

LES OBSTACLES À LA FORMATION PROFESSIONNELLE DES PROFESSEURS EN RAPPORT AVEC LEURS IDÉES SUR LA SCIENCE, L'ENSEIGNEMENT ET L'APPRENTISSAGE

Rafael Porlán Ariza
Eduardo García García
Ana Rivero García
Rosa Martín del Pozo

Les croyances du corps enseignant sur la nature des connaissances en général et, en particulier, sur les connaissances scientifiques ont un rapport direct avec la façon de comprendre et d'enseigner les sciences. Elles constituent fréquemment de véritables obstacles à la formation professionnelle des professeurs et à une réelle amélioration des processus d'enseignement-apprentissage.

Dans cette optique, nous mettons d'abord en évidence la diversité des conceptions scientifiques et didactiques des professeurs détectées par un certain nombre d'études. Sur la base de nos propres résultats, nous proposons différents niveaux de formulation des connaissances professionnelles dans le but d'orienter le processus de formation ; nous précisons les obstacles associés aux conceptions, les plus fréquentes parmi les professeurs et qui, pour nous formateurs, constituent les axes de notre intervention ; et pour conclure nous ne ferons que citer quelques implications de ce qui précède dans la formation du corps enseignant.

connaître
les conceptions
des professeurs
sur la science

Les croyances du corps enseignant sur la nature des connaissances en général et, en particulier, sur les connaissances scientifiques ont un rapport direct avec la façon de comprendre et d'enseigner les sciences. Elles constituent fréquemment de véritables obstacles au développement professionnel des professeurs et à une réelle amélioration des processus d'enseignement-apprentissage. C'est précisément pour cette raison qu'elles doivent être prises en compte lorsque sont redéfinis les contenus et les stratégies de formation des enseignants(1).

(1) Cette publication est le résultat partiel du projet PB94-1449 financé par la DGICYT. Ses auteurs sont membres de l'équipe du projet sur le cursus scolaire IRES (Recherche et Renovation Scolaire). Ils proposent ici une version modifiée, de l'article publié dans la revue *Enseñanza de las Ciencias* (volume 16, n° 2, 1998).

préalable
nécessaire
à la formation

Dans le cadre du projet sur le cursus scolaire, nous avons orienté une partie importante de notre recherche sur le contenu des conceptions des professeurs quant à la science, l'enseignement et l'apprentissage. Pour nous, il s'agissait d'une information absolument nécessaire pour fonder toute intervention sur la formation (initiale et continue) des professeurs. Les études réalisées, dont les résultats seront traités plus loin, sont basées sur trois constats.

trois constats
les concernant

1. Les conceptions des professeurs (ou si l'on préfère, le savoir professionnel "de fait") relatives aux connaissances scolaires influent fortement sur leur façon d'interpréter et d'agir dans l'enseignement.

2. Les connaissances professionnelles visées sont des connaissances épistémologiquement différenciées qui résultent d'une élaboration et de l'intégration de différents savoirs et qui peuvent être conçues comme un *réseau d'idées en évolution* permettant une gradation du plus simple au plus complexe ainsi qu'une hypothèse de progression qui facilite cette évolution à partir des conceptions des professeurs.

3. Le savoir professionnel souhaité est un savoir "finalisé" dans la mesure où il englobe des attitudes déterminées et des valeurs qui participent à la transformation du contexte scolaire et professionnel.

En définitive, nous faisons référence aux perspectives constructivistes, complexes et critiques qui sont à la base de notre travail et qui ont déjà été présentées dans des publications antérieures (Grupo Investigación en la Escuela, 1991 ; Porlán et al., 1996).

de leur
diversité...

Dans cet article, nous mettrons d'abord en évidence la diversité des conceptions scientifiques et didactiques des professeurs, détectées par un certain nombre d'études ; ceci nous permettra de proposer, sur la base de nos propres résultats :

... à différents
niveaux
de formulation
des connaissances
professionnelles

- différents niveaux dans la formulation des connaissances professionnelles en tant que façon d'organiser la diversité des conceptions, dans le but d'orienter le processus de formation (précisons qu'il s'agit d'une hypothèse de progression qui admet différentes évolutions possibles et non d'"un parcours obligatoire") ;
- les obstacles associés aux conceptions les plus fréquentes parmi les professeurs et qui, pour nous formateurs, constituent les axes de notre intervention ;
- quelques implications pour la formation du corps enseignant que, par manque de place, nous ne ferons que citer.

1. LES ÉTUDES RELATIVES AUX CONCEPTIONS SCIENTIFIQUES ET DIDACTIQUES DES PROFESSEURS

Au cours des dernières années s'est manifesté un intérêt croissant pour la description et l'analyse du contenu des conceptions des professeurs et pas seulement pour l'étude de leur pensée en termes de processus et de structures (Porlán, 1995). Étant donné que nous nous intéressons également à ce contenu, nous avons différencié et sélectionné trois types d'études :

trois types
d'étude

- celles qui sont centrées sur les idées des professeurs relatives à la connaissance scientifique (nature, statut, rapport avec les autres connaissances, mode de production, changement, etc.) ;
- celles qui se réfèrent aux croyances didactiques qui incluent un large répertoire d'aspects en rapport avec l'enseignement et l'apprentissage en contexte scolaire ;
- celles qui tentent d'établir des liens entre les connaissances, leur construction et leur transmission en contexte scolaire, c'est-à-dire celles qui se rapprochent de l'*épistémologie du scolaire* des professeurs (Pope et Scott, 1983 ; Porlán, 1989).

concernant
les conceptions
de la science

1.1. En ce qui concerne les **conceptions de la science**, de nombreux auteurs (Pope et Gilbert, 1983 ; Gordon, 1984 ; Gil, 1991 ; Lederman, 1992 ; Koulaidis et Ogborn, 1995) insistent sur le fait que les professeurs transmettent une image déformée des connaissances et des travaux scientifiques qui n'a pas grand chose à voir avec les récents apports de l'épistémologie de la science. Ajoutons que cela ne se produit pas exclusivement en milieu scolaire.

image déformée

Dans la vérification réalisée par Lederman (1992) et également dans les nôtres les plus récentes (Martín, 1994b ; Porlán, 1995 ; Porlán et Martín, 1996) apparaît une tendance majoritaire parmi les professeurs et leurs étudiants, à savoir la vision positiviste (empirico-inductiviste) de la science. Cependant, l'une des conclusions de l'étude de Koulaidis et Ogborn (1989) est qu'il existe d'autres points de vue sur les connaissances scientifiques qui constituent une certaine évolution depuis cette image empirico-inductiviste jusqu'à des conceptions plus contextualisées. Comme nous le verrons par la suite, nos propres résultats sont du même ordre.

vision positiviste,
empirico-
inductiviste

Enfin Lederman (1992) suggère que ces recherches soient également menées à bien pendant les cours, sur des thèmes concrets, de façon à déterminer quelles sont les croyances sur la nature de la science qui ont le plus d'influence sur l'enseignement. Dans ce sens, pour Pope et Scott (1983), tant les contenus que les méthodes les plus utilisées dans l'enseignement favorisent chez les élèves une vision cumulative et objective des connaissances scientifiques, une image

vision cumulative
et objective

des sciences expérimentales comme sciences prototypiques et une vision inductiviste de la méthodologie scientifique. Mais avant d'approfondir dans ce sens, voyons quel panorama nous montrent les études sur les croyances relatives à l'enseignement des sciences.

1.2. Si l'on examine les premières études sur le contenu des **conceptions didactiques** des professeurs (Porlán, 1989), on peut distinguer trois points de vue différents.

concernant
les conceptions
didactiques

• **Un point de vue scientifique**

Il se soucie de généraliser les résultats obtenus à partir d'analyses multifactorielles d'un large échantillonnage de questionnaires orientés. Les travaux de Wehling et de Charters (1969), ceux de Victor (1976) avec le *Questionnaire des conceptions du professeur sur le processus éducatif*, celui de Bauch (1984) avec un *Inventaire des croyances sur l'enseignement* (qui porte sur le contrôle du professeur et la participation des élèves) ainsi que des observations de classes en sont des exemples représentatifs. Halkes et Deijkers (1983) ont également réalisé une intéressante compilation d'informations sur le contenu de la pensée pédagogique des professeurs (qu'ils dénomment *critères subjectifs d'enseignement*) ; celle-ci a servi de base à l'élaboration d'un questionnaire et a été soumise à différents contrôles. Ce questionnaire a été utilisé avec différents échantillons de professeurs ; les résultats ont mis en évidence trois noyaux essentiels de conceptions relatives à l'enseignement, centrées respectivement sur : le contrôle du professeur, la participation des élèves et le flux d'activités.

un point de vue
basé sur l'étude
de larges
échantillonnages

• **Un point de vue interprétatif**

Il cherche davantage à approfondir les croyances d'échantillons plus réduits de sujets (voire même d'un seul professeur) et utilise des méthodologies qualitatives pour analyser les données obtenues à travers des entretiens, des questionnaires ouverts, des journaux, d'autres productions écrites, des observations de classe, etc. Elbaz (1981), par exemple, a décrit de manière approfondie les connaissances pratiques d'un professeur dont le contenu fait référence à cinq catégories : la matière enseignée, les caractéristiques du cursus, le style d'enseignement, l'ambiance de la classe et l'image de soi. C'est à partir de ce même point de vue que Buitink et Kemme (1986) ont développé le concept de *théorie éducative subjective* pour décrire les justifications qu'un échantillon de six futurs professeurs donnait à leurs propres comportements face aux élèves. Leurs principales conclusions montrent le caractère global et relativement dynamique de ces théories puisqu'elles changent seulement dans la mesure où elles sont perçues comme inadéquates pour la pratique de classe.

