con los/as estudiantes para que comprendan un determinado grupo de contenidos a través de determinadas situaciones físicas (problemas, resultados de aprendizajes) del entorno cercano, de la Tierra, el Universo, el mundo microscópico y/o el aporte de la ciencia al desarrollo de la humanidad, para lo cual, el/la profesor/a puede proponer a sus estudiantes lo siguiente:

- Un aprendizaje significativo de la ciencia por los/as jóvenes se puede promover, con el trabajo en grupo colaborativo a través de la *triada formativa: estudiante-mentor/a-profesor/a* que, en este caso, serían profesores/as de enseñanza media que trabajan con sus estudiantes y profesores/as universitarios/as. Este concepto se acuñó en los Programas FFID 1997-2001 y lo interesante de él es que considera el carácter situado de la cognición [28, 29].
- Trabajar en equipo: en base a estudiantes que voluntariamente se elijan para dar origen a la conformación de CPA (también se roten para fomentar el respeto a la diversidad y la tolerancia), en relación a un tema científico y tecnológico que haya contribuido de alguna forma al bienestar de los seres humanos y el respeto al medio ambiente y otro que no haya sido así. Es decir, propiciar grupos de estudio, debates y simulacros de controversias científicas y tecnológicas. (Enfoque CTSA, Pedagogía Crítica y CPA).
- Realizar alguna actividad fuera del aula, más allá de los laboratorios, por ejemplo visitas a museos, planetario, observatorio astronómico, central hidroeléctrica, centros registrados de contaminación atmosférica, bibliotecas, entre otros.
- Presentar trabajos a sus pares (estudiantes) y a los/as *formadores de formadores* a través de TICE y/o empleo de redes educativas telemáticas, software educativo, simulación de fenómenos interactivos con control de variables, en lenguaje formal y técnico.
- Elaborar un texto científico en inglés y su presentación pública a sus pares ya sea en forma oral y/o a través de paneles y/o a algún congreso científico como artículo, etc.
- Registrar sus reflexiones y observaciones en su “*cuaderno de campo*” y/o solicitar *portafolios* para que acumulen evidencias de sus competencias y sea posible evaluar procesos de aprendizaje de los/las estudiantes.
- Construir algún prototipo, artículo, simulación, guión científico, etc., que permita explicar situaciones físicas contextualizada e integradamente.

En este sentido, en la cohorte 2005 los estudiantes de la asignatura: *¿Cómo funcionan las cosas? I*, fueron capaces de construir prototipos (zampoña, aspersor, ala de avión, sistema sanitario de flujo del agua, cafetera, entre otros). En la cohorte 2006, varios profesores de física propusieron a sus estudiantes que desarrollaran en grupo un proyecto de su interés. En el micro objetivo de *Fluidos y Termodinámica* desarrollaron los siguientes proyectos: funcionamiento de una central hidroeléctrica, helicóptero, submarino, ferrocarril a vapor, frenos de aire, huracán, tornados, etc. En *Ondas y Óptica*: construyeron una lira, una máquina fotográfica, diseñaron un modelo de la forma de iluminación de los egipcios, representaron la reflexión total. En la cohorte del 2008 un grupo de estudiantes de primer año de la carrera construyeron un prototipo de un carburador, que fue bien valorado por sus profesores y pares. Lo anterior, exigió integración de conocimientos provenientes de la física, pero también de la matemática, computación y también pedagógicas porque debía presentárselo a sus pares y asimismo, debió movilizar recursos tales como destrezas manuales, desarrollar procedimientos indagatorios, utilizar el idioma inglés, las TICE, expresarse en lenguaje formal, técnico y en forma escrita, para demostrar competencias verificables genéricas y específicas.

