

# La formación del profesor de ciencias: fundamentos teóricos en una perspectiva de autorregulación metacognitiva<sup>1</sup>

*Fanny Ángulo Delgado\**

- Resúmen

Las investigaciones cognitivistas en educación se han centrado en el aprendizaje del alumno y la corrección en las didácticas y métodos de enseñanza de las ciencias. Este artículo, desde la autorregulación cognitiva y la metacognición, promueve una evaluación formativa invaluable en la formación inicial de enseñantes de ciencias. Aquí, el cambio conceptual y los procesos de aprendizaje significativo se entienden desde una perspectiva de ejercicio profesional del futuro docente.

- Abstract

Cognitive tendency research on education has been centred on student learning and on didactics and science teaching methods assessment. Based on cognitive self-regulation and metacognition, this article promotes a formative assessment of great relevance in the initial training of science teachers. Conceptual change and meaningful learning processes are understood according to the perspective of the teaching profession of the future educator.

- Resume

Les travaux de recherche en éducation de tendance cognitive se sont centrés sur l'apprentissage de l'apprenant et la correction des didactiques et des méthodes d'enseignement des sciences. Cet article, en partant de l'autorégulation cognitive et de la metacognition, propose une évaluation formative de grande valeur pour la formation initiale des professeurs de sciences. Le renouvellement conceptuel et les processus d'apprentissage significatif sont compris en base à une perspective d'entraînement professionnel du futur enseignant.

Grupo de Enseñanza de las Ciencias Experimentales - GECE, Facultad de Educación - Universidad de Antioquia. Dirección: [fangulo@ayura.udea.edu.co](mailto:fangulo@ayura.udea.edu.co)

1 En este artículo, la "autorregulación metacognitiva" tal como es concebida por Flavell (1977) es llevada al campo de la didáctica para la formación del profesor de ciencias, con el objeto de estudiar sus implicaciones.

*Palabras claves: formación de maestros, enseñanza de las ciencias, didáctica, evaluación, aprendizaje significativo, constructivismo. Keywords: teacher education, science teaching, didactics, assessment, meaningful learning, constructivism*

## INTRODUCCIÓN

De acuerdo con los avances de la investigación en Didáctica de las Ciencias Experimentales (Marcelo, 1994; García y Ángulo, 1996), la formación inicial del profesor debe basarse en una visión renovada de la educación científica. Esta visión demanda un nuevo perfil de profesor, capaz de tomar decisiones críticas frente a su relación con el saber a enseñar y respecto al aprendizaje y la enseñanza de las ciencias.

La comunidad de expertos en el tema coincide en la necesidad de que el profesor tenga una sólida formación teórica en el campo disciplinar para que su práctica sea satisfactoria, es decir que su intervención pedagógica sea rigurosa; que sea un profesional autónomo, que posea conocimientos sobre los contenidos didácticos y pedagógicos. Así, su formación debe asentarse en la apropiación de los fundamentos disciplinares de las ciencias y en las elaboraciones que aporta la investigación en didáctica con miras a la utilización significativa del conocimiento al aprender a enseñar ciencias.

Tobin y Espinet (1989) plantean que el profesor en formación inicial llega a las facultades de educación con concepciones pedagógicas arraigadas en sus esquemas de pensamiento, que generalmente son fruto de sus vivencias como estudiante y en consecuencia son aerificas y de carácter implícito. Sin embargo, cuando reflexiona sobre ellas, las somete a la argumentación y a la crítica en la interacción social, puede llegar a modificarlas y estos procesos se potencian a través de las estrategias de la evaluación formadora, orientadas hacia la autorregulación metacognitiva de los aprendizajes.

Para ello, resulta imprescindible que el futuro profesor se haga una representación de los objetivos de su formación y se apropie de los crite-

rios de evaluación establecidos, para determinar la efectividad de sus acciones al resolver una tarea, lo cual le permite reconocer, evaluar y tomar decisiones, respecto de sus propias ideas sobre qué y cómo enseñar ciencias, mientras diseña su acción didáctica.

Redimensionar las propuestas de formación de profesores teniendo en cuenta esta nueva visión, se justifica, por cuanto las prácticas pedagógicas siguen mostrando procedimientos tradicionales que no motivan la actitud científica de los alumnos, ni los interesa por la ciencia. A su vez, los profesores son conscientes de la necesidad de cambiar la enseñanza, pero debe preparárseles desde su formación inicial propiciándoles la construcción de puntos de vista fundamentados que les permita decidir sobre tales cambios.

Al respecto, Pérez (1992), hace notar que "... el alumno -futuro profesor- debería aprender reinterpretaando y no sólo adquiriendo la cultura elaborada en las disciplinas académicas, mediante procesos de -reflexión-, intercambio y negociación..."<sup>2</sup>, lo cual se enmarca en el carácter social de la evaluación y surge como argumento explicativo del cómo es posible llegar a transformar esquemas de pensamiento y de actuación.

Se establece, entonces, que los fundamentos teóricos en los cuales se apoya una didáctica para la formación del profesor de ciencias, se refieren a la función pedagógica de la evaluación y su importancia en la autorregulación de los aprendizajes (Sanmartí, 1993), respaldada a su vez por la teoría de la actividad de la escuela soviética (Talyzina, 1981), en la cual, la apropiación de los criterios de evaluación, así como la autogestión de dificultades y el dominio de las capacidades de anticipar y planificar una acción, se consideran elementos claves para llegar a ser autónomo frente al propio aprendizaje (Nunziati, 1990), de manera metacognitiva.

## 1. HACIENDO UN POCO DE HISTORIA....

Como puede verse a lo largo de esta presentación, la evaluación aparece como uno de los elementos estructurales claves para formar al futu-

2 Pérez, A. 1992. Pg.43.

ro profesor. No obstante, Furió y otros (1992) afirman que la evaluación es uno de los aspectos que mas evolución reclama y, por lo tanto, debería priorizarse en la didáctica de las ciencias, replanteando sus funciones y formas, para que sean coherentes con el enfoque actual de formación que concibe un profesional que es factor fundamental en el éxito o fracaso de sus alumnos, lo cual precisa convertir la evaluación en un instrumento efectivo de aprendizaje y de mejoramiento de la enseñanza, extendido a todos los agentes educativos, empezando por el profesor.

Hasta ahora, la evaluación del profesor tiene un carácter meramente administrativo, de control, que ayuda muy poco a la superación de las dificultades del profesor y del alumno. En este sentido, incluir la evaluación en la formación del maestro significa favorecer la reflexión crítica sobre su pensamiento y sus actuaciones, ya que "... la inmersión acrítica del futuro docente en el clima profesional de la escuela, potencia el desarrollo y proliferación de prácticas uniformes..."<sup>3</sup>, sin valor educativo y es indispensable que el nuevo profesor este preparado para las complejas situaciones del aula, es decir, requiere de la elaboración y desarrollo de esquemas flexibles de pensamiento y actuación que le permitan la crítica argumentada y la aplicación reflexiva de propuestas alternativas.

Desde 1974, empieza a gestarse la investigación alrededor del uso de la evaluación como medio para aprender<sup>4</sup>, es decir, utilizándola en su función pedagógica por su carácter formador. Así, surge la regulación de los aprendizajes como un dispositivo que permite rescatar dicha función. Hasta ahora, la investigación en este aspecto se ha centrado en el alumno y ha sido un proceso bastante largo y complejo, porque los resultados suelen hacerse esperar, pero terminan siendo alentadores. En Norteamérica, el uso de la evaluación en la formación del profesor ha profundizado en algunos aspectos de la evaluación formadora, como la reflexión, la autoevaluación, el diagnóstico de ideas previas y el automejoramiento, entre otros (Bailey, 1981; Aguirre y Haggerty, 1995).