un point de vue
basé sur l'analyse
approfondie
d'échantillons
réduits

• **Un point de vue critique**

un point de vue critique qui sert de base à la transformation des pratiques

Nous adhérons dans une large mesure à ce point de vue qui utilise la recherche en tant qu'aide à la transformation des pratiques des enseignants. Comme exemple nous pouvons citer les travaux d'Oberg (1986) dans lesquels il utilise la technique du répertoire de grille de Kelly pour tenter de définir les constructions sous-jacentes aux pratiques professionnelles. Pour cela, il a demandé à 19 professeurs d'écrire sur leurs pratiques. Les catégories qui furent définies (le rôle du professeur, l'apprentissage, l'enseignement, l'élève et les contenus) furent utilisées à leur tour pour étudier de manière approfondie les pratiques d'un des professeurs. L'auteur transforma la liste des constructions hypothétiques en une série de principes organisés qui servirent de base pour l'orienter dans sa réflexion critique sur les pratiques ; de même, les catégories et les constructions détectées servirent à organiser et analyser les conceptions des autres professeurs.

prédominance de la conception d'un enseignement de type traditionnel

En définitive, les études empiriques sur les conceptions didactiques que nous avons mentionnées montrent une tendance de la majorité à concevoir l'enseignement comme une activité centrée sur les explications du professeur, les contenus constituant l'axe principal de la dynamique de classe contrôlée et dirigée par le professeur. De notre point de vue, *"ces données réaffirment l'évidence quotidienne qu'à l'école, prédomine encore un enseignement que nous avons l'habitude de qualifier de traditionnel"* (Porlán, 1995, p. 11). Mais, en même temps, ces informations révèlent des croyances et des pratiques alternatives par rapport à l'enseignement traditionnel qui, non seulement sont minoritaires, et qui ne sont pas très "consistantes". Autrement dit, soyons conscients du fait qu' *"il n'existe pas dans la pratique éducative, de références à des cursus suffisamment éprouvés pour pouvoir déplacer à court terme les tendances les plus traditionnelles"* (Porlán, 1993, p. 160). D'où la nécessité de revendiquer des lieux et des moments pour mettre en pratique des approches alternatives à celles qui dominent actuellement.

concernant les conceptions de l'épistémologie scolaire

1.3. Pour étudier les **conceptions scientifiques et didactiques** des professeurs, on utilise un point de vue pluriméthodologique qui recherche le contraste entre les informations obtenues grâce à différents instruments. Pour nous, les travaux de Pope et de Scott (1983) — aux quels nous adhérons — sont clairement précurseurs d'une étude de l'épistémologie du professeur, de ses croyances sur les connaissances, de leur construction et de leur transmission en contexte scolaire. L'hypothèse centrale de ces auteurs est la suivante : *"la conception positiviste et empirico-inductiviste des sciences est en conformité avec une version absolutiste de la vérité et des connaissances. C'est ainsi que les professeurs qui soutiennent cette conception de la science, du contenu du cursus et de la façon de l'enseigner, mettront peu*

lien entre
la conception
positiviste
du professeur et
une pédagogie
ignorant
les conceptions
des élèves

ou pas du tout l'accent sur les conceptions de leurs étudiants et sur leur participation active" (Pope et Gilbert, 1983, pp. 76-77, version en espagnol).

Comme exemple d'une des études les plus représentatives, nous pouvons citer celle de Gallagher (1993). Les observations de classe et les discussions avec des professeurs sur leurs points de vue relatifs à l'enseignement lui servirent à nuancer et à enrichir quelques-unes des tendances déjà décrites par d'autres auteurs et à proposer six points de vue sur l'enseignement des sciences.

a. *L'enseignement en tant que transmission d'information*, recueillie par celui qui apprend. Pour cela, il suffit que le professeur connaisse le contenu qu'il va enseigner. La profession d'enseignant est ici considérée comme un travail simple.

b. *L'enseignement en tant que contenu organisé* implique que le professeur réalise une activité complexe d'adaptation du contenu afin qu'il puisse être "assimilé" par les élèves.

c. *L'enseignement en tant qu'ensemble d'activités de manipulations* choisies par le professeur pour que les élèves puissent découvrir le signifié des concepts.

d. *L'enseignement en tant que cycle d'apprentissage* qui commence par l'exploration, l'invention d'explications sur la base des observations réalisées et l'application de ce qui a été appris à d'autres situations.

e. *L'enseignement en tant que changement conceptuel* qui exige aussi que le professeur suive un cycle. Celui-ci commence avec l'identification des idées des élèves, se poursuit avec l'aide à apporter pour que les idées scientifiques soient comprises — ces dernières sont différentes, mais aussi, meilleures que les idées initiales —, pour qu'enfin, les unes soient remplacées par les autres.

f. *L'apprentissage en tant que construction et l'enseignement en tant que guide*. Avec cette conception, la question centrale est que le professeur doit utiliser différentes stratégies pour aider les élèves à donner un sens aux idées qu'il veut leur faire comprendre, à construire des liens entre elles et à expliquer leurs connaissances.

six points
de vue sur
l'enseignement
des sciences
retenus
par Gallagher

influence
du degré
de responsabilité
donné
aux élèves

C'est précisément le degré de responsabilité qui est donné aux élèves qui différencie les trois dernières façons de comprendre l'enseignement des sciences. L'auteur souligne enfin que la formation professionnelle est un processus lent, peu aisé, qui implique des changements profonds dans les conceptions des professeurs sur les connaissances, l'enseignement et l'apprentissage.

En définitive, les données empiriques des différents travaux consultés (Hollon et Anderson, 1987 ; Aguirre, Haggerty et Linder, 1990 ; Smith et Neale, 1991 ; Gallagher, 1993 ; Gustafson et Rowell, 1995 ; Hashweh, 1996) nous offrent une diversité de conceptions qui, dans la mesure où elles mettent en relation davantage de variables, nous rapproche d'une certaine vision de l'épistémologie manifestée par les

rôle déterminant
des conceptions
épistémologiques...

professeurs. Dans ce sens, Gimeno (1988) affirme que *“cette épistémologie implicite du professeur par rapport aux connaissances constitue une part substantielle de ses perspectives professionnelles, tracées tout au long de son expérience, dans sa formation initiale de professeur et même d’élève. La qualité de l’expérience culturelle des professeurs laisse en eux un sédiment au cours de leur formation qui sera la base de leur évaluation du savoir et des attitudes, de la science, des connaissances et de la culture. Perspectives qu’ils mettront en action lorsqu’ils auront à enseigner ou à guider les élèves dans leur apprentissage”* (p. 218). Il existe donc un renforcement des conceptions épistémologiques exprimées par les professeurs : depuis leur expérience d’élèves jusqu’à celle qu’ils acquièrent au cours de leur formation initiale, puis de cette dernière jusqu’à celle qu’ils intériorisent avec une façon bien définie de concevoir et de pratiquer l’enseignement. D’où l’importance que de nombreux auteurs donnent au traitement des conceptions épistémologiques au cours de la formation initiale et continue (Hewson et Hewson, 1987 ; Gil, 1991). Elles constituent la “matière première” ou, si l’on préfère, les obstacles les plus importants à la construction d’une connaissance professionnelle significative.

... impliquant
leur traitement
au cours de la
formation initiale
et continue

Nous allons poursuivre par une analyse de nos données sur le même sujet : se rapprocher de la pensée des professeurs à travers ce qu’ils font et disent.

2. DE LA DIVERSITÉ DES CONCEPTIONS DES PROFESSEURS AUX NIVEAUX DE FORMULATION DES CONNAISSANCES PROFESSIONNELLES

quatre études
empiriques
réalisées
de 1989 à 1994

Au cours des dernières années (1989-1994), nous avons réalisé quatre études empiriques que nous considérons importantes pour la problématique traitée. Nous avons travaillé avec des échantillons, larges ou réduits, de professeurs en formation initiale ou en exercice. Les instruments et les techniques utilisés dans le traitement des données sont résumés dans le tableau 1. Puisque instruments et techniques sont soumis à un même cadre théorique de référence et qu’une description détaillée des données ne peut être envisagée (on peut, pour cela, consulter les publications citées), nous les présenterons ensemble, en analysant chaque catégorie étudiée : image de la science, modèle didactique personnel, théorie subjective de l’apprentissage et conception du cursus (contenus, méthodologie et évaluation).

Tableau 1. Études réalisées sur les conceptions épistémologiques des professeurs

ÉTUDES	ÉCHANTILLONS	INSTRUMENTS	TECHNIQUES
ÉTUDE 1 (Porlán, 1989 ; 1994)	7 futurs professeurs d'enseignement général de base (EGB)	Entretien Informations écrites (Journal de pratiques)	Analyse de contenu
ÉTUDE 2 (Porlán, 1989)	107 futurs professeurs EGB 158 professeurs EGB	Inventaire de croyances pédagogiques et scientifiques (INPECIP)	Analyse de composants principaux (ACP)
ÉTUDE 3 (Martín, 1994)	24 futurs professeurs EGB	INPECIP	ACP
ÉTUDE 4 (Martín, 1994)	6 groupes de 4 futurs professeurs EGB	Informations écrites (Conception unité didactique)	Analyse de contenu

En conformité avec d'autres études, nous détectons, pour les différentes catégories étudiées, une diversité de conceptions qui nous permet d'établir différents niveaux de formulation dans une progression possible avec :

- a. un niveau de départ qui, en général, est plus proche des tendances majoritaires du corps enseignant,
- b. des niveaux intermédiaires qui tentent de surmonter, avec parfois des approches très différentes, les obstacles que supposent les dites tendances majoritaires,
- c. et un niveau de référence qui tente de dépasser les difficultés que présentent les réponses partielles des niveaux intermédiaires et qui se rapproche de la connaissance professionnelle que nous considérons comme souhaitable (Porlán et al., 1996).