Lo notable de esta experiencia fue ver cómo estudiantes de primer año de la carrera fueron capaces de integrar teoría y práctica, incluso más allá del conocimiento puesto a disposición en el micro objetivo. Así, quienes trabajaron en la central hidroeléctrica integraron electromagnetismo que aún no había sido enseñado, por tanto surgió del trabajo autónomo del estudiante; el grupo que explicó el funcionamiento de los denominados “frenos de aire” no sólo desarrolló el prototipo y explicó su funcionamiento a través de él, sino también creó una simulación en una página WEB, utilizando un lenguaje de computación que no estaba contemplado en las TICE del plan de estudios; el grupo que decidió investigar cómo se iluminaban los egipcios antiguamente creó un prototipo que incluyó el uso de un láser e incienso para visualizar la trayectoria de la luz, tuvo que integrar la historia y las relaciones sociales de la época con la física que, tampoco estaba considerado; el grupo que diseñó una máquina fotográfica mostró además el proceso que les llevó a su creación, incluyeron las fotos mal reveladas y las razones de ello, comprendiendo así que el desarrollo de la ciencia y la tecnología es fruto de un proceso que contempla crisis, avances y retrocesos, etc., donde todos los momentos son instancias de aprendizaje.

Esta experiencia que se transformó en una feria científica de estudiantes agrupados en equipos colaborativos y que convocó a profesores de la carrera, fue muy bien evaluada tanto por quienes formaron parte del jurado, como por los/as propios/as estudiantes que manifestaron su entusiasmo y orgullo por sus presentaciones en lenguaje formal y técnico.

Lo anterior plantea, entre otros desafíos, la necesidad de capacitación y perfeccionamiento continuo de los docentes *formadores de formadores*, en el sentido que la educación a lo largo de toda la vida, ya que por ejemplo, se ha detectado que profesores que enseñan según el enfoque CTSA con escasa familiaridad en él, les provoca temor a perder su

identidad profesional, su formación disciplinaria para abordar situaciones multidisciplinares y otras resistencias al cambio [34, 35, 36, 37, 38, 39].

En definitiva, será necesario seguir estudiando y abrir nuevas líneas de investigación relacionadas con la puesta en práctica de esta propuesta curricular relacionada con resultados de aprendizajes, evaluación de competencias, metodologías empleadas para comprobar la enseñanza integradora y contextualizada de la ciencia, su coherencia con las creencias del profesorado y las concepciones previas de los estudiantes, entre otros. A la luz de lo anterior, la propuesta curricular deberá ser validada y actualizada permanentemente. Al respecto el proyecto Tuning [33, p. 49] señala: “*se ha visto que es evidente que no puede haber pausa. Lo que se diseña hoy puede ser obsoleto mañana (...) es esencial la actualización constante*”.

Asimismo, adquiere sentido la reflexión de Gimeno Sacristán [40, p. 149] en el sentido que “*Simplemente, hagamos las cosas cada vez mejor*” (...) *Dejemos las medidas legales para cuando sean estrictamente necesarias. Optemos por disponer de marcos flexibles que toleren adaptaciones constantes, correcciones de rumbo e introduzcamos mejoras sin alharacas!*”. Lo anterior es necesario para que nuestra propuesta curricular se transforme en una herramienta para el desarrollo humano. Entendiendo que éste aumenta las capacidades del ser humano, la cohesión social, la seguridad, etc.

Dado que el fin último es la dignidad de la persona humana y su desarrollo pensamos que a través de una *pedagogía de la confianza* [41] y una *política de la esperanza* podremos avanzar de *mejor forma* que sólo con la crítica que paraliza. Así, se construyó esta propuesta curricular, que es al mismo tiempo un comienzo. “*La reestructuración no es el fin de nuestros problemas, sino un comienzo; una oportunidad para establecer nuevas reglas para nuevos fines y nuevos aprendizajes en un mundo construido de nuevo (...) casi todo está por hacer*” [17, p. 287, 42].

V. REFERENCIAS

- [1] Putnam R. y H. Borko, El aprendizaje del profesor: implicaciones de las nuevas perspectivas de la cognición. En Biddle, Bruce J., Good, Thomas L., y Goodson, Ivor F. *La enseñanza y los profesores I. La profesión de enseñar*, (Paidós, México, 2000).
- [2] Dewey, J., *Naturaleza humana y conducta*, (Fondo de Cultura Económica, México, 1985).
- [3] Vygotsky, L., *Pensamiento y lenguaje*, (Pléyade: Buenos Aires, 1972).
- [4] Wenger, E., *Comunidades de Práctica. Aprendizaje. Significado e Identidad*, (Paidós, Barcelona, 2001).
- [5] Léna, P., Charpak, G. y Y. Quéré, *Los niños y la ciencia. La mano en la masa*, (Siglo Veintiuno, Argentina, 2006).
- [6] Ossandón B., M. Arrieta, E. Cerda, V. Peters, M. Reyes, y C. Toledo., *Experiencia de trabajo al elaborar proyecto curricular de la Licenciatura en Educación en Física y*

