

LA CONSTRUCTION DU CURRICULUM ET LA FORMATION DES ENSEIGNANTS COMME TERRAIN DE RECHERCHE EN DIDACTIQUE DES SCIENCES EXPÉRIMENTALES, SOCIALES ET MATHÉMATIQUES

Roque Jiménez
Ana Maria Wamba
Jesús Estepa
José Carrillo
Luis Carlos Contreras

Ce travail part de l'idée que les sciences (expérimentales, sociales, mathématiques,...) peuvent trouver dans la didactique un langage commun issu du domaine des sciences sociales. Il s'agit d'un apport théorique et pratique, dans le domaine de la recherche en didactique des sciences, fondé sur la construction de planifications curriculaires de contenus conceptuels et sur les recherches concernant les conceptions des enseignants sur la discipline et son enseignement dans un contexte de formation.

1. LES SCIENCES DE L'ÉDUCATION ET LES SCIENCES SOCIALES : DIDACTIQUE DES SCIENCES

les didactiques
incluses dans le
champ des
sciences sociales

Sans prétendre faire une analyse historique du processus de réflexion, d'élaboration et, souvent, de redéfinition épistémologique de chacune des didactiques spécifiques, objet de notre étude (cf Porlán, 1992 ; Diaz 1991 et Martin 1988), on peut affirmer que toutes, en tant que didactiques, sont incluses dans le champ des sciences de l'éducation, pleinement intégrées, à leur tour, dans celui des sciences sociales, vaste domaine de savoirs, qui possède encore un certain degré de non définition épistémologique.

Ainsi s'établit une première convergence, qui permet aux sciences expérimentales ou mathématiques (1), tout en maintenant leur identité, d'acquérir une dimension sociale approfondie dès lors qu'elles prennent un tour éducatif. En ce sens, nous pensons que la didactique des sciences, s'intéressant aux processus d'enseignement-apprentissage avec un contenu indubitablement social, déborde le statut

(1) Pour certains auteurs, tels que Guzman (1985), les mathématiques sont aussi considérées comme des sciences expérimentales.

épistémologique accordé aux sciences, et se rapproche de celui des sciences humaines, sciences de l'esprit, sciences ou études sociales.

Nous considérons ainsi que la dénomination "didactique des sciences" manque de précision, si on ne la rapporte qu'aux sciences à caractère expérimental, au lieu de l'intégrer à une théorie de la connaissance, avec une épistémologie qui ne la confine pas au modèle des sciences expérimentales (Porlán, 1993).

sciences de la
nature,
mathématiques,
sciences
sociales...

La construction de deux corps de connaissances différents : celui des sciences de la nature et des mathématiques d'une part, celui des sciences sociales d'autre part, a été de grande importance dans l'histoire des sciences. Ainsi, Fontana (1992) signale que lorsque nous consultons une histoire des sciences *"en sont presque toujours exclues les sciences sociales ou de la culture, qui apparemment, ne méritent pas une place à côté de la physique ou de la médecine"* (p.101). Cependant nous estimons, avec le projet IRES et notre expérience professionnelle, qu'il existe un langage, un tronc commun de connaissances (Contreras et Estepa, 1992), qui nous rassemble et nous identifie, au delà des spécificités de chacune des sciences auxquelles réfèrent nos didactiques, à condition d'admettre que la structure de ces disciplines n'est pas la seule référence pour résoudre les problèmes relatifs à l'enseignement.

...ont un tronc
commun
didactique

La spécificité épistémologique de chacune des didactiques est néanmoins incontestable et se manifeste par des travaux tels que ceux de Stodolski (1991), qui montrent que les maîtres organisent de manières très diverses leurs activités pédagogiques selon ce que chacun enseigne (dans le cas de cette recherche, les sciences sociales ou les mathématiques). Maestro (1991) signale de son côté, suivant Hodson, qu'il n'y a pas d'activité scientifique, ni d'activité d'apprentissage indépendante du contenu spécifique de chaque science, de telle sorte que la méthodologie d'un cours doit être en accord avec ses contenus et qu'il est impossible de trouver des formules valables pour toutes les sciences. Dans cette perspective, les expérimentations interdisciplinaires présentées ici, ne prétendent en aucun cas nier les différences épistémologiques entre domaines comme les mathématiques, la biologie, l'histoire, etc. Elles notent seulement des convergences dès que ces disciplines sont considérées en tant qu'objet d'enseignement.

sans négliger
les spécificités
épistémologiques

Cet article part de ces présupposés et cherche, tant théoriquement que pratiquement, à dépasser les réductionnismes pour contribuer à la construction d'une épistémologie nouvelle et transdisciplinaire, qui conçoive la connaissance comme un processus évolutif, complexe, critique et social.

2. L'ÉLABORATION DES PLANIFICATIONS CURRICULAIRES COMME VOIE POUR LA CONSTRUCTION DE SAVOIR INTERDISCIPLINAIRE

nécessité
d'acquérir une
vision globale
de la science

Bien que la tendance à la spécialisation soit de plus en plus évidente, elle ne doit pas être un obstacle pour que chacun acquiert une vision claire et globale de la science et la culture qui lui permettent de mieux juger toutes sortes de processus et d'assumer consciemment des choix culturels, axiologiques et politiques dans la société à laquelle il appartient. La recherche d'aspects conceptuels et méthodologiques communs, en interrelation dans les différents domaines de connaissances apparaît dans ce contexte comme une nécessité.

formation initiale
universitaire
disciplinaire

Or, la formation initiale à l'université reste de caractère disciplinaire. Les enseignants, les formateurs de maîtres de l'enseignement élémentaire et secondaire des différentes disciplines n'ont été formés ni en didactique des mathématiques, ni en didactique des sciences expérimentales ni en didactique des sciences sociales, qui sont de constitution récente.