D'après nos points de vue sur la nature, l'organisation et la construction de la compétence professionnelle (Porlán, Rivero et Martín, 1996), cette façon de synthétiser les données empiriques est utile pour la pratique de la formation du corps enseignant (l'étude des conceptions des élèves l'est aussi) ; en effet, elle est liée à l'hypothèse que des obstacles rendent difficile l'avancement vers des conceptions toujours plus évoluées sur le savoir, son enseignement et son apprentissage en contexte scolaire. Pourtant, il ne s'agit pas d'itinéraires fermés à parcourir par tous les professeurs ; il s'agit plutôt de références pour le formateur, qui doivent l'enrichir et contraster avec les données qui proviennent de l'expérimentation de stratégies de formation en cohérence avec ces suppositions.

2.1. Image de la science : de l'empirisme au relativisme

Dans les études 2 et 3 ont été détectés trois modèles relatifs à l'image de la science : rationalisme, relativisme et empi-

différents niveaux
de formulation
pour chaque
catégorie de
conceptions

analyse
synthétique :
référence
pour le formateur

plus grande
diversité chez
les futurs
professeurs

risme, ce dernier correspondant aux facteurs qui expliquent un plus haut pourcentage de variation (voir tableau 2). En outre, comme on peut le constater, les futurs professeurs présentèrent une plus grande diversité de conceptions que les professeurs en exercice, plus proches de l'empirisme. Cela est probablement dû au fait que les premiers n'ont pas une expérience empirique suffisante à confirmer avec leurs idées et que leurs points de vue sont peu stables dans la mesure où ils ne répondent pas à des critères très définis.

Tableau 2. Interprétation des facteurs obtenus par les analyses de composants principaux (ACP) en rapport avec l'image de la science (INPECIP)

IMAGE DE LA SCIENCE		ANALYSE DE COMPOSANTS PRINCIPAUX		
		FACTEUR 1	FACTEUR 2	FACTEUR 3
ÉTUDE 2 (Porlán, 1989)	Professeurs EGB	Empirisme modéré (14,28 %)	Empirisme modéré (13,07 %)	Empirisme radical (12,00 %)
	Futurs professeurs EGB	Empirisme radical (13,35 %)	Relativisme (10,07 %)	Rationalisme (9,64 %)
ÉTUDE 3 (Martín, 1994)	Futurs professeurs EGB	Empirisme modéré (15,87 %)	Empirisme radical (13,06 %)	Dimension réaliste et objectiviste des connaissances (13,04 %)

Entre parenthèses est indiqué le pourcentage de variation de chaque facteur.

Les résultats obtenus dans ces deux études se situent dans la ligne de ceux mentionnés plus haut en ce qui concerne la tendance la plus représentative. Pour ce qui est de l'étude 1, cette tendance se résume dans les principes suivants.

- **Principe de la neutralité et de l'authenticité des connaissances scientifiques**

Les connaissances sont dans la réalité et la science en est un reflet certain (réalisme). Il existe une seule méthode universelle pour avoir accès aux connaissances sans qu'il soit possible d'être influencé par la subjectivité (objectivisme). Cette méthode part de l'observation, de l'élaboration d'hypothèses, de l'expérimentation et de l'énoncé de théories (inductivisme). Il s'agit d'une conception empiriste radicale ou expérimentalo-inductive (Aguirre, Haggerty et Linder, 1990). Néanmoins, les hypothèses de départ peuvent exercer une certaine influence sur le processus (*empirisme modéré*) : c'est ce que Aguirre, Haggerty et Linder (1990) appellent une conception *expérimentalo-falsificatrice*.

conception
expérimentalo-
inductive

- **Principe de la véracité des connaissances scientifiques**

Les connaissances scientifiques, qui sont obtenues de manière empirique, ont un caractère absolu et universel. Bien que, dans certains domaines, on puisse observer une

certaine tension avec des positions plus relativistes. Cela est dû en partie au fait que l'existence de différentes théories scientifiques sur un même phénomène au cours de l'histoire est connue.

• **Principe de la supériorité des connaissances scientifiques**

un certain autoritarisme épistémologique

Il correspond à l'idée d'un certain autoritarisme épistémologique qui considère les connaissances scientifiques, en particulier celles des sciences expérimentales, comme une forme supérieure de connaissances et qui dévalorise les connaissances plus subjectives et quotidiennes.

cependant des conceptions relativistes apparaissent

Cependant, dans cette même étude sont apparues d'autres positions qui ne sont pas propres à un empirisme épistémologique. L'une que nous pouvons identifier avec des conceptions relativistes dans la perspective détectée par Koulaidis et Ogborn (1989), avec une certaine influence du sujet sur le processus d'élaboration des connaissances (ses propres idées et centres d'intérêt, l'influence des théories sur l'observation, etc.) et avec un caractère plus provisoire et évolutif ; et une autre que nous pouvons identifier avec des conceptions plus rationalistes.

Sur le tableau 3 nous pouvons observer un aperçu de cette diversité de conceptions sur les connaissances scientifiques en termes de formulations de complexité croissante.

Tableau 3. Niveaux de formulation sur l'image de la science

IMAGE DE LA SCIENCE		
RATIONALISME	EMPIRISME RADICAL	ALTERNATIVE
<p><i>“Le modèle rationaliste répond à un point de vue qui considère que les connaissances sont un produit de l'esprit humain, généré au moyen de la rigueur logique et de la raison. Pour le rationalisme, les connaissances ne se trouvent pas dans la réalité et ne s'obtiennent pas non plus en observant cette dernière, étant donné que les sens de l'homme déforment inévitablement les faits et, par conséquent, altèrent la réalité en empêchant le savoir authentique. Cette position intellectuelle correspond à une forme d'absolutisme non empiriste.”</i> (Porlán, 1989, p. 313)</p>	<p><i>“Se fonde sur la croyance que l'observation de la réalité permet d'obtenir par induction les connaissances objectives et vraies qui, alors, sont un reflet de la réalité (objectivisme, absolutisme et réalisme).”</i> (Porlán, 1989, p. 315)</p> <p>EMPIRISME MODÉRÉ</p> <p><i>“Proche d'un inductivisme nuancé ou d'un certain falsificationnisme expérimentaliste dans lequel l'hypothèse et l'expérimentation se substituent à la pure observation comme axe fondamental du processus scientifique.”</i> (Porlán, 1989, pp. 314-315)</p>	<p><i>“Une nouvelle image de la science en tant qu'activité conditionnée socialement et historiquement, menée à bien par des scientifiques (individuellement subjectifs mais collectivement critiques et sélectifs), détenteurs de différentes stratégies méthodologiques qui embrassent des processus de création intellectuelle, une validation empirique et une sélection critique, à travers lesquelles se construit un savoir temporel et relatif qui change et se développe en permanence.”</i> (Porlán, 1989, p. 65)</p>

vision absolutiste :
obstacle à une
épistémologie
constructiviste

D'autre part, "l'arrière-fond absolutiste qui est présent dans la vision empiriste de la science comme dans sa vision rationaliste (c'est-à-dire tant dans ce que les professeurs pensent que dans ce qu'ils font) est, de notre point de vue, l'obstacle le plus puissant au développement d'une épistémologie constructiviste" (Porlán et Martín, 1996, p. 27).

La vision des connaissances scientifiques comme quelque chose d'absolu, d'objectif, d'achevé, de décontextualisé et de neutre, est l'obstacle épistémologique, le noyau dur des conceptions, dans la terminologie d'Astolfi (1993) ; il empêche de considérer les connaissances scolaires (et la connaissance professionnelle elle-même) comme des connaissances épistémologiquement différenciées (et non comme une reproduction encyclopédique, fragmentée et simplifiée des disciplines), et les connaissances des élèves comme des connaissances alternatives (et non comme des connaissances erronées à remplacer par les correctes). Sur la base de notre expérience, nous sommes en mesure de dire que ces conceptions peuvent être « activées » au cours du processus de formation, à partir du travail sur des hypothèses de cursus en rapport avec des lieux communs concrets (Porlán et Martín, 1996).

2.2. Modèles didactiques : les alternatives au modèle traditionnel

trois modèles...

La plus grande représentativité de la conception empiriste de la science ne comporte pas, dans les sujets, d'homogénéité dans la façon de comprendre les processus d'enseignement-apprentissage. Les résultats font apparaître trois tendances ou modèles didactiques personnels (voir tableau 4).

Tableau 4. Interprétation des facteurs obtenus par les ACP des déclarations relatives au modèle didactique personnel (INCECIP)

MODÈLE DIDACTIQUE		ANALYSE DE COMPOSANTS PRINCIPAUX		
		FACTEUR 1	FACTEUR 2	FACTEUR 3
ÉTUDE 2 (Porlán, 1989)	Futurs professeurs EGB	Technologique (12,85 %)	Technologique (11,14 %)	Alternatif (10,57 %)
	Professeurs EGB	Traditionnel (22,5 %)	Alternatif (15,64 %)	Technologique (9,78 %)
ÉTUDE 3 (Martín, 1994)	Futurs professeurs EGB	Alternatif-Technologique (20,02 %)	Technologique (17,11 %)	Traditionnel (13,81 %)

Entre parenthèses est indiquée la variation exprimée pour chaque facteur.