Matemática, al alero de una Facultad de Ciencia, (2º Congreso Internacional de Educación. Formación Docente: Evaluaciones y Nuevas Prácticas en el debate Educativo Contemporáneo, Universidad Nacional del Litoral, Argentina, 2004).

[7] Ossandón B. y M. Reyes., *Principios pedagógicos de una propuesta de formación para Profesores y Profesoras de Física*, (II Congreso Iberoamericano sobre el Enfoque Basado en Competencias, Colombia, 2006).

[8] Contreras, S., *Qué piensan nuestros profesores de ciencias sobre sus clases: un acercamiento a las creencias curriculares y a las creencias de actuación curricular. Formación Universitaria*, CIT **1**, 3 - 11 (2008).

[9] Contreras, S., *Una reflexión sobre la influencia de las TICs en la enseñanza de las ciencias y una aproximación al estado de los profesores chilenos*, (XXII Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales: Educación Científica, Tecnologías de la Información y la Comunicación y Sostenibilidad, Universidad de Zaragoza, España, 2006).

[10] Contreras, S., *¿Qué factores pueden influir en el trabajo de los profesores de ciencias chilenos?*, Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias **5**, 378 - 392 (2006).

[11] Contreras, S., *¿Qué creencias curriculares tienen los profesores de ciencias de secundaria chilenos en relación al contenido?. Un estudio exploratorio*, (Congreso Internacional de Educación Intercultural. Formación del Profesorado y Práctica Escolar, Universidad Nacional de Educación a Distancia, España, 2005).

[12] Mellado, V., Bermejo, M., Blanco, L. y Ruiz, C., *The classroom practice of a prospective secondary biology teacher and his conceptions of nature of science and of teaching and learning science*. International Journal of Science and Mathematics Education **6**, 37- 62 (2008).

[13] Solís, E., *Concepciones curriculares del profesorado de física y química en formación inicial*, (Tesis Doctoral inédita, Universidad de Sevilla, España, 2005).

[14] Richoux, H. y Beaufile, D., *La Planificación de las actividades de los estudiantes en los trabajos prácticos de física: análisis de prácticas de profesores*, Enseñanza de las Ciencias **21**, 95-106 (2003).

[15] Gil, D. *Diez años de investigación en didáctica de las ciencias: realizaciones y perspectivas*, Enseñanza de las Ciencias **12**, 154-164 (1994).

[16] Astolfi, J. y Develay, M., *La didactique des Sciences*, (PUF, París, 1989).

[17] Hargreaves, A., *Profesorado, Cultura y Postmodernidad. Cambian los tiempos, cambia el profesorado*, (Morata, Madrid, 1999).

[18] Giroux, Henry A., *Los profesores como intelectuales. Hacia una pedagogía crítica del aprendizaje*, (Paidós, Barcelona, 2002).

[19] Stenhouse, L., *Investigación y desarrollo del currículo*, (Morata, Madrid, 1998).

[20] MINEDUC, *Informe Comisión sobre Formación Inicial Docente*, (Serie Bicentenario, Santiago, 2005).

[21] Vera, R., *Metodologías de Investigación Docente: la investigación protagónica*. Cuaderno, 2. Talleres de Educación Democrática, (PIIE, Santiago, 1988).

Lat. Am. J. Phys. Educ. Vol. 3, No. 1, Jan. 2009

[22] Shön, D., *La formación de profesionales reflexivos*, (Paidós, Barcelona, 1992).

[23] Acevedo, P. y Acevedo, J., *Proyectos y materiales curriculares para la educación CTS: enfoques, estudios, contenidos y ejemplos*, (Sala de Lectura CTS+I de la OEI. www.oei.es, 2002).