Ahora bien, una de las líneas de investigación que ha tenido mayor auge es precisamente, la del estudio de las ideas alternativas,

3 Pérez, A. 1992. Pg. 35.

4 Al respecto, se recomienda revisar los trabajos de Galpérine, Bonniol y Nunziati en Francia.

preconcepciones, etc. tanto en profesores experimentados como en novatos. La conclusión que aflora, es la enorme influencia que dichas concepciones tienen sobre la enseñanza y que se manifiestan como asunciones obvias, de sentido común, que al no ser criticadas, se convierten en un obstáculo para el desarrollo intelectual del profesor. Múltiples ejemplos de esta situación se presentan en trabajos como los de Porlán (1989), Calderhead (1991), Gil y otros (1991) y Furió y otros (1992).

Briscoe (1991) afirma en su investigación que, cada año, gran cantidad de profesores en servicio, asisten a cursos de perfeccionamiento profesional, pero sus clases continúan invariables y las innovaciones terminan siendo "adaptadas" al estilo tradicional de sus clases. La carencia de un cuerpo teórico de conocimientos en didáctica de las ciencias, reconocido por el profesor y la no apropiación, durante su formación inicial, de las estrategias que lo coloquen en situación de aprender por sí mismo, son quizá los mayores problemas que explican la situación que expone Briscoe.

Kagan (1993), revisó cuarenta estudios publicados entre 1987 y 1991, sobre el desarrollo profesional de profesores novatos y encontró que la enseñanza en el primer año de trabajo, parece ser un periodo durante el cual el profesor aprende a conocer a sus alumnos, usa el conocimiento para modificar y reconstruir imágenes personales de sí mismo como profesor y elabora una rutina procedimental estándar que integra manejo del aula e instrucción. Enfatiza que la mayoría de los programas de formación docente fallan en preparar al profesor intelectualmente para que asuma con fundamentos críticos dicho periodo en orden a que supere la inercia del ambiente de trabajo tradicional, característico de la mayoría de comunidades escolares. En otras palabras, un profesor de ciencias que se autorregula metacognitivamente, sería un intelectual capaz de posicionarse con criterio ante directivas y compañeros, para generar procesos de enseñanza - aprendizaje - evaluación, que propicien el desarrollo de la racionalidad científica.

Rodrigo y colaboradores (1993) encontraron que una de las competencias consideradas como muy poco extendidas entre los profesores, pero valoradas como esenciales es la de ser autocrítico, reconocer sus limitaciones y evaluarse a sí mismo. Algunos de los intentos por diseñar y aplicar programas de formación que atiendan a esta competencia no han re-

sultado tan exitosos como se espera (Wodlinger, 1990; McLaughlin, 1991; Gore y Zeichner, 1991), posiblemente por el carácter tradicional de la supervisión que acompaña a las prácticas de los estudiantes o por la ausencia de tutores (profesores titulares) comprometidos con la reflexión.

Pero en otros casos (Laboskey, 1991; Ángulo, 1996), las entrevistas, los diarios de los estudiantes, el trabajo en equipo y en general, las estrategias de la evaluación formadora (autoevaluación, evaluación mutua y coevaluación), permiten la manifestación de niveles progresivos de autorreflexión en los cuales el futuro profesor reconoce las limitaciones de sus propias creencias y conocimientos, pero especialmente, se coloca en el camino de su superación a través de la metacognición.

Pope y Scott (1993), encontraron que en la formación inicial del profesor no se tienen en cuenta las teorías y modelos implícitos de los estudiantes. De ahí la importancia de la evaluación formadora como estrategia que permite explicitar estos esquemas de pensamiento, haciéndolos susceptibles de la autocrítica y la evolución conceptual.

Es muy importante resaltar el trabajo del equipo de investigadores de la Universidad de Monash (Melbourne - Australia), ya que hace un especial aporte relacionado con la metacognición, pues argumentan que este proceso debe ocurrir antes en el futuro profesor, que en el alumno. White y Gunstone (1989), explican que es relativamente fácil promover una nueva idea alrededor de un fenómeno, pero es difícil llevar a los estudiantes a abandonar aquellas que ya tienen y se llega a la coexistencia de explicaciones cotidianas (muy arraigadas y difíciles de reemplazar) con explicaciones "más científicas", de manera que una u otra se activan ante un mismo fenómeno, según la situación en la cual éste se presente.

La metacognición (control consciente sobre el propio aprendizaje) resulta útil para que el estudiante (o el futuro profesor) resuelva ese conflicto y llegue a hacer un cambio conceptual; no obstante, requiere de una organización escolar particular y de la adopción de métodos de evaluación que garanticen la comprensión del proceso personal de aprendizaje. En otro trabajo, Gunstone, Slattery, Baird y Northfield (1994), estudian la relación entre la metacognición y el aprender a enseñar, argumentando que la metacognición es esencial para promover los cambios apropiados

## ■ ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS Y COGNICIÓN

en el desarrollo del profesor , no sólo en lo relativo a sus ideas acerca de la enseñanza y el aprendizaje y los roles de profesor y alumno, sino también acerca del contenido disciplinar, sus habilidades docentes y los fundamentos epistemológicos básicos que debe dominar.

Finalmente, Nunziati (1990) ; Jorba y Sanmartí (1994) y Gunstone y Northfield, (1994) coinciden en la idea de que los estudiantes que tienen más éxito al aprender, son aquellos que saben qué y cómo aprenden, es decir, los que se comportan de manera metacognitiva. Por su parte, las estrategias de la evaluación formadora se consideran adecuadas para desarrollar habilidades de anticipación y planificación de las acciones necesarias al resolver una tarea. Estos dos ejes teóricos, llevados al campo de la formación inicial del profesorado de ciencias, implican que "aprender a enseñar" se conciba como la formación de un profesional capaz de dirigir y controlar sus propios aprendizajes, porque puede tomar decisiones informadas respecto a su saber, pensamiento y actuación.

## 2. AUTORREGULACIÓN DE APRENDIZAJES Y METACOGNICIÓN

En Didáctica de las Ciencias, cuando se habla de la regulación continua de los aprendizajes dentro de un proceso de enseñanza - aprendizaje, se hace referencia a una "...adecuación de los procedimientos utilizados por el profesorado, a las necesidades y dificultades que el estudiante encuentra en su proceso de aprendizaje, pero también de Autorregulación de este proceso por el propio estudiante con el objetivo de que, poco a poco, vaya construyendo un sistema personal para aprender y lo mejore progresivamente. Continua, porque esta regulación no es un momento específico de la acción pedagógica, sino que debe ser uno de sus componentes permanentes"<sup>5</sup>.

En este proceso hay un alto nivel de consciencia y control sobre el aprendizaje al que se le ha denominado metacognición<sup>6</sup> y se define como: "... el conocimiento consciente de los procesos de pensamiento y de apren-

5 Jorba, J. y Sanmartí, N. 1993. Pg. 7 - 8.

6 El concepto de metacognición surge en el campo de la Psicología.

dizaje y el manejo de estos"<sup>7</sup>. Aprender entonces se plantea como un proceso que es en gran medida, responsabilidad del alumno (el futuro profesor), ya que es él mismo quien reconoce sus ideas, las evalúa y toma decisiones sobre la reconstrucción de sus conocimientos (Baird y otros, 1987).