... technologique...
 • *Modèle technologique*, identifié fondamentalement avec les objectifs comme axe structurant la pratique et comme référence pour l'évaluation de l'apprentissage des élèves. Ce modèle apparaît parmi les facteurs qui expliquent un pourcentage plus élevé de variation entre les échantillons de futurs professeurs dans les études 2 et 3. Cette tendance

est également détectée dans l'étude 1 ; en synthèse, il s'agit d'un principe de rationalité scientifique des connaissances didactiques, en fonction duquel est adoptée une position scientiste et expérimentaliste dans l'étude des processus d'enseignement-apprentissage. L'enseignement est conçu comme une activité technique dont la qualité s'améliorera grâce à l'utilisation de méthodes plus scientifiques.

... traditionnel...

- *Modèle traditionnel*, qui paraît plus représentatif parmi les professeurs en activité et qui est centré sur la transmission verbale des contenus.

... alternatif,
plus complexe...

- Sont apparues également des déclarations qui reflétaient une *conception alternative du processus d'enseignement-apprentissage*, et qui mettaient l'accent sur son caractère complexe, sur la participation des élèves et sur le rôle de chercheur du professeur.

... correspondant
à des niveaux
de formulation
différents

D'après ce qui précède et sur la base d'autres études (Porlán et Martín, J., 1991 ; Porlán, 1993 ; Martín, R., 1995), nous pouvons considérer le modèle didactique de type traditionnel (centré sur les contenus et le professeur ou dépendant d'eux) comme un premier niveau de formulation proche des considérations quotidiennes sur l'acte d'enseigner. La critique de ce modèle, sur le plan du manque de rigueur (critique scientífico-technique) ou sur celui du manque de participation des élèves (critique idéologique), provoque deux tendances alternatives : l'une technologique, l'autre spontanée. Toutes deux se situent à un niveau de formulation intermédiaire puisqu'elles tentent de résoudre les problèmes posés par le rationalisme et l'encyclopédisme du modèle traditionnel en transférant l'empirisme scientifique sur le terrain didactique : la première à travers des processus excessivement fermés et rigides, la seconde étant plus proche de l'idée d'une *découverte inductive et autonome* des élèves (Gil, 1983). Enfin, à un niveau de plus grande complexité, nous situerions un modèle didactique de type constructiviste et investigatif (voir tableau 5).

Tableau 5. Niveaux de formulation relatifs au modèle didactique personnel

MODÈLE DIDACTIQUE		
TRADITIONNEL	TECHNOLOGIQUE	ALTERNATIF
<p><i>“L’approche traditionnelle représente une conception ascientifique des processus d’enseignement-apprentissage selon laquelle, dans le meilleur des cas, il suffit que le professeur ait une bonne formation sur les contenus de la matière et certaines qualités humaines en harmonie avec l’activité d’enseignant, pour que le système fonctionne. Lorsqu’il échoue, ou cela est dû au fait que le professeur ne réunit pas les conditions requises mentionnées, ou bien que les élèves sont des étudiants déficients ou qu’ils ont des capacités intellectuelles limitées. Dans cette approche, l’axe fondamental autour duquel gravitent l’organisation et le développement des tâches scolaires est l’axe thématique des contenus, d’où la dénomination qui lui est souvent donnée de pédagogie de contenus.”</i> (Porlán, 1989, p. 325)</p>	<p><i>“ Face à l’ascientifisme de l’approche traditionnelle, l’approche technologique est caractérisée par le fait de concevoir l’enseignement dans une perspective de rationalité pratique de type instrumental. D’après celle-ci, la Science, qui représente la véritable connaissance, peut prescrire des normes et des procédés techniques rigoureux qui garantissent une pratique efficace. La Didactique est conçue comme une activité scientifique-technique chargée de recherche et de normes pour la pratique de l’enseignement. C’est l’approche technique ou par objectifs.”</i> (Porlán, 1989, p. 327)</p> <p style="text-align: center;">SPONTANÉISTE</p> <p><i>“L’approche spontanéiste met l’accent sur le fait de placer l’élève au centre de l’enseignement afin qu’il puisse s’exprimer, participer et apprendre dans un climat de spontanéité et de naturel, dans lequel son intérêt agit comme un important élément organisateur.”</i> (Porlán, 1993, p.155)</p>	<p><i>“ La raison pour laquelle ce modèle est désigné par un terme aussi ambigu vient du fait que nous ne disposons pas encore d’un référentiel théorique consolidé qui nous permette d’unir en un seul concept synthétique ses traits les plus caractéristiques. Nous nous référons, par exemple, aux dimensions de relativisation, complexes et écologistes qui se situent parmi les conceptions critique et interprétative de la théorie de l’enseignement.”</i> (Porlán, 1989, p. 328)</p>

2.3. Théorie de l'apprentissage : de l'esprit "en blanc" à la construction de signifiés

Dans les études 2 et 3 (voir tableau 6), parmi les conceptions des professeurs sur l'apprentissage, les facteurs qui expliquent un taux supérieur de variation sont en rapport avec l'idée que l'élève est un esprit "en blanc" ou une table rase, qui reçoit une information du professeur et qui en percevra la signification dans la mesure où il sera attentif et où il n'y aura aucun dysfonctionnement ; c'est ce que nous pou-

de l'appropriation de signifiés...

vons appeler *apprentissage par appropriation de signifiés externes* au sujet (Porlán, 1989). Cependant, cette conception doit être nuancée dans le cas de l'étude 3 dans la mesure où de nombreux sujets reconnaissent que les élèves ont des conceptions spontanées et que, pour pouvoir apprendre, il est nécessaire que le professeur "corrige" les idées des élèves si elles sont erronées pour les remplacer par des idées exactes ; c'est ce que Hollon et Anderson (1987) appellent orientation de l'apprentissage en tant que *compréhension du contenu* selon laquelle les élèves ajoutent des connaissances ou corrigent celles qu'ils ont déjà à partir des explications du professeur. Nous pouvons alors considérer que la conception la plus représentative sur l'apprentissage est "polluée" par une idée de plus en plus répandue parmi les professeurs : les élèves ont des idées sur le monde qui doivent être prises en considération (reste à savoir quelle considération didactique elles méritent et que faire de ces idées).

Tableau 6. Interprétation des facteurs obtenus par les ACP des déclarations en relation avec l'apprentissage (INPECIP)

THÉORIE SUBJECTIVE DE L'APPRENTISSAGE		ANALYSE DE COMPOSANTS PRINCIPAUX		
		FACTEUR 1	FACTEUR 2	FACTEUR 3
ÉTUDE 2 (Porlán, 1989)	Futurs professeurs EGB	Appropriation de signifiés (12,50 %)	Assimilation de signifiés (11,35 %)	Appropriation de signifiés (10,50 %)
	Professeurs EGB	Appropriation de signifiés (20,85 %)	Assimilation de signifiés (15,42 %)	Construction de signifiés (9,14 %)
ÉTUDE 3 (Martin, 1994)	Futurs professeurs EGB	Appropriation de signifiés (16,45 %)	Assimilation de signifiés (16,41 %)	(*) (13,81 %)

Entre parenthèses est indiquée la variation exprimée pour chaque facteur.

(*) Dans ce cas, le facteur contient un nombre de déclarations que nous considérons insuffisant pour inférer une conception déterminée de l'apprentissage.

... à la construction des signifiés

Des facteurs proches d'une conception que nous appelons *par assimilation de signifiés* (Porlán, 1989) sont également apparus. D'après celle-ci, pour apprendre, il faut être personnellement impliqué dans le contenu de l'apprentissage et établir des liens entre ce dernier et ce que l'on sait déjà sur la question, de façon à l'intégrer de manière significative à la structure cognitive ; c'est ce que Hollon et Anderson (1987) désignent par orientation de *développement conceptuel* et qui apparaît également dans l'étude de Aguirre, Haggerty et Linder (1990). Par ailleurs, l'échantillon constitué par des professeurs de collège en exercice a montré des approches très diverses parmi lesquelles ont pu même être détectées des déclarations proches de l'idée de construction des signifiés.

l'obstacle : ne pas tenir compte des conceptions ou les assimiler à des erreurs

Sur le tableau 7, on peut distinguer les niveaux de formulation que nous proposons en rapport avec la manière de concevoir l'apprentissage en contexte scolaire. Dans cette progression, la conception selon laquelle les élèves "ne savent rien" ou ont des idées "erronées" agit en tant qu'obstacle pour considérer les conceptions des élèves comme des connaissances alternatives qui doivent interagir avec les connaissances scolaires que nous considérons comme souhaitables. Nous pouvons considérer cet obstacle comme faisant partie d'une conception réductionniste et additive du système cognitif (García, 1995).