[24] López, J., *Ciencia, Tecnología y Sociedad: el estado de la cuestión en Europa y Estados Unidos*, Revista Iberoamericana de Educación **18** (1998).

[25] PNUD, Programa de las Naciones Unidas para el desarrollo, *Desarrollo Humano en Chile ¿las nuevas tecnologías: ¿Un salto al futuro?*, (Ograma, Chile, 2006).

[26] Perrenoud, P., *Diez nuevas competencias para enseñar*, (Graó, Barcelona, 2004).

[27] Perrenoud, P., *Desarrollar la práctica reflexiva en el oficio de enseñar*, (Graó, Barcelona, 2004).

[28] Avalos, B., *Profesores para Chile, Historia de un proyecto*, (MINEDUC, Santiago, 2002).

[29] Avalos, B., *Formación docente: reflexiones, debates, desafíos e innovaciones. Perspectivas*, Revista Trimestral de Educación Comparada, **32**, Oficina Internacional de Educación de UNESCO (2002).

[30] Gimeno Sacristán, J., *La educación que aún es posible*, (Morata, Madrid, 2005).

[31] Ossandón, B., M. Arrieta y C. Toledo., *Algunas reflexiones respecto de la Formación docente inicial en Ciencias de la Naturaleza*, (III Encuentro Internacional de Educación y Pensamiento y 14vo Nacional, Puerto Rico, 2002).

[32] Tuning Educational Structures in Europe I., (Eds. González, J. y Wagenaar, R., Universidad de Deusto y Universidad de Groningen, 2003).

[33] Tuning Educational Structures in Europe II., (Eds. González, J. y Wagenaar, J., Universidad de Deusto y Universidad de Groningen, 2005).

[34] Acevedo, J. A., Acevedo, P., Manassero, M. A. y Vázquez, A., *Avances metodológicos en la investigación sobre evaluación de actitudes y creencias CTS*, Revista Iberoamericana de Educación, (www.campus-oei.org/revista/deloslectores/Acevedo, 2001).

[35] Acevedo, J. A., Manassero, M. A. y Vázquez, A., *Nuevos retos educativos: Hacia una orientación CTS de la alfabetización científica y tecnológica*, Revista Pensamiento Educativo **30**, 15-34 (2002).

[36] Acevedo, J. A., Manassero, M. A. y Vázquez, A., *Orientación CTS de la alfabetización científica y tecnológica de la ciudadanía: un desafío educativo para el siglo XXI*. En P. Membiela e Y. Padilla (Eds.), *Retos y perspectivas de la enseñanza de las ciencias desde el enfoque CTS en los inicios del siglo XXI*, (Educación Editora: España, 2005)

(<http://webs.uvigo.es/educacion.editora>).

[37] Acevedo, J. A., Vázquez, A. y Manassero, M. A., *Evaluación de actitudes y creencias CTS: diferencias entre alumnos y profesores*. Revista de Educación **328**, 355-382 (Sala de Lecturas CTS + I de la OEI en: www.campus-oei.org/salactsi/acevedo14.htm, 2002).

[38] Acevedo, J. A., Vázquez, A. y Manassero, M. A., *Papel de la educación CTS en una alfabetización científica y tecnológica para todas las personas*, Revista Electrónica

<http://www.journal.lapen.org.mx>

B. Ossandón, S. Contreras V. Peters y M. Reyes

de Enseñanza de las Ciencias **2**, (www.saum.uvigo.es/reec, 2003).

[39] Acevedo, J. A., Vázquez, A., Manassero, M. A. y Acevedo, P., *Actitudes y creencias CTS de los alumnos: su evaluación con el Cuestionario de Opiniones sobre Ciencia, Tecnología y Sociedad*. Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología, Sociedad e Innovación **2**, (www.campus-oei.org/revistactsi/numero2/vari0s1.htm, 2002).

[40] Gimeno Sacristán, J., *La educación que aún es posible*, (Morata, Madrid, 2005).

[41] Hevia, R., *Frente a la crisis de sentido, una pedagogía de la confianza*. UNESCO PRELAC **2**, (2006).

[42] Hargreaves, A. *Seminario: Liderazgo en el aula: ¿realidad o utopía?*, (Centro de Extensión PUC, Santiago, 2005).