En un proceso como este, el profesor debe estar suficientemente preparado y atento a introducir a tiempo los mecanismos que permitan al alumno llevar a cabo la autorregulación, pero de ninguna manera debe pensarse que todo lo deba hacer el profesor, pues sería una tarea desbordante, que convertiría al alumno en un aprendiz dependiente, incapaz de detectar sus dificultades y aciertos.

Cuando cada persona llega a regular sus propios procesos de pensamiento e, inclusive, puede reconocer su estilo de aprendizaje y actuación para lograr aprender un conocimiento dado, se autorregula metacognitivamente. Esta idea se fundamenta en la hipótesis de que podemos representarnos nuestros propios mecanismos mentales (puede ser que no totalmente) para resolver una tarea. Por ejemplo, al aprender lenguas extranjeras, muchas personas tienen dificultad con el vocabulario, así que asocian una palabra, un objeto o una situación determinada con el nuevo término y eso les permite aprenderlo más fácilmente. Si le preguntamos a una de estas personas cómo lo hace, es capaz de describirnos todo el proceso y eso significa que es consciente de lo que aprende (el nuevo vocabulario), de la dificultad que encuentra con ese nuevo aprendizaje (recordar el término) y saber como lo puede aprender (el mecanismo de asociación).

## 2.1. Metacognición y Aprender a Enseñar

Gunstone y otros (1993), comentan que la transición de alumno a profesor es bastante compleja porque implica el paso de ser un aprendiz dirigido, a ser alguien que entiende y controla su propio aprendizaje. Esto justifica el interés por aplicar las perspectivas constructivistas sobre aprendizaje autorregulado, metacognición y cambio conceptual a los progra-

7 White y Mitchell. 1994. Pg. 26.

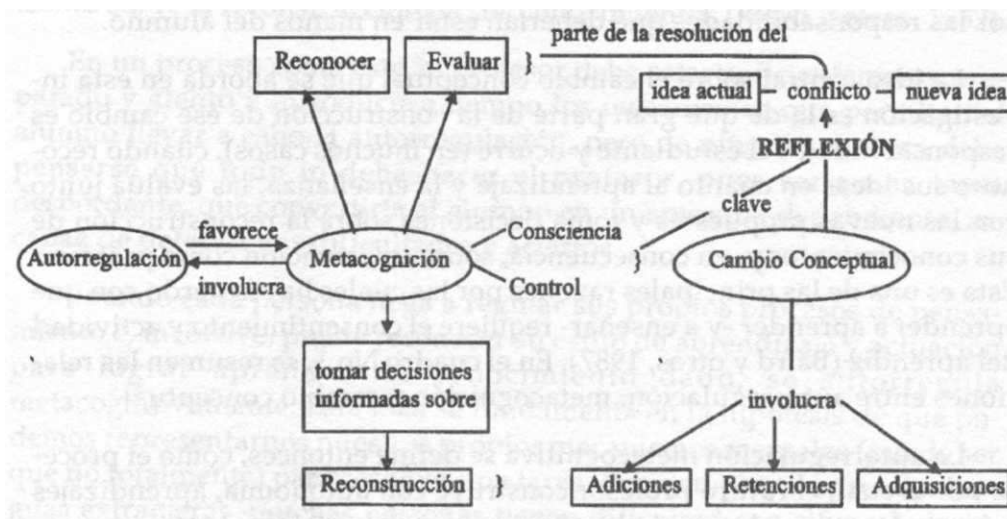


mas de formación del profesorado en ciencias, pues es común que los futuros profesores vean el aprendizaje, incluyendo el suyo, como un acto pasivo, lo que concuerda con una visión de enseñanza que deja al profesor las responsabilidades que deberían estar en manos del alumno.

La idea central sobre el cambio conceptual que se aborda en esta investigación es la de que gran parte de la construcción de ese cambio es responsabilidad del estudiante y ocurre (en muchos casos), cuando reconoce sus ideas en cuanto al aprendizaje y la enseñanza, las evalúa junto con las nuevas propuestas y toma decisiones sobre la reconstrucción de sus conocimientos y, en consecuencia, sobre su actuación como profesor. Esta es una de las principales razones por las cuales hay acuerdo con que aprender a aprender -y a enseñar- requiere el consentimiento y actividad del aprendiz (Baird y otros, 1987). En el cuadro No.1, se resumen las relaciones entre autorregulación, metacognición y cambio conceptual.

La autorregulación metacognitiva se define entonces, como el proceso por el cual, el futuro profesor construye con autonomía, aprendizajes informados sobre el conocimiento que ya ha elaborado y el nuevo que se le propone. Es autónomo porque por si solo, es capaz de aprender a aprender, ya que desarrolla un sistema personal de aprendizaje como consecuencia de su autorregulación. A su vez, este proceso tiene mucho que ver con la propuesta de Posner y otros (1982), en cuanto a la insatisfacción frente a las ideas existentes, ya que el futuro profesor decide si las nuevas alternativas que se le presentan son inteligibles, plausibles y productivas. En todo caso, se considera que el cambio conceptual es finalmente, un proceso de reconstrucción que lleva tiempo porque requiere de niveles de reflexión profunda y que involucra la adición de nuevas nociones, la retención de las existentes en cuanto son útiles y la adquisición de un sentido de contexto en el cual la nueva noción es mas apropiada.

Cuadro No. 1. Relaciones entre Autorregulación, Metacognición y Cambio Conceptual



El éxito del aprendizaje parece estar en la integración del conocimiento, provocado a través de la reflexión sobre el significado, la identificación y resolución de contradicciones: reflexionar sobre las creencias personales (idea actual) y la información que se propone (nueva idea), es parte de la clave de la consciencia y control sobre el propio aprendizaje, es decir, la metacognición.

Ahora bien, el ser humano se relaciona con su entorno a través de actividades y, de hecho, el aprendizaje es una actividad cognitiva cuyos componentes son las acciones que van precedidas de un planteamiento mental previo, una representación de lo que se espera obtener como resultado (la planificación), cuya constante corrección es crucial para el éxito en el aprendizaje, es decir, el alcance del objetivo, pero generalmente este proceso es implícito e inconsciente, por eso cuando se explicita y se hace consciente, la autorregulación de los aprendizajes por parte del alumno se manifiesta como un acto metacognitivo.

## 2.2. La Teoría de la Actividad : Anticipación y Planificación de la Acción

Para comprender mejor los mecanismos inmersos en la autorregulación, se recurrió a la teoría de la actividad (Leontiev, Galpérine y Talyzina), ya que cuando un estudiante se comporta de manera autorregulada, despliega acciones complejas que tienen una parte orientadora, una ejecutora y otra reguladora, las cuales a su vez comprenden cinco fases no consecutivas, como lo explica Nunziati (1990):

- \* La representación del objetivo y de las propiedades de los objetos (saberes y procedimientos) sobre los cuales el estudiante debe trabajar para atender al objetivo previsto (generalmente indicado en el enunciado de la tarea a realizar con un verbo de acción). La representación corresponde a la idea que el profesor se hace de lo que espera del estudiante y en sentido inverso, es aquella que este se forma de los objetivos que le ha comunicado el profesor, así como también es el conocimiento del motivo de realizarla, de las razones que han impulsado al profesor a fijarla y a hacerlo de una manera determinada, con unas condiciones dadas. Esta representación juega un papel esencial en el éxito y de hecho, guía las fases de anticipación y orientación.
- \* La **anticipación**, es la previsión del camino a seguir, de las etapas intermedias, de los resultados de las operaciones proyectadas y las regulaciones posibles; es como una predicción (antes de comenzar a trabajar) sobre los resultados de cada acto, sobre el interés de cada conocimiento a emplear para alcanzar el objetivo. La anticipación es una parte de los automatismos del experto, pero es difícil de realizar para el novato y un ejemplo de ello, es cuando el estudiante empieza a hacer una actividad sin conocer la totalidad de las instrucciones o actúa sin reflexionar.
- \* La **planificación** es el hecho de escoger un orden de realización, o sea, un plan de trabajo. Revela la conciencia de los procedimientos posibles para llegar al objetivo fijado; del conocimiento de los efectos producidos por cada una de las operaciones escogidas. Planificar es relacionar la representación del objetivo, los procedimientos permanentes o pasos que habitualmente se siguen al realizar una tarea del estilo

propuesto y los datos esenciales de la tarea puntual, de manera que se trata de combinar tres elementos: el objetivo fijado, las operaciones o acciones que le son propias y las condiciones internas de realización.