Tableau 7. Niveaux de formulation sur l'apprentissage

THÉORIE DE L' APPRENTISSAGE		
APPROPRIATION	ASSIMILATION	CONSTRUCTION
<p><i>"Ensemble de croyances assez généralisées qui conçoivent le fait d'apprendre comme un acte d'appropriation cognitive au moyen duquel le sujet qui apprend prend à l'extérieur, soit d'une autre personne, d'un texte écrit ou de la réalité elle-même, des signifiés déterminés. Cela présuppose que la transmission de signifiés est un processus neutre et objectif dans lequel les messages ne subissent ni altérations ni déformations entre le sujet émetteur et le sujet récepteur. Cela présuppose également que dans chaque concept, processus ou information qu'il convient d'enseigner ou d'apprendre, il n'existe qu'un seul signifié exact. Celui qui va apprendre quelque chose le fait ou parce qu'il ne possède pas le signifié en question, ou parce que celui qu'il possède est inexact. Cette idée concernant l'apprentissage a été représentée par les métaphores du verre vide ou de l'esprit en blanc."</i></p> <p>(Porlán, 1989, p. 337)</p>	<p><i>"De ce point de vue, ce qui est important n'est pas d'absorber un signifié comme s'il s'agissait d'un paquet d'information que nous rangerions sur une étagère déterminée de notre mémoire pour l'utiliser quand cela nous semble nécessaire. Ce qui est important est d'assimiler, de se l'approprier de manière significative, de le comprendre en profondeur, de l'intégrer à une structure cognitive de caractère relationnel. Cela suppose une attitude plus active du sujet. Pour assimiler, il faut vouloir le faire, il faut s'y intéresser par soi-même et avoir des dispositions. Mais assimiler suppose aussi posséder les signifiés antérieurs et collatéraux qui permettent de réaliser avec succès les opérations d'assemblage du nouveau signifié."</i></p> <p>(Porlán, 1989, pp. 339-340)</p>	<p><i>"La construction de connaissances est un processus au cours duquel l'individu et le groupe ne font pas que construire graduellement parce que, dans ce processus, le sujet élabore les signifiés et ne fait pas que les prendre ou les assimiler, il construit de manière singulière le chemin spécifique de son évolution. Il n'y a donc pas de structures rigides et uniques de développement préfixé, ni d'objectifs finaux obligés dans le processus ; il y a des itinéraires de personnes et de groupes influencés socialement, qui constituent des développements cognitifs semi-autonomes, sans référentiels absolu et terminal devant être nécessairement atteints."</i></p> <p>(Porlán, 1989, p. 342)</p>

2.4. Conception du cursus : le transfert de l'empirisme scientifique au terrain didactique

étude 4 centrée sur un champ conceptuel concret : la réaction chimique

Dans les études précédentes, nous n'avons fait référence à aucun contenu scolaire concret étant donné qu'il s'agissait de décrire des conceptions générales sur la science, l'enseignement et l'apprentissage. Il est intéressant à présent de commenter les liens possibles entre l'épistémologie scolaire des professeurs et leurs conceptions sur l'enseignement d'un champ conceptuel concret. C'est ainsi que l'étude 4 était centrée sur la conception d'un cursus relatif à un contenu scolaire : la réaction chimique. Pour ce faire, a été réalisée une analyse de contenu des conceptions qui apparaissent dans les unités didactiques élaborées par six groupes de quatre futurs professeurs de collège en situation habituelle de classe, pendant une formation initiale ; la thématique de référence était l'enseignement de la réaction chimique en 4^{ème} (14 ans).

Dans cette étude, les conceptions des cursus qui découlent des modèles didactiques précédemment décrits (traditionnel, technologique, spontanéiste et alternatif) nous ont servi de référence pour donner un sens aux différentes sous-catégories des dits cursus (contenus, méthodologie et évaluation), ce qui a orienté l'analyse du contenu des conceptions des unités didactiques (voir tableau 8).

contenus enseignés : le plus souvent ensemble cumulatif et fragmentaire de concepts, lois et théories

Les résultats montrent que les contenus que la grande majorité des sujets observés prétend enseigner sont un ensemble cumulatif et fragmentaire de concepts, lois et théories dont la structure répond à la version simplifiée et dogmatique des connaissances de la matière offerte par les manuels scolaires. Les contenus sont organisés de manière linéaire, sous forme de listes, sans que rien ne les relie. Par ailleurs, les contenus que l'on tente d'enseigner sont indiqués, mais sous une forme qui n'est pas adaptée à des élèves de 14 ans. Cependant, à côté de cette tendance majoritaire, quelques éléments donnent une certaine complexité au contenu de l'enseignement, en particulier lorsqu'on tente de répondre à l'éventuel intérêt des élèves pour les réactions chimiques (application et utilité de ces phénomènes). Pourtant, en aucun cas, les contenus ne sont organisés autour des problèmes importants pour le contexte scolaire de façon que les connaissances d'origines diverses puissent être intégrées et réélaborées ; de même, aucun autre niveau de formulation n'est proposé pour le concept de réaction chimique et aucun lien n'est établi entre concepts de même niveau. Ces constats sont dus, entre autres, au fait que les professeurs n'ont pas reçu de formation dans leur discipline, ni en didactique, qui les prépare à ces tâches.

méthodologie majoritaire : application empiriste de la méthode scientifique et explications du professeur

Dans la méthodologie utilisée pour enseigner apparaît une tendance majoritaire basée sur le mélange de deux éléments : l'application empiriste de la méthode scientifique (activités d'observation de phénomènes pour inférer des concepts) et l'explication du professeur pour faire com-

Tableau 8. Niveaux de formulation dans les différentes catégories curriculaires

SOUS-CATÉGORIES (aspects étudiés)	APPROCHE CURRICULAIRE (hypothèse de progression)		
	Approche traditionnelle	Tendance technologique ----- Tendance spontanéiste	Approche alternative (constructiviste et investigative)
CONTENUS - niveaux de formulation - amplitude et diversité - organisation	Le contenu des connaissances scolaires en tant que reproduction simplifiée des connaissances dans la discipline concernée	Le contenu des connaissances scolaires comme adaptation contextuelle des connaissances de la discipline ----- Le contenu des connaissances scolaires comme adaptation contextuelle des connaissances	Le contenu des connaissances scolaires en tant que réélaboration et intégration des connaissances provenant de différentes sources
MÉTHODOLOGIE - rôle didactique des conceptions des élèves - caractérisation des activités - interaction professeur-élèves	Basée sur la transmission verbale des connaissances par le professeur pendant que les élèves l'écoutent et/ou réalisent des activités de vérification en rapport avec ce qui est expliqué	Basée sur la version forte (inductivisme) de l'empirisme. Les objectifs comme fil conducteur des activités ----- Basée sur la version faible de l'empirisme. L'intérêt de l'élève comme fil conducteur des activités	La recherche de problèmes d'intérêt potentiel est ce qui donne un sens aux activités, les idées des élèves étant un référentiel continu du processus
ÉVALUATION - finalité - contenu - instruments	L'évaluation en tant que note pour vérifier que les élèves se sont bien appropriés les concepts expliqués	L'évaluation en tant que mesure du degré d'atteinte des objectifs ----- L'évaluation en tant que participation à la dynamique de la classe	L'évaluation en tant que recherche pour ajuster enseignement et apprentissage (c'est-à-dire, l'hypothèse des connaissances scolaires souhaitables et l'évolution réelle des conceptions des élèves)

prendre les concepts en question. Pour cette tendance, soit les idées des élèves ne sont pas prises en compte, soit elles sont considérées comme des pré-requis conceptuels qu'ils doivent posséder. Les interactions professeur-élèves se limi-

tent plutôt à une relation unidirectionnelle qui va du rôle directif du professeur au rôle actif de l'élève (dans le sens où il réalise les activités demandées par le professeur). De même, à côté de ces éléments majoritaires se mêlent des éléments minoritaires qui définissent deux tendances méthodologiques distinctes dans des groupes différents.

deux tendances
méthodologiques
minoritaires :
centrées sur
l'intérêt
des élèves...

- La première correspond à une méthodologie centrée sur l'intérêt et la participation des élèves, elle recherche tout ce qui est susceptible de les surprendre. Le professeur joue ainsi un rôle de préparateur de toute activité présentant un potentiel de motivation des élèves (informations, films, représentations théâtrales, bal costumé...). Tout semble indiquer que ce qui est recherché avant tout est une attitude favorable à l'apprentissage. Par conséquent les idées des élèves sont considérées comme une manifestation de leur intérêt pour le sujet et non pas comme des connaissances qu'il faut faire évoluer.

... ou sur leurs
conceptions

- La deuxième tendance correspond à une méthodologie centrée sur les conceptions des élèves, les discussions et sur le rôle du professeur qui oriente toutes ces idées vers des connaissances partagées.

pas de véritables
modèles

Nous devons insister néanmoins sur le fait qu'il s'agit là d'éléments qui différencient les propositions méthodologiques de ces groupes par rapport à celles des autres, mais ce ne sont pas des modèles proprement dits (spontanéiste dans un cas, constructiviste dans l'autre).

La séquence d'activités prototypique pourrait être : observation de phénomènes → inférence de concepts → explication du professeur comme renforcement → application à d'autres situations.

évaluation
en cohérence
avec un modèle
didactique
traditionnel

En ce qui concerne l'évaluation, tout semble indiquer qu'elle est en cohérence avec un modèle didactique traditionnel (vérification finale des apprentissages conceptuels au moyen d'épreuves écrites), mais "polluée" par des éléments plus caractéristiques d'une tendance technologique (diagnostics initial et final du niveau de connaissances) ou spontanéiste (pas d'épreuves écrites, importance de l'attitude de l'élève), ou même complexe (processus continu d'amélioration de l'apprentissage comme de la progression elle-même à travers l'information provenant de sources très diverses).

En résumé, l'interaction entre leurs connaissances concernant la réaction chimique et les connaissances didactiques générales a permis aux futurs professeurs d'élaborer une proposition de cursus qui se caractérise par :

les
caractéristiques
du cursus
élaboré pour
enseigner
la réaction
chimique

- a. l'utilisation de manuels de même niveau comme référence fondamentale pour la sélection des contenus et de matériels de cours centrés sur les activités ;
- b. une séquence linéaire de contenus organisés selon la logique de la discipline et sur un mode cumulatif, caractéristiques des manuels utilisés ;
- c. une séquence fermée d'activités d'observation en laboratoire,

dirigées par le professeur, qui permettent aux élèves d'inférer les concepts ;

- d. une série d'outils, en particulier des épreuves écrites, pour vérifier que les élèves ont acquis les connaissances définies au préalable.