Estas tres primeras operaciones constituyen lo que Galpérine denomina "orientación de la acción" y de ellas depende el éxito o el fracaso de la tarea. Las dos últimas fase son:

- \* La ejecución propiamente dicha o realización del trabajo proyectado y,
- \* El control, que se presenta como un elemento constitutivo de la acción y consiste en que el estudiante observa el desarrollo de las cuatro fases de la acción, va comparando el objetivo propuesto con aquello que ha proyectado, con lo que esta haciendo y con los resultados que obtiene.

### 3. LA EVALUACIÓN FORMADORA Y EL TRABAJO EN EQUIPO

La evaluación mutua (entre los estudiantes), la coevaluación (profesor - alumno) y la autoevaluación son las principales estrategias de la evaluación formadora, (aquella que rescata la función pedagógica de la evaluación), pues constantemente entregan a alumno y profesor, información útil sobre el proceso enseñanza - aprendizaje. A su vez, estas estrategias son motores del aprendizaje y se estimulan en un ambiente de aula organizado para el intercambio y comunicación de ideas, la discusión, el respeto por el pensamiento del otro y el acuerdo. Así entonces, el estudiante llega a reflexionar cuando escucha a los demás y cuando verbalizaba aquello sobre lo cual nunca antes había pensado, por ejemplo, acerca de cómo podría saber si sus alumnos están aprendiendo o cuáles serían los resultados de diseñar una actividad en cierta forma. En este sentido, la toma de conciencia por parte del estudiante respecto de lo que sabe y de cómo lo sabe, así como de lo que necesita saber para enseñar ciencias, lo coloca en el camino de la metacognición, ya que le da autonomía en el proceso de aprendizaje e introduce dinámica en sus razonamientos para que pueda pasar mas fácilmente de alumno a profesor. Por otra parte, si el estudiante tiene en cuenta lo que dicen los demás, no hay mucha oportunidad para que se desarrollen o afiancen formas de pensar encasilladas, que afectan profundamente el oficio del profesor.

Para ilustrar los apartados siguientes, se presentarán algunos de los resultados obtenidos de un grupo de trabajo, durante una investigación realizada con profesores de ciencias en formación inicial, de la Universidad Autónoma de Barcelona, en el curso de Didáctica de las Ciencias 1994 -95 .

En primera instancia, promover la cooperación intelectual es complicado, ya que por lo general, los estudiantes han vivenciado un modelo individual y competitivo, por eso la sensación que surgió el primer día de clases entre estos estudiantes, era la de tratarse de un "...curso bastante raro, no solo por el mobiliario - mesas con sillas al rededor -, sino porque se hablaba con los compañeros sobre cosas que habitualmente no se piensan mucho o no se les da importancia porque parece que no la tienen... que son obvias..."<sup>8</sup>.

La ventaja que de esta forma de trabajo es que permitió a los estudiantes más espontáneos afinar sus ideas al explicarlas a un grupo y al escuchar otros enfoques que las contradecían, las afirmaban o les introducían un nuevo significado; a otros les ayudó a expresar sus dudas, lo cual es bastante difícil en un ambiente de aula tradicional.

Se considera importante la toma de conciencia por parte del estudiante acerca de sus ideas y del conocimiento que trae al curso, así como del nuevo que se le propone, porque esto favorece la autorregulación y es precisamente allí, donde la reflexión sobre sus propios pensamientos y, posteriormente, sobre su práctica, se presenta como la mejor alternativa para desarrollar dicho proceso.

Es necesario que el futuro profesor promueva la reflexión sobre temáticas concretas y ello supone aplicar un análisis racional a los contenidos básicos a enseñar, relacionados con su ejercicio profesional y que afectan el sentido y el valor de su práctica, como por ejemplo, la secuenciación de cierto aprendizaje, o la forma personal de ver la ciencia. La reflexión se convierte en parte esencial de la teoría en didáctica, en orden a contemplar dicha práctica profesional, entenderla y mejorarla.

8 Comentario de una estudiante. Noviembre 4,1995

#### 4. EL FUTURO PROFESOR PUEDE APRENDER A AUTORREGULARSE

El siguiente, es un ejemplo de la interacción social que realizó el grupo de estudiantes en el curso mencionado. Se pidió a cada uno que escribiera dos preguntas que quisiera hacerle a un compañero del grupo, sobre una lectura relacionada con las concepciones de los alumnos en ciencias. Veamos el siguiente diálogo:

" - ¿Por qué tardan tanto en modificarse estas ideas ?  
- ... son verdades que usas habitualmente..., de sentido común y te dan seguridad...  
- Además muchos profesores prefieren ignorarlas porque no saben qué hacer con ellas... (\*)  
- Ah, si !... como profesor puedo enseñar contando verdades y los alumnos no entienden nada y así no me preguntan...  
- y los alumnos creen tal cual, aquello que ven. Los conceptos son difíciles de comprender si no se los puedes demostrar".

En estos comentarios se destaca la incorporación de nuevos conceptos (la exploración de ideas previas) con otro sistema de ideas (la imagen de ciencia), así como las dudas que podrían esperarse de una persona que por primera vez se enfrenta a un nuevo conocimiento. Así, entonces, el escuchar al compañero y el exponer sus cuestionamientos, colocó al estudiante (señalado con el asterisco) en un proceso de toma de conciencia frente al nuevo conocimiento didáctico y a otros, en la significación del mismo, dentro de sus estructuras de acogida (Halwachs, 1975), que parecen ser sus vivencias como alumnos de la facultad de ciencias o de clases particulares que han realizado.

#### 5. LA ANTICIPACIÓN Y PLANIFICACIÓN DE LA ACCIÓN EN EL MARCO DE LA AUTORREGULACIÓN

"No es tan malo sentirse de vez en cuando como alumno, a ver si haces mejor las cosas como profesor...".

## METACOGNITIVA

Este tipo de comentarios permiten evidenciar momentos en los cuales el profesor en formación, es capaz de anticiparse a los resultados de sus propias acciones y con base en ello, hacer una planificación para el futuro. A continuación aparece el diálogo de un grupo, respecto al uso de ciertos instrumentos para evaluación inicial, veamos:

" J.I.: Hacer una pregunta abierta es mas fácil... por ejemplo: Qué es para ti el aire ?

T : A mi también me parece mejor eso que una entrevista porque si son demasiados alumnos, no te puedes poner a entrevistar a cada uno para saber que conocimientos tienen !

V : Sí, pero la cuestión aquí es que con una pregunta directa el alumno puede responderte muy bien si lo sabe de memoria... y eso no quiere decir que sea lo que realmente piensa\*.

J.I.: Eso de contarle una historia antes de hacerle la pregunta, no me convence. Yo haría un cuestionario y de pronto le pediría que justificara la respuesta... Pienso que con eso es suficiente.