Ainsi donc, les conceptions didactiques générales qui apparaissent sont "polluées" par des approches plus simplistes (ou traditionnelles) sur l'enseignement (le professeur comme source de connaissances véritables) et l'apprentissage (les élèves s'approprient les connaissances qu'ils n'ont pas et qui se trouvent dans la réalité et dans les explications du professeur) lorsqu'elles entrent en contact avec le concret, c'est-à-dire au moment d'élaborer une proposition didactique sur la réaction chimique. Nous comprenons que du fait que les étudiants-professeurs rejettent l'enseignement de type transmissif qu'ils ont reçu, ils expriment certaines approches alternatives si bien que, en réalité, celles-ci sont le produit de l'interaction entre ce rejet et l'influence à laquelle ils ont été soumis par imprégnation lorsqu'ils étaient élèves. Autrement dit, tout en rejetant cet enseignement, dans la mesure où ils n'en ont pas reçu d'autre, ils ne remettent en cause que les aspects les plus évidents (les cours sont ennuyeux, il n'y a pas d'activités pratiques, tout doit être appris par cœur, etc.) et non leurs fondements didactiques (en particulier ceux liés à l'apprentissage et au type de connaissances impliqué dans le processus). D'autre part, il peut arriver qu'ils ne disposent pas encore de suffisamment d'éléments théoriques et pratiques pour transférer leurs approches d'ordre général à l'enseignement dans un domaine conceptuel concret.

interaction entre le rejet de l'enseignement de type transmissif et l'imprégnation subie en tant qu'élève

l'obstacle absolutiste conduit le professeur...

... à opter pour un point de vue plus technologique que spontanéiste

Cet arrière-fond absolutiste de la conception empiriste des connaissances, détecté chez les futurs professeurs, les conduit à penser qu'un processus d'inférence (activités basées sur l'observation de phénomènes), dirigé par le professeur et renforcé par ses explications, amènera les élèves à acquérir les connaissances définies au préalable ; le moment venu, les élèves corrigent leurs erreurs ou comblent d'éventuelles lacunes dans leurs connaissances antérieures. Ainsi donc se confirme l'obstacle absolutiste représenté par les conceptions épistémologiques des professeurs qui les font opter pour un point de vue plus technologique que spontanéiste au moment où il leur faut considérer les connaissances scolaires en général et ce domaine conceptuel en particulier.

En définitive, la transposition ou transformation didactique qu'effectuent les futurs professeurs consiste à reproduire la vision cumulative, fragmentaire et non interactive des réactions chimiques qui est la leur. Dans ce processus, c'est le type de transposition qui influe fondamentalement ; il apparaît à son tour dans les textes scolaires (simplification des contenus des disciplines, organisation de ceux-ci en fonction de la logique de la discipline et vision empiriste et ency-

une transposition didactique qui consiste à reproduire une vision cumulative et fragmentaire de la réaction chimique

clopédique des connaissances scientifiques) puisqu'ils sont utilisés comme sources d'information privilégiée pour déterminer les contenus à enseigner, et également dans le matériel de cours centré sur les activités (qui favorise aussi une vision empiriste de la science). De notre point de vue, l'obstacle didactique fondamental est une vision mécanique et simpliste d'activités qui caractérisent les *compétences pratiques professionnelles* : la transformation et l'intégration des connaissances d'origines diverses (les disciplines scientifiques, les connaissances des élèves, la problématique de l'environnement social, les connaissances scolaires déjà élaborées...) en une hypothèse de progression des connaissances scolaires (Martín, 1994a).

2.5. Une approche de l'épistémologie scolaire des professeurs

une théorie des connaissances scolaires

Comme nous l'avancions dans l'étude d'autres travaux empiriques, nous avons également tenté de définir une approche plus globale des conceptions afin de nous rapprocher de ce qui serait "*une théorie spécifique des connaissances données, assimilées ou construites dans le cadre et le contexte spécifiquement scolaires*" (Porlán, 1989, p. 366). C'est ainsi qu'actuellement les catégories étudiées sont considérées en tant que différentes dimensions d'une théorie des connaissances scolaires.

quatre hypothèses sur l'épistémologie scolaire

D'après l'analyse des principaux composants de l'ensemble des déclarations de l'INPECIP (Inventaire des Croyances pédagogiques et scientifiques des Professeurs), une série de facteurs a été obtenue qui s'organise en quatre hypothèses sur l'épistémologie scolaire, synthèse de celles qui ont été observées dans les analyses partielles commentées plus haut. Nous les présentons ci-dessous.

- **Une conception des connaissances scolaires en tant que produit fini**

d'un modèle traditionnel...

Reflet d'une position rationaliste sur la nature de la science c'est un modèle didactique traditionnel qui implique une conception de l'apprentissage basée sur l'appropriation de signifiés et une méthodologie d'enseignement axée sur la transmission des connaissances déjà élaborées par le professeur.

- **Une conception des connaissances scolaires en tant que processus technique**

Elle paraît cohérente avec une image empiriste de la science, un modèle didactique scientifico-technique, une conception de l'apprentissage par assimilation de signifiés et une méthodologie basée sur l'activité de l'élève qui applique les étapes de la méthode scientifique.

• **Une conception des connaissances scolaires en tant que processus spontané**

Elle participe également d'un empirisme plus modéré, d'une conception de l'apprentissage par assimilation et, très spécifiquement, d'une méthodologie basée sur l'activité spontanée de l'élève. D'après l'auteur, ce point de vue recherche un "mélange impossible entre l'objectivité de l'empirique et la subjectivité du spontané" (Porlán, 1989, p. 377).

• **Une conception des connaissances scolaires en tant que processus complexe**

Elle tente de dépasser la dichotomie entre ce qui est objectif et subjectif, rationnel et spontané, absolu et relatif. Que les connaissances soient relatives ne signifie pas qu'une communauté comme la communauté scolaire ne puisse choisir les connaissances qui résolvent les problèmes et satisfassent les intérêts de ses membres. Certaines déclarations qui font référence aux intérêts des élèves, à leurs connaissances préalables, à la façon de poser les problèmes,... sont quelques-uns des traits caractéristiques de cette tendance alternative.

Les résultats obtenus par les professeurs en exercice sont très variés ; ils dépendent du nombre d'années d'expérience professionnelle et de la spécialisation. Leurs conceptions épistémologiques les plus représentatives s'identifient avec une conception des connaissances qui constitue quelque chose de formel à transmettre par le professeur et à apprendre par les élèves. À côté de cette tendance majoritaire parmi les sujets les plus expérimentés, les enseignants spécialistes des sciences conçoivent les connaissances scolaires comme réductibles à l'efficacité d'un processus technique fortement dirigé par le professeur, qui programme les activités pratiques des professeurs et leur transmet les connaissances exactes. De même, et bien qu'il s'agisse d'une position minoritaire, on peut également observer un courant d'opinion très proche des conceptions relativistes, ouvertes et complexes de ce qui est scolaire.

En ce qui concerne l'échantillon des futurs professeurs, leur rejet de l'enseignement traditionnel et le fait d'adopter une conception empiriste des connaissances ne correspondent pas nécessairement à une perspective didactique spontanée mais plutôt à l'idée que "l'enseignement doit être un processus technique et dirigé qui conduise les élèves, à travers des activités pratiques (observation, expérimentation, etc.) parfaitement programmées, à découvrir les connaissances définies au préalable par le professeur" (Porlán, 1989, p. 397). Autrement dit, "les étudiants de didactique expriment un rejet significatif d'une conception des connaissances considérées comme un pur produit final. Pour eux, les connaissances sont davantage associées à des processus empiriques et pratiques qu'à un académisme rationnel, ce qui les conduit à défendre une méthodologie de travail de classe basée sur les processus scientifiques et le contact avec la réa-

... à un modèle complexe

pour la majorité des professeurs en exercice les connaissances sont formelles et à transmettre aux élèves qui apprennent

pour les futurs professeurs les connaissances sont associées à des processus empiriques et pratiques

importance
du processus
inductif dans
l'apprentissage

lité" (Porlán, 1989, p. 402). Pourtant, les contenus continuent à occuper une position centrale dans l'enseignement. Ce qui semble remis en cause, pour les futurs professeurs, c'est la manière dont l'enseignant obtient que les élèves apprennent et, dans ce sens, ainsi que nous l'avons exposé plus haut, un processus inductif semble être la garantie pour l'obtenir. En définitive, les résultats confirment que la tendance majoritaire parmi les professeurs transfère l'empirisme scientifique au terrain didactique. C'est ainsi que le processus complexe d'enseignement-apprentissage se déroule à travers la participation des élèves qui réalisent des activités pratiques en contact avec la réalité et le laboratoire afin de remplacer leurs idées erronées par des idées exactes. Ces dernières seront, en dernière instance, expliquées par le professeur.

pas forcément
de cohérence
entre tous les
points de vue
considérés

Donc, comme nous l'avons dit, chacune des tendances détectées peut être envisagée comme une hypothétique progression dans la connaissance professionnelle relative aux connaissances scolaires qui intègre les différents niveaux de formulation que nous avons proposés tout au long de cet article. Il est nécessaire d'explicitier pourquoi ne s'établira pas forcément une cohérence entre tous les points de vue considérés. Par exemple, dans l'étude 4, il apparaît que les professeurs transfèrent l'empirisme scientifique à la méthodologie didactique, mais les contenus à enseigner ne sont pas une adaptation mais une reproduction simplifiée et encyclopédique des connaissances disciplinaires concernées.