A : La finalidad de explorar ideas previas creo que es que el profesor se entere de las explicaciones de los alumnos, no de lo que se saben de memoria y por los ejemplos que he visto, me parece que basta con una sola pregunta abierta y que sea familiar para el

A lo largo de este diálogo, puede evidenciarse una fase de estructuración: Los estudiantes ya han incorporado con más propiedad los términos relativos a la evaluación diagnóstica, es decir, los han colocado en el terreno consciente y llegan a analizar con mayor criterio las ventajas e inconvenientes de la utilización de cada instrumento. La autorregulación se manifiesta cuando uno de ellos es capaz de anticipar que la aplicación de una entrevista para diagnosticar ideas previas tiene un costo de tiempo y esfuerzo muy alto, entonces, se coloca en situación y planifica la evaluación con una pregunta cerrada y directa.

Es interesante observar el comentario del compañero (señalado con el asterisco) al respecto, porque es un claro ejemplo de una buena representación de los objetivos planteados para este aprendizaje, mientras que con el último comentario ("A"), puede quedar ilustrada una primera apropiación de los criterios de evaluación que le permiten a este estudiante

tomar decisiones frente a la eficiencia de un instrumento de diagnóstico. Por otra parte, con la segunda intervención ("T"), nos damos cuenta de que este estudiante no ha logrado establecer la importancia de la exploración de las ideas previas como fuente de información para el profesor, y que le permite decidir acerca de qué y cómo enseñar.

Cada estudiante avanza sobre la estructuración de sus aprendizajes y se regula a un ritmo propio, que seguramente también está influenciado por su experiencia vivida como alumno, en el caso del estudiante "J.I." que habla de "...contarle una historia...", ya que imagina que el cuestionario y quizá la justificación de las respuestas sea suficiente, porque lo ve desde su lógica, aun no ha tomado distancia del problema para juzgarlo con más criterio, o en otras palabras, es conciente del aprendizaje, pero la estructuración que ha hecho de los nuevos conocimientos todavía no es lo suficientemente profunda como para construir el significado de este tipo de evaluación y, en consecuencia, la anticipación y planificación de sus acciones no corresponde con los objetivos planteados.

Estos comentarios denotan la resistencia que sus ideas tienen ante el cambio, así como también, se constata la influencia que ejerce sobre ellos el método con el cual les han enseñado, la forma como han aprendido y el efecto de la interacción social sobre el aprendizaje de un nuevo conocimiento. De ahí que la verbalización que hacían acerca de las características de un instrumento de evaluación inicial, siga siendo tan implícita ; sin embargo, se considera que en cada uno de ellos ocurría una contrastación entre esa representación que había construido y la que se presentaba en aquel momento y esto favorecía la evolución y mejoramiento de sus propias ideas frente a este conocimiento.

## 6. RESPECTO A LA APROPIACIÓN DE LOS CRITERIOS DE EVALUACIÓN

En la formación de un profesor de ciencias, es de suma importancia lograr que la representación de los objetivos que éste se hace sobre su propia formación, corresponda con los planteados en el curso y para cada actividad. De esta forma, es conciente de los criterios que se utilizarán para evaluar su tarea.



El siguiente es un ejemplo que muestra como una de las estudiantes avanza hacia una mejor apropiación de los criterios de evaluación, para decidir sobre la elaboración adecuada de un instrumento para explorar ideas previas:

Instrumento elaborado	Evaluación mutua	Modificaciones introducidas
<p>CREDITO VARIABLE : Cuerpo Humano Evaluación previa sobre el sistema circulatorio</p> <p>1.- Haz un dibujo sobre cómo es para ti el sistema circulatorio.</p> <p>2.- ¿Para qué te parece que sirve este sistema ?</p> <p>3.- ¿Crees que tiene mucha o poca importancia para el buen funcionamiento de nuestro cuerpo ? ¿Por qué ?</p> <p>4.- Cuando colocas la mano extendida sobre la parte izquierda del cuello, puedes notar unos "golpes". ¿A qué te parece que se deben ?</p> <p>5.- Imagínate que te caes y te haces un corte en la pierna, otro en el brazo y te raspas la cara. Entonces comienza a salir sangre de la pierna, del brazo y de la cara. Después de unos minutos ya no sale mas sangre. ¿Crees que todo eso es posible ? ¿Por qué ?</p> <p><b>Autoevaluación</b></p> <p>- ¿Qué quiero saber a través de este instrumento ? (Objetivo)</p> <p>Si el alumno es realmente consciente de la importancia que tiene el sistema circulatorio en nuestro organismo y de la función que realiza. Quiero saber cómo se imagina el alumno este sistema, qué idea tiene de su organización y si tiene en cuenta el fenómeno de la coagulación.</p> <p>- ¿Por qué he formulado las preguntas de esta manera ?</p> <p>Para que el alumno se pueda explicar libremente y para que lo relacione con hechos que le pueden pasar a él.</p> <p>- ¿Cómo pienso analizar la información ?</p> <p>Con una red sistémica.</p>	<p>La evaluación mutua que le hicieron a esta estudiante es como sigue:</p> <p>1. ¿El instrumento atiende al objetivo que se plantea ? (finalidad) Sí, las preguntas abiertas son adecuadas para los objetivos planteados.</p> <p>2. ¿Hay relación entre el objetivo y la formulación de las preguntas ? En general si, salvo (creo) la pregunta 4, cuya coherencia con los objetivos queda poco clara.</p> <p>3. ¿La formulación de las preguntas es adecuada en función del objetivo? (coherencia y claridad) Sí, son preguntas claras y concisas.</p> <p>Sugerencias: ¿Las preguntas 2 y 3, no corresponden al mismo objetivo : la función ?</p>	<p>1. Imagínate que vas en bicicleta con un amigo y se caen. Te raspas y te sale sangre, pero al cabo de un momento para. En cambio tu amigo se hace un corte muy profundo en el brazo y no deja de salirle sangre. - Explica todo lo que te parece que les ha pasado a ti y a tu amigo. - Di en qué lugar del brazo crees que se ha hecho el corte tu amigo.</p> <p>2. Esta mañana en la televisión han dicho que hubo un accidente en el cual ha muerto un hombre desangrado. ¿Por qué crees que el hecho de desangrarse provoca la muerte ?</p> <p>Cuando colocas la mano extendida sobre la parte izquierda del cuello, notas unos "golpes". - ¿A qué te parece que se deben ? - ¿Sabrías decir si tienen algo que ver con el pulso ?.</p> <p>4. Un familiar tuyo va al médico y este le dice que tiene niveles de colesterol en sangre, muy altos. Por tanto, a partir de ahora habrá de seguir una dieta con pocas grasas, ya que corre el riesgo de sufrir un ataque al corazón. ¿Cómo te imaginas que puede afectar el colesterol al corazón de tu familiar ? ¿Desde hoy, vigilarás la cantidad de grasas que comes ?</p>

Se observa que la estudiante estaba acercándose a la adecuada representación del objetivo de diseñar este instrumento, porque especialmente las dos últimas preguntas colocan al alumno en una situación cotidiana que debe explicar y, a su vez, la autoevaluación que plantea da cuenta de que es consciente de lo que intenta hacer. Sin embargo, introdujo modificaciones interesantes al instrumento, a partir de los resultados que se obtuvieron en otro grupo, como lo comenta en su informe final de práctica:

"...Después de leer estas respuestas -las del otro grupo-... me di cuenta de que para ellos, todos los vasos sanguíneos son venas, por eso les planteé preguntas en las que podrían explicarme si hay diferentes tipos de vasos sanguíneos... Como casi todos contestaron bien la pregunta sobre la importancia del sistema circulatorio, me pareció más interesante averiguar sus conocimientos sobre los movimientos del corazón, relacionándolos con el pulso..."