3. LES OBSTACLES ÉPISTÉMOLOGIQUES DES PROFESSEURS

les conceptions
des professeurs
correspondent
à des stéréotypes
sociaux
dominants...

Les connaissances professionnelles "de fait" (ou conceptions des professeurs) que nous avons décrites ne sont pas le résultat de décisions libres et conscientes de chacun d'eux ; elles sont la conséquence du processus de socialisation et d'adaptation des enseignants à la culture scolaire traditionnelle, à la structure du poste de travail, au cursus de la matière, aux modèles de formation initiale et permanente et, en définitive, aux stéréotypes sociaux dominants concernant l'éducation et l'école.

... et révèlent
des "tendances-
obstacles"

En outre, les connaissances professionnelles "de fait" résultent de la juxtaposition de savoirs différenciés (savoirs académiques, savoirs basés sur l'expérience, routines et scénarios d'action et de théories implicites), ce qui leur donne des caractéristiques épistémologiques spécifiques que nous pouvons résumer dans les "tendances-obstacles" suivantes (présentes en chacun de nous dans des proportions

variées) (Young, 1981 ; Pope et Scott, 1983 ; Porlán, 1989 ; Martín, 1994b ; Porlán, Rivero et Martín, 1997).

- ***Tendance à la fragmentation et à la dissociation de la théorie et de l'action, de l'explicite et du tacite***

mépris
de la théorie

On agit en fonction de routines non fondées et peu réfléchies, on met en place des principes et des croyances en accord avec les évidences empiriques apparentes apportées par l'expérience, on méprise la théorie par rejet de l'académisme rationaliste et on ignore les modèles explicatifs du comportement professionnel.

- ***Tendance à la simplification et au réductionnisme***

vision superficielle
du processus
d'enseignement-
apprentissage

La fragmentation de la connaissance professionnelle "de fait" favorise une vision superficielle des processus d'enseignement-apprentissage qui empêche d'en reconnaître les variables les plus occultes (conceptions et obstacles des élèves, structure de pouvoir de la classe, comportement d'adaptation des élèves, etc.) et qui a pour conséquence une analyse simplificatrice des problèmes, de la prise de décisions et de l'intervention professionnelle.

- ***Tendance à la conservation-adaptative et rejet de l'évolution-constructive***

conservation
des principes
et actions
routiniers

La vision simplificatrice des processus d'enseignement-apprentissage provoque, et est provoquée par, l'attitude qui consiste à conserver ces principes et ces actions routiniers qui satisfont les "apparences" plus qu'ils ne correspondent à une simplification réelle. Ces principes et ces actions sont présents majoritairement dans les contextes scolaires : conserver la notation parce qu'elle mesure l'apprentissage réel des élèves, maintenir les examens parce que sinon, les élèves n'étudient pas, garder la disposition en files et des pupitres individuels parce que, de cette façon, les élèves sont attentifs, etc. Bien évidemment, cette attitude de conservation-adaptative est relativement incompatible avec les processus de remise en cause, de prise de conscience et de construction de connaissances et d'une action progressivement plus complexe qui répondent à la nature problématique, incertaine et également complexe des processus éducatifs.

- ***Tendance à l'uniformité et rejet de la diversité***

hégémonie
de certains
modèles
didactiques

Tout ce qui précède, la fragmentation des savoirs, la vision simplificatrice et l'immobilisme, a pour conséquence le fait que les croyances et les routines relatives à l'action tendent à l'uniformité individuelle et collective ; cela est à l'origine de l'hégémonie de certaines conceptions professionnelles et de certains modèles didactiques face à d'autres qui, à leur tour, rétroalimentent les tendances antérieures. La diversité et le contraste des points de vue professionnels basés sur la

résistance à la diversité	<p>recherche critique et rigoureuse posent, justement, la question de l'émergence de nouvelles connaissances professionnelles fondées sur des théories-pratiques qui expliquent et étayent les plans d'action à la vision moins réductrice et stéréotypée des processus d'enseignement-apprentissage, et qui impliquent une ouverture à l'expérimentation basée sur les dites théories en direction d'un changement progressif et graduel. Il est donc aisé de comprendre les résistances de nombreux professionnels à accepter en tant que normalité la diversité des modèles, conceptions et pratiques au sein d'un même cadre professionnel.</p>
conceptions méta-disciplinaires correspondant à une vision simple du monde	<p>Signalons enfin que l'on trouve, derrière tous ces obstacles, certaines connaissances professionnelles d'un niveau méta-disciplinaire, de sorte que les professeurs partagent souvent avec les élèves, <i>une vision simple du monde</i> (Nisbertt et Ross, 1980 ; Viennot et Kaminski, 1991 ; Garcia, 1995 ; Porlán et Martín, 1996 ; Rivero, 1996) dont les caractéristiques sont les suivantes.</p>
modèle d'organisation additif	<ul style="list-style-type: none"> • Un modèle additif d'organisation du milieu dans lequel la réalité est entendue comme une somme d'éléments, sans que soit reconnu le caractère organisateur des interactions. Ce modèle se manifeste dans l'idée cumulative et fragmentaire que l'on a de la science, dans la façon de considérer l'apprentissage comme une somme d'informations, ou d'identifier les contenus scolaires comme une somme de thèmes.
vision égocentrique	<ul style="list-style-type: none"> • Le centrage sur une vision égocentrique du monde, dans ce qu'il a d'évident, de perceptif, de familier et de proche, de sorte que les professeurs ne prennent en considération que les événements ou les processus les plus proches de leur expérience personnelle. Cette attitude suppose fréquemment un biaisement de confirmation (le professeur ne prend en compte que les faits, les facteurs et les données qui tendent à confirmer ses théories sur les particularités des phénomènes d'enseignement-apprentissage qu'il observe) et une tendance réductionniste dans le traitement des variables de l'activité éducative. En fin de compte, cela suppose que le savoir ne se négocie pas en cours dans la mesure où le professeur admet difficilement qu'un même fait peut être compris sous différents angles.
causalité mécaniste et linéaire	<ul style="list-style-type: none"> • L'ascendant d'une causalité mécaniste et linéaire, présente dans de multiples aspects de la connaissance professionnelle (l'apprentissage en tant qu'effet et l'enseignement en tant que cause ; les stratégies d'enseignement fermées, rigides et linéaires ; la pratique comme application de la théorie, etc.).
conception statique	<ul style="list-style-type: none"> • La conception statique du monde, imprégnée de fatalisme, qui s'exprime de différentes manières. Ainsi, par exemple, l'école est perçue comme une réalité immuable ; on croit en l'hégémonie permanente de l'enseignement traditionnel, on comprend les connaissances scolaires comme des connaissances absolues et fermées, ou l'on pense que les élèves ne peuvent changer dans la mesure où ils dépendent d'un déterminisme génétique ou lié au milieu.

4. QUELQUES IMPLICATIONS POUR LA FORMATION DES ENSEIGNANTS

nécessité
de la formation
pour faire évoluer
ces conceptions

Une fois signalées les caractéristiques les plus manifestes des conceptions scientifiques et didactiques des professeurs et des obstacles les plus importants, nous pouvons affirmer qu'il y a unanimité à considérer qu'une formation épistémologique des enseignants est une nécessité. Cette formation devrait faciliter l'évolution des conceptions décrites plus haut vers des positions plus relativistes, contextualisées, évolutives et, en définitive, plus complexes sur les différents types de connaissance qui se rejoignent dans le contexte scolaire. Cependant, de même que cela se produit avec d'autres besoins de formation, ceux-ci peuvent être compris dans la pratique d'une façon académiste, sans qu'il soit tenu compte d'un fait évident : il ne s'agit pas de former des épistémologues mais des professeurs.

un dispositif
de formation
organisé dans
"des espaces
de recherche
professionnelle"...

Notre propre expérience de formateurs montre que la remise en cause et le traitement des conceptions épistémologiques des professeurs ont recours, à travers la formation (initiale et permanente), à des stéréotypes concrets relatifs aux cursus qui, par la suite, seront expérimentés avec les élèves. Tout le dispositif de formation est organisé dans ce que nous appelons des "*espaces de recherche professionnelle*" (Grupo Investigación en la Escuela, 1991, vol. III) "*de sorte que des ensembles de problèmes, de connaissances et d'activités qui sont proposés soient le lien significatif entre les problèmes des professeurs et les problèmes importants de formation professionnelle*" (Porlán et al., 1996, p. 36). Notre travail actuel est orienté dans les directions suivantes :

... qui travaille
dans quatre
directions

1. Que savent et que devraient savoir les professeurs sur un objet d'étude déterminé du cursus scolaire ?
2. Que savons-nous et que devrions-nous savoir sur les idées des élèves ?
3. Qu'enseignons-nous et pourquoi ? Que devrions-nous enseigner à nos élèves ?
4. Comment enseignons-nous et comment devrions-nous enseigner à nos élèves ?

Pour chacune de ces directions, trois types d'informations sont proposés au formateur de professeurs (ou à l'équipe de professeurs en auto-formation) :

trois types
d'informations
proposés
au formateur

- a. une proposition de savoir professionnel qui implique une transition entre les conceptions et les obstacles les plus habituels parmi les enseignants avec lesquels nous travaillons et différentes positions plus évoluées qui répondent à divers itinéraires de formation, ainsi que les activités et les moyens pour les atteindre ;
- b. une information liée fondamentalement à la discipline, qui vient surtout de la didactique des sciences et qui concerne la problématique abordée dans chaque direction ;
- c. des études de cas dans lesquels sont décrites et analysées différentes pratiques de formation que nous avons menées avec les approches mentionnées dans a.

pour une
contribution
à la transformation
des pratiques
de formation...

... et une
rénovation
de l'enseignement
scientifique

Enfin, nous voulons exprimer notre désir et notre intérêt pour que la perspective épistémologique adoptée, parmi d'autres possibles, pour analyser le savoir professionnel des professeurs, contribue à transformer réellement nos propres pratiques dans le domaine de la formation des enseignants, en améliorant notre savoir professionnel ainsi que celui des professeurs en formation et en exercice qui travaillent avec nous. Nous espérons en outre qu'elle sera également utile au débat sur les problèmes professionnels des enseignants. Au-delà d'une récente curiosité intellectuelle pour la recherche éducative, les études sur les conceptions des professeurs doivent être un engagement entre chercheurs et enseignants à rénover l'enseignement de la science et des connaissances en contexte scolaire.

Rafael PORLÁN,
Eduardo GARCÍA GARCÍA
Ana RIVERO GARCÍA
Département de didactique des Sciences
Université de Séville
Rosa MARTÍN DEL POZO
Département de didactique des Sciences
expérimentales
Université Complutense de Madrid

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

AGUIRRE, J.M., HAGGERTY, S.M., LINDER, C.J. (1990). "Student-teachers' conceptions of science, teaching and learning : a case study in preservice science education". *International Journal of Science Education*, 12 (4), 381-390.

ASTOLFI, J.-P. (1993). "Los obstáculos en el aprendizaje de conceptos en Ciencias : la forma de franquearlos didácticamente". In *Diez años de investigación e innovación en Enseñanza de la Ciencias*. Madrid : Centro de Publicaciones del Ministerio de Educación y Ciencia. CIDE.

BAUCH, P.A. (1984). *The Impact of Teachers' instructional Beliefs on their Teaching : Implications for Research and Practice*. Réunion annuelle de la AERA, New Orleans, Avril.

BUITINK, J., KEMME, S. (1986). "Changes in Student-Teacher Thinking". *European Journal of Teacher Education*, 9 (1), 75-84.

COTHAM, J.C., SMITH, E.L. (1981). "Development and Validation of the Conceptions of Scientific Theories Test". *Journal of Research in Science Teaching*, 18 (5), 387-396.

ELBAZ, F. (1981). "The Teachers' Practical Knowledge : Report of a Case Study". *Curriculum Inquiry*, 11 (1), 43-71.

GALLAGHER, J.J. (1993). *Six Views of Teaching Science An Invitation to Reflection and Discussion*. Michigan State University. Document polycopié.

GARCÍA, J.E. (1995). "La transición desde un pensamiento simple hasta un pensamiento complejo en la construcción del conocimiento escolar". *Investigación en la Escuela*, 27, 7-20.

GIL, D. (1983). "Tres paradigmas básicos en la enseñanza de las ciencias". *Enseñanza de las Ciencias*, 1 (1), 26-33.

GIL, D. (1991). "¿Qué hemos de saber y saber hacer los profesores de ciencias? (Intento de síntesis de las aportaciones de la investigación didáctica)". *Enseñanza de las Ciencias*, 9 (1), 69-77.

GIMENO, J. (1988). *El currículum : una reflexión sobre la práctica*. Madrid : Morata.

GORDON, D. (1984). "The Image of Science, Technological Consciousness and Hidden Curriculum". *Curriculum Inquiry*, 14(4), 367-400.

GRUPO INVESTIGACIÓN EN LA ESCUELA. (1991). *Proyecto curricular "Investigación y Renovación Escolar" (IRES)*. (4 vol., version provisoire). Document interne.

GUSTAFSON, B.J., ROWELL, P.M. (1995). "Elementary preservice teachers : constructing conceptions about learning science, teaching science and the nature of science". *International Journal of Science Education*, 17(5), 589-605.

HALKES, R., DEJKERS, R. (1983). "Teachers' Teaching Criteria". In R. Halkes et J.K. Olson. *Teacher Thinking : a New Perspective on Persisting Problems in Education*. Lisse : Swets y Zeitlinger.

HASHWEH, M.Z. (1996). "Effects of Science Teachers' Epistemological Beliefs in Teaching". *Journal of Research in Science Teaching*, 33 (1), 47-63.

HEWSON, P.W., HEWSON, M.G. (1987). "Science teachers' conceptions of teaching : Implications for teacher education". *International Journal of Science Education*, 9(4), 425-440.

HOLLON, R.E., ANDERSON, Ch.W. (1987). *Teachers' beliefs abouts students' learning processes in science : self-reinforcing belief systems*. Texte présenté à la réunion annuelle de l'AERA, Washington, D.C.

KOULAUDIS, V., OGBORN, J. (1989). "Philosophy of science : an empirical study of teachers' views". *International Journal of Science Education*, 11(2), 173-184.

KOULAUDIS, V., OGBORN, J. (1995). "Science teachers' philosophical assumptions : how well do we understand them ?" *International Journal of Science Education*, 17(3), 273-283.

LEDERMAN, N.G. (1992). "Students' and Teachers' Conceptions of the Nature of Science : A Review of the Research ". *Journal of Research in Science Teaching*, 29(4), 331-359.

MARTÍN DEL POZO, R. (1994a). "Tentative de définition d'un savoir professionnel sur le changement chimique pour la formation des enseignants". *Aster*, 18, 217-240.

MARTÍN DEL POZO, R. (1994b). *El conocimiento del cambio químico en la formación inicial del profesorado. Estudio de las concepciones disciplinares y didácticas de los estudiantes de Magisterio*. Thèse de doctorat non éditée. Université de Séville.

MARTÍN DEL POZO, R. (1995). "El conocimiento escolar y profesional sobre el cambio químico en el diseño curricular Investigando Nuestro Mundo". *Investigación en la Escuela*, 27, 39-48.

NISBERTT, R., ROSS, R. (1980). *Human Inference. Strategies and Shortcoming of Social Judgement*. New York : Englanwood Cliff, Prentice Hall.

OSBERG, A. (1986). "Using Construct Theory as a Basis for Research into Teacher Professional Development". *Journal of Curriculum Studies*, 19(1), 55-65.

POPE, M., GILBERT, J. (1983). "Personal Experience and the Construction of Knowledge in Science". *Science Education*, 67(2), 193-203. (Trad. cast. "La experiencia personal y la construcción del conocimiento en Ciencias". In R. Porlán, J.E. García et P. Cañal. *Constructivismo y enseñanza de las ciencias*. Sevilla : Díada, 1988).

POPE, M.L., SCOTT, E.M. (1983). "Teachers' Epistemology and Practice". In R. Halkes et J.K. Olson. *Teacher Thinking : a New Perspective on Persisting Problems in Education*. Lisse : Swets y Zeitlinger. (Trad. cast. " La epistemología y la práctica de los profesores ". In R. Porlán, J.E. García et P. Cañal. *Constructivismo y enseñanza de las ciencias*. Sevilla : Díada, 1988).

PORLÁN, R. (1989). *Teoría del conocimiento, teoría de la enseñanza y desarrollo profesional. Las concepciones epistemológicas de los profesores*. Thèse de doctorat. Université de Séville.

PORLÁN, R. (1993). *Constructivismo y Escuela*. Sevilla : Díada.

PORLÁN, R. (1994). "Las concepciones epistemológicas de los profesores : el caso de los estudiantes de Magisterio". *Investigación en la Escuela*, 22, 67-84.

PORLÁN, R. (1995). "Las creencias pedagógicas y científicas de los profesores". *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 3 (1), 7-13.

PORLÁN, R., LÓPEZ, J.I. (1993). "Constructivismo en Ciencias : pensamiento del alumnado versus pensamiento del profesorado". *Qurrriculum*, 6-7, 91-107.

PORLÁN, R., MARTÍN, J. (1991). *El diario del profesor. Un recurso para la investigación en el aula*. Sevilla : Díada.

PORLÁN, R., MARTÍN DEL POZO, R. (1996). "Ciencia, Profesores y Enseñanza : unas relaciones complejas". *Alambique*, 8, 23-32.

PORLÁN, R., AZCÁRATE, P., MARTÍN DEL POZO, R., MARTÍN, J., RIVERO, A. (1996). "Conocimiento profesional deseable y profesores innovadores : Fundamentos y principios formativos". *Investigación en la Escuela*, 29.

PORLÁN, R., RIVERO, A., MARTÍN DEL POZO, R. (1997). "Conocimiento profesional y epistemología de los profesores I : Teoría, métodos e instrumentos". *Enseñanza de las Ciencias*, 15(2), 155-171.

RIVERO, A. (1996). *La formación permanente del profesor de ciencias de la Educación Secundaria Obligatoria : un estudio de caso*. Thèse de doctorat. Université de Séville.

SMITH, D., NEALE, D. (1991). "The Construction of Subject-Matter Knowledge in Primary Science Teaching". In J. Brophy (Ed.). *Advances in Research on Teaching*. Vol. 2. JAI Press.

VICTOR, J.B. (1976). "Relation between Teacher Belief and Personality in Four Samples of Teacher Trainees". *Journal of Experimental Education*, 45, 4-9.

VIENNOT, L., KAMINSKI, W. (1991). "Participation des maîtres aux modes de raisonnement des élèves". *Enseñanza de las Ciencias*, 9(1), 3-9.

WEHLING, L.J., CHARTERS, W.W. (1969). "Dimensions of Teacher Beliefs about the Teaching Process". *American Educational Research Journal*, 6(1), 7-30.

YOUNG, R.E. (1981). "A Study of Teachers Epistemologies". *The Australian Journal of Education*, 25(2), 144-194.