La estudiante pudo hacer esto porque la tarea que debía resolver estaba precisada y, en consecuencia, sus metas eran claras, teniendo en cuenta las condiciones de realización de la misma, además de que es consciente de cómo, por qué y para qué le hizo cambios al instrumento diseñado inicialmente. En otras palabras, apropió los criterios de evaluación específicos para juzgar sobre la elaboración adecuada de un instrumento diagnóstico.

Esto parece indicar que el éxito en el aprendizaje de los futuros profesores, dependía no sólo de la concordancia entre los objetivos propuestos para esta secuencia y la representación que se estaban haciendo de ellos, sino también de la claridad de su comunicación, del significado que adquirirían los nuevos conocimientos y, sin duda, de la dificultad que implicaba el pasar de novato a experto en la realización de este tipo de actividad. La estudiante finalmente logró hacer y aplicar un mejor instrumento, como lo muestran las modificaciones introducidas.

Con el fin de que los estudiantes tomaran consciencia de los cambios de sus puntos de vista, al finalizar cada unidad didáctica, se les pedía que escribieran sus reflexiones personales en forma de "diario" y para orientarlos, se les formulaban algunas preguntas sobre aspectos relacionados con la temática estudiada. En el siguiente apartado se comenta su utilidad.

## 7. EL DIARIO: UN INSTRUMENTO APROPIADO PARA LA AUTORREGULACIÓN METACOGNITIVA

El diario se constituyó en una inestimable fuente de información sobre la autorregulación metacognitiva porque ayudó a explicitar cómo eran incorporados los nuevos conocimientos y cómo vivían los estudiantes, su propio aprendizaje. El que aparece a continuación, se realizó al terminar la unidad didáctica sobre "Las ideas previas como obstáculos para el aprendizaje de las ciencias".

1. ¿Qué he aprendido sobre obstáculos en el aprendizaje de las ciencias ?

"Que los alumnos tienen ideas previas que el profesor ha de conocer, porque la enseñanza ha de ser una interacción entre estas ideas y la nueva información".

2. ¿Recuerdas alguna de tus ideas previas sobre algún tema científico o sobre algún aspecto de la enseñanza de las ciencias ? ¿Cual ?

"Tenía la idea tradicional de la enseñanza con el profesor poseedor de la verdad que le explica a sus alumnos, los cuales se lo han de creer".

3. ¿Cómo esta cambiando esa idea ?

"De forma muy clara y rápida : "el aprendizaje razonado" es lo que siempre he deseado y veo como el alumno va a clase con más ganas y puede participar..."

4. Podrías hacer una hipótesis sobre el origen de tu idea previa ?

"Casi todas las clases de ciencias que he tenido, han sido de aprenderte un rollo y creerte que es verdad, entonces es un estilo de enseñanza que te queda muy marcado y para ti es normal".

5. En relación a la actividad de diseño de preguntas para explorar ideas previas:

a) ¿Te ayudaron los comentarios de tu compañero/a ? ¿Por qué ?

"Sí, para hacer una reflexión sobre otras cosas que no había tenido en cuenta y me dieron ideas que seguro no se me hubieran ocurrido".

b) ¿Crees que ayudaste a tu compañero/a evaluado ? ¿Por qué ?

"Creo que sí, porque le aporte comentarios que le van a hacer reflexionar".

6. Las actividades de regulación durante el último día (preguntas de física y química), ¿te ayudaron en algo ? ¿Por qué ?

"Sí, me ayudaron a reflexionar sobre lo que he aprendido hasta hoy, a pensar sobre los errores cometidos e intentar rectificarlos".

De la lectura de este diario se desprenden dos características principales de la autorregulación. La primera, que la reflexión es la clave de la conciencia y control sobre el propio aprendizaje, pues solo basta con observar como los estudiantes se sitúan ante lo que están aprendiendo y cómo lo han hecho. La segunda, es la importancia de la autoevaluación, como factor que promueve la toma de conciencia sobre las concepciones personales, las nuevas ideas que se plantean y la manera como unas u otras llegan a aprenderse.

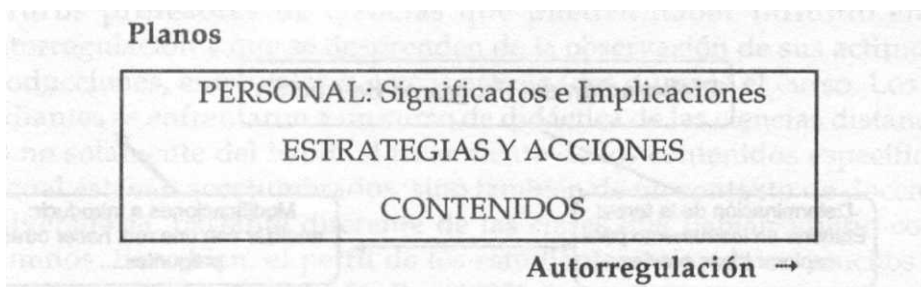
Es muy interesante notar que cuando una persona se autorregula, no siempre se regula simultáneamente a sí mismo y a la actividad cognitiva. Casi siempre, el estudiante se mueve mas en dirección del conocimiento en sí, que en la reflexión sobre cómo lo puede aprender, ya que en el mejor de los casos, se le entrena en el manejo de las herramientas intelectuales que le permiten desempeñarse con éxito en el ámbito escolar, pero se descuida su promoción hacia los otros planos de la autorregulación: el de las estrategias y el personal (o motivacional).

Por otra parte, llegar a autorregular una actividad de aprendizaje, es un proceso exigente que se complejiza en la medida en que se intenta incorporarlo al comportamiento habitual del ser humano al realizar cualquier otra tarea. Por ejemplo, si se vuelve sobre las reflexiones de los estudiantes, es evidente que fueron capaces de asumir una postura crítica de carácter metacognitivo ante el conocimiento didáctico, pero ahora sería aventurado establecer hasta qué punto se han insertado estos procesos en su comportamiento docente cuando ejerzan profesionalmente. Esto no significa que quizá se olviden de qué y cómo han aprendido didáctica de las ciencias, sino del haber apropiado este aprendizaje para su vida.

## 8. LA DINÁMICA DE LA AUTORREGULACIÓN METACOGNITIVA

La autorregulación metacognitiva implica muchos elementos de orden afectivo por el compromiso y la responsabilidad del estudiante en el proceso. En el siguiente cuadro, describimos la dinámica de la autorregulación a través de los diferentes planos, interpretando la idea de Labarrere (1996).

Cuadro No. 2. Planos de Autorregulación

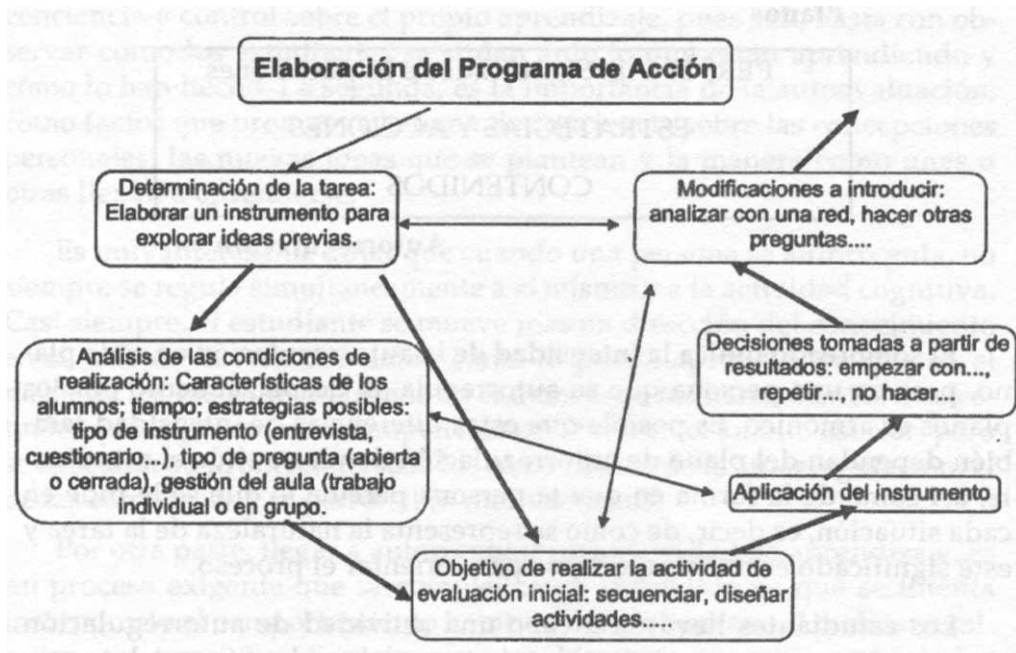


El sombreado indica la intensidad de la autorregulación en cada plano, pero en una persona que se autorregula, el desplazamiento por los planos es armónico. Es posible que estas diferencias de intensidad también dependan del plano de autorregulación donde se sitúe el estudiante, así como de la forma en que la persona percibe lo que se le pide en cada situación, es decir, de como se representa la naturaleza de la tarea y este significado es muy importante para orientar el proceso.

Los estudiantes llevaron a cabo una actividad de autorregulación metacognitiva, pues, en sus producciones pueden identificarse los componentes funcionales de acción, decisión y propósitos ; fundamentales al explicar la metacognición y, si nos fijamos en la tarea específica de diseñar el instrumento de evaluación inicial, se evidencia que la naturaleza de la misma demanda una realización especial y, en consecuencia, condiciona el control ejercido por cada estudiante al resolverla, aunque insistimos en que el proceso dependió en gran medida de la interacción social.

El siguiente esquema describe en términos generales cómo ocurrió la autorregulación en el grupo de estudiantes. Las líneas delgadas señalan las relaciones más evidentes al elaborar el programa de acción. Por ejemplo, un estudiante puede pasar de determinar la tarea a explicitar el objetivo de realizarla, sin detenerse necesariamente en las condiciones de realización, ya que puede pensar en estas, justamente antes de aplicar el instrumento o simplemente mantenerlas implícitas. A su vez, las modificaciones que plantea, dependen en gran medida de los cambios entre la representación inicial y final de la tarea.

Cuadro No. 3. Dinámica de la Autorregulación



En muchas ocasiones, no se puede diferenciar cuándo aparece la autorregulación en un componente y no en otro. En efecto, pueden darse automatismos en algunas de las fases de la acción, los cuales es necesario explicitar para que haya un proceso metacognitivo en la toma de decisiones. Por ejemplo, el hecho de que el estudiante sugiera modificaciones, indica que se ha hecho una representación de la acción, mientras se ha autorregulado.

El cambio conceptual puede surgir de un balance entre diferentes aspectos cognitivos, estratégicos y personales, en cuyos campos se mueve un estudiante cuando se autorregula. Dicho balance es diferente en cada persona, pues parece que depende de factores diversos, tales como aprendizajes anteriores e interés afectivo (motivación) de cada quien al formarse como profesor, y qué lo compromete con la naturaleza y los resultados de aprender a enseñar ciencias.

También se considera importante, analizar las características de los futuros profesores de ciencias que pueden haber influido en la autorregulación y que se desprenden de la observación de sus actitudes, producciones, entrevistas y demás actividades durante el curso. Los estudiantes se enfrentaron a un curso de didáctica de las ciencias distanciado no solamente del habitual tratamiento de los contenidos específicos, al cual estaban acostumbrados, sino también de un contexto de docencia universitaria, bastante diferente de las clases que habían vivido como alumnos. Pues bien, el perfil de los estudiantes coincide en muchos aspectos con el que describe De Pro (1995):

- \* En la mayoría de los casos, la expectativa de quienes deciden hacer estos cursos es la de obtener el Certificado de Aptitud Pedagógica para optar por otra salida laboral, en caso de no ubicarse en su especialidad. De hecho, para muchos de ellos, la docencia no es atractiva como profesión, pero sienten curiosidad por saber si tendrán facilidad para enseñar y si les gustará. Esto puede ser importante a la hora de analizar los motivos que impulsan a estos estudiantes a realizar una tarea didáctica.
- \* Desarrollan el curso de didáctica y las prácticas, simultáneamente con otras actividades "más importantes" como asignaturas de fin de curso, tesinas, contratos laborales, etc. que no les permiten atender debidamente a las exigencias del curso.
- \* La formación científica del estudiante corresponde con una visión muy amplia y poco profunda de tópicos diversos de las ciencias naturales y se limita a los contenidos de la disciplina de su especialidad (geología, microbiología, botánica...) de los cuales no tiene pleno dominio, llegando incluso a expresar errores conceptuales serios.
- \* Se sienten más seguros y confían en la suficiencia de sus conocimientos, al manejar contenidos teóricos de un alto nivel de abstracción (como por ejemplo el ciclo de Krebs), que otros más cotidianos.
- \* Muestran dificultades en el dominio de procedimientos experimentales, como la identificación de problemas, el control de variables, la comprensión de técnicas y en otras capacidades como la predicción, formulación de hipótesis, diseño experimental e interpretación de resultados.

## LA FORMACIÓN DEL PROFESOR DE CIENCIAS..

- \* La imagen de ciencia mostró tendencias diversas, aunque resaltan las empiristas por la importancia que le dan a la experimentación o a la verificación y, por otra parte, la historia de la ciencia se ve como un elemento cultural que sirve para matizar con anécdotas las exposiciones teóricas durante las clases.
- \* Los conocimientos de carácter didáctico y práctico, cobran significado después de reflexionar sobre lo que el profesor de ciencias debe saber para enfrentarse al aula y es fuerte la creencia en que, si el profesor hace una buena explicación, la consecuencia natural es que el alumno aprenda. También aparece la idea de que la teoría debe preceder a la práctica.
- \* Recuerdan sus vivencias de las clases de ciencias durante la secundaria como episodios aislados que son importantes, no tanto por el contenido, sino por las circunstancias de la situación (la actitud del profesor, los compañeros, las prácticas, etc.).
- \* Su experiencia más cercana es como alumnos de la facultad de ciencias y ésta es sumamente influyente: Estructuran un modelo de enseñanza basado en la transmisión de contenidos, pocos de los cuales tienen algún significado explicativo y realizan prácticas de laboratorio para cumplir con la asignatura o por el interés que les representa el uso de instrumentos y técnicas experimentales complicados. Sus prácticas de aula reflejan en gran parte los modelos de enseñanza de sus profesores.
- \* La observación de las clases del profesor del centro de prácticas se toma como referencia de la aplicación de los contenidos desarrollados en el curso de didáctica de las ciencias. De ahí la importancia de que este profesor sea un compañero de trabajo que constantemente le aporte elementos de reflexión y de motivación para utilizar innovaciones con criterios apropiados.
- \* Para estos estudiantes el desarrollo de las prácticas adquiere una importancia relevante porque "sólo se aprende a ser profesor de ciencias, dando clases", dada la dificultad que les representa ver la utilidad de la formación teórica.



\* El paso de explicar y luego examinar, a construir evaluando aprendizajes, es muy difícil, así como el replanteamiento de las concepciones de aprender y enseñar. Esto se encuentra inmerso en su transformación desde un alumno pasivo a un profesor que autorregula sus aprendizajes de forma metacognitiva.

Después de hacer este recorrido por la teoría didáctica pensada para la formación de profesores de ciencias, se abre la expectativa de que entre muchas posibilidades, quizá son las estrategias de la evaluación formadora, las que mejor cuenta darían de la formación de un intelectual autónomo e independiente, capaz de tomar decisiones críticas e informadas a partir del análisis de su pensamiento y su actuación. En todo caso, se empieza a recorrer con rigor un largo camino para la didáctica en la formación de los profesores y se considera aun más, la responsabilidad de los "formadores de formadores", ya que no se trata solamente de formar al nuevo profesor como persona íntegra, sino también del éxito que él o ella tendrán en la educación de sus alumnos.

## Bibliografía

Aguirre, J.M. & Haggerty, S. (1995). Preservice teachers meanings of learning. *International Journal of Science Education*. 17,1.119 - 131.

Ángulo, F. (1996). Aprender a Enseñar Ciencias: Análisis de la aplicación de una propuesta basada en la Autorregulación de los Aprendizajes. Trabajo de Investigación. Departamento de Didáctica de las Matemáticas y las Ciencias Experimentales. Universidad Autónoma de Barcelona.

Bailey, G.D. (1987). Teacher self - assessment : A means for improving classroom instruction. Analysis and Action Series. National Education Association. Washington.

Baird, J.R. (1986). Improving learning through enhanced metacognition : a classroom study. *European Journal of Science Education*. 8, 3. 263 - 282.

Baird, J.R.; Fensham, P.; Gunstone, R. & White, R. (1991). The importance of reflection in Improving Science Teaching and Learning. *Journal of Research in Science Teaching*. 28, 2.163 - 182.

Baird, J.R. & Mitchell, I.J. (1986). Improving the quality of Teaching and learning: An Australian case study - The Peel Project. Melbourne : Authors (Monash University).

Baird, J.R.; Mitchell, I.J. & Northfield, J.R. (1987). Teachers as researchers: the rationale ; the reality. *Research in Science Education*. 17,129 - 138.

Baird, J.R. & White, R.T. (1982). A case study of learning styles in biology. *European Journal of Science Education*. 4, 325 - 337.

Briscoe, C. (1991). The dynamic interactions among beliefs, role metaphores and teaching practices. A case study of teachers change. *Science Education*, 75,2. 185- 199.

Calderhead, J. (1991). The nature and growth of knowledge in student teaching. *Teaching and Teacher Education*. 7,5/6, 531 - 536.

Flavell, J.H. (1977). Cognitive Development. Englewood Cliffs, NJ.: Prentice-Hall, Inc.

Furió, C. ; Gil, D.; Pessoa, A.M. & Salcedo, L.E. (1992). La formación inicial del profesorado de educación secundaria: papel de las didácticas específicas. *Investigación en la Escuela*. 16, 7 - 21.

García, M.P. & Ángulo, F. (1996). La autorregulación de los aprendizajes : Una estrategia en la formación inicial del profesorado . *Alambique*, 9. 91 - 101.

Gil, D.; Carrascosa, J.; Furió, C. & Martínez, T.J. (1991). La enseñanza de las ciencias en la educación secundaria. *Cuadernos de Educación*. 5. ICE. Universidad de Barcelona.

Gore, J.M. & Zeichner, K.M. (1991). Action research and reflective teaching in preservice teacher education: A case study from the United States. *Teaching and Teacher Education*. 7, 119 -136.

Gunstone, R. & Northfield, J. (1994). Metacognition and learning to teach. *International Journal of Science Education*. 10, 5. 523 - 537.

Gunstone, R.; Slattery, M; Baird, J.R. & Northfield, J.R. (1993). A case study exploration of development in preservice science teachers. *Science Education*. 77, 1. 47- 73.

Halwachs, F. (1975). La physique du maltre entre la physique du physicien et la physique de l'élève. *RevueErancaise dePédagogie*. 33,19 - 29.

Jorba, J. & Sanmartí, N. (1993). La función pedagógica de la evaluación. *Aula* 20, 20-23.

Jorba, J. & Sanmarti, N. (1994). Enseñar, Aprender y Evaluar: Un proceso de Regulación Continua. Propuestas Didácticas para las áreas de Ciencias de la Naturaleza y Matemáticas. Departamento de Didáctica de las Matemáticas y las Ciencias Experimentales. Universidad Autónoma de Barcelona.

Kagan, D. (1993). Professional Growth among Preservice and Beginning Teachers. *Review of Educational Research*. AERA. Washington, D.C. 62, 2, 129 -170.

Laboskey, V.K. (1991). Case studies of two teachers in a reflective teacher education program: "How do you know?". *Animal Meeting of the AERA*. Chicago.

Marcelo, C. (1994). Formación del profesorado para el cambio educativo. PPU. Barcelona.

McLaughlin, H.J. (1991). The reflection on the blackboard: Student Teacher Self-evaluation. *Alberta Journal of Educational Research*. 37, 141 - 159.

Nunziati, G. (1990). Pour Construire un Dispositif d'évaluation formatrice. *Cahiers Pédagogiques*. 280, 47 - 64.

Pérez G., A. (1992). La interacción Teoría - Práctica en la Formación del Docente. En: Las Didácticas Específicas en la Formación del Profesorado. Actas del Congreso. Santiago de Compostela. 5-51.

Pope, M. & Scott, E.M. (1983). Teacher's Epistemology and practice. En: R. Halkes y J.K. Olson. *Teacher Thinking: A new perspective on persisting problems in education*. Lisse; Swets and Zeitlinger. Holland.

Porlán, R. (1989). Teoría del conocimiento, Teoría de la Enseñanza y Desarrollo Profesional. Las Concepciones Epistemológicas de los Profesores. Tesis Doctoral. Universidad de Sevilla.

Posner, G.; Strike, K.; Hewson, P. & Gertzog, W. (1982). Accommodation of a scientific conception: Toward a theory of conceptual change. *Science Education*. 66, 211 - 227.

Rodrigo, M.; Agra-Cadarso, M.J.; Gómez, M.A.; Morcillo, J.G.; Unamuno, M. & Vidal, M.P. (1993). Las ideas de los profesores de ciencias sobre la formación docente. *Enseñanza de las Ciencias*. 11, 3, 225 - 264.

Sanmarti, N. (1995). Proyecto Docente e Investigador de Didáctica de las Ciencias. Universidad Autónoma de Barcelona. Facultad de Educación. Departamento de Didáctica de las Matemáticas y las Ciencias Experimentales.

Talizyna. (1981). De l'enseignement programmé á la programmation de la connaissance. P.U.F. Lille, France.

Tobin, K. & Espinet, M. (1989). Impediments to change: Application of peer coaching in high school science. *Journal of Research in Science Teaching*. 26,105-120.

White, R. & Gunstone, R. (1989). Metalearning and Conceptual Change. *International Journal of Science Education*. 11, Special Issue, 577 - 586.

White, R. & Mitchell, I. (1994). Metacognition and the Quality of Learning. *Studies in Science Education*. 23, 21 - 37.

Wodlinger, M.G. (1990). A case study in the use of guided reflection. *Alberta Journal' of Educational Research*. 36, 115 - 132.