Ces deux caractéristiques contribuent à ce que le travail professionnel interdisciplinaire ne soit pas tâche facile et que, par conséquent, l'éventuelle intégration des connaissances reste encore une tâche habituellement abandonnée aux élèves eux-mêmes.

trouver des
contextes pratiques
favorables à
l'interdisciplinarité

Cependant, la nécessité d'un cadre commun aux champs cités nous invite à trouver des contextes pratiques où cette intégration se substituera à une juxtaposition, tout en facilitant un changement métacognitif des professeurs impliqués, au double plan d'une connaissance de leurs propres connaissances et d'une prise de conscience de leurs propres conceptions. Nous présentons ci-dessous deux exemples de la manière dont peuvent s'organiser les planifications curriculaires, dans un tel contexte.

élaboration
d'une trame
conceptuelle
sur le sol

Le premier exemple, à profil théorique, concerne l'élaboration de la trame conceptuelle de base d'une connaissance scolaire souhaitable, concernant le domaine du **sol**, (Wamba et al., 1992), à partir de discussions entre les professeurs des trois domaines cités (mathématiques, sciences expérimentales, sciences sociales). À cette occasion, à l'aide d'un outil permettant d'élucider nos conceptions sur les éléments de la trame et sur leurs relations, nous avons eu l'opportunité de changer de cadre, en évoluant vers une vision plus interdisciplinaire des "éléments" qui structurent le concept de sol.

Il s'agissait de définir un savoir scolaire souhaitable, à partir de la connaissance quotidienne de certains enseignants et du savoir scientifique des autres. Au cours de l'élaboration de la trame, ont émergé des conceptions que les uns et les autres s'étaient construites à partir de leurs disciplines de

confrontation interdisciplinaire élargissant les horizons de chaque spécialité	référence et grâce aux apports de l'usage de la trame elle-même. Il nous apparaît en effet que cette perspective systémique des composantes du milieu, a été possible grâce à l'interaction entre les différentes informations et que, la trame conceptuelle - en construction - a agi au niveau d'une stratégie de référence organisant la pensée du professeur (Wamba et al., 1992). Cela a permis, d'une part, de rendre manifeste le curriculum caché des professeurs par l'explication interdisciplinaire de leurs conceptions contrastées, élargissant du même coup les horizons de leurs spécialités respectives et, d'autre part, de révéler l'échafaudage de la perspective curriculaire de chacun, sans oublier les effets de formation professionnelle de ce travail collectif, concernant les conceptions des enseignants comme des élèves.
notions d'espace et de temps	Le deuxième exemple, issu d'une expérience renouvelée du dernier cours de formation des enseignants de l'école élémentaire, implique un travail interdisciplinaire avec les notions d' espace et de temps , deux des concepts les plus structurants de l'étude de la connaissance du milieu.
pour leur conceptualisation : le vécu, le perçu, le conçu	Selon la conception développée par Hannoun (1977), l'évolution de la conceptualisation de ces notions s'opère selon trois niveaux : le vécu, le perçu et le conçu. L'évolution de ces niveaux fait intervenir différentes disciplines, d'une manière progressive et conjointe. Le premier niveau serait fondamentalement orienté par la psychologie éducative, les deuxième et troisième niveaux (espace géographique, temps historique, espaces mathématiques et chronologie), concernant plutôt respectivement la didactique des sciences sociales et celle des mathématiques.
prise en compte de l'espace physique, topologique, métrique	Dans une approche intégrée de l'espace, l'élève-enseignant en formation a l'occasion de relier l'évolution de la conceptualisation et de la représentation de l'espace (de la topologie à la géométrie projective) (Contreras, 1987) avec l'étude de l'espace telle qu'elle apparaît en sciences sociales : cartes, maquettes, plans, jeux d'échelles, photographies aériennes (géographie), différentes techniques pictographiques de l'espace (art). Une prise en compte de l'espace, physique, topologique ou métrique, pour aider à "penser l'espace" du point de vue géographique (localisation, relations, distribution), mathématique (mesure, échelles) et physique (rapport espace-temps, relation entre espace macroscopique et espace microscopique) élargit ainsi l'horizon disciplinaire proposé par Hannoun.
construction mentale du temps	En ce qui concerne le temps, nous présentons au maître en formation la nécessité de considérer le temps comme une construction mentale, dans laquelle interviennent les données des sciences expérimentales - à travers l'astronomie - d'où l'établissement d'un calendrier relié aux phases des astres.
	Nous faisons également envisager le lien naturel du temps à la mesure (Whitrow, 1990) pour mieux conceptualiser temps géologique et temps historique, lesquels ont besoin d'une

la mesure du
temps

métrique pour situer les faits sociaux et naturels dans un système cohérent de coordonnées. Ce qui suppose à nouveau un élargissement de l'horizon de Hannoun. Ces difficultés importantes que pose aux élèves la mesure du temps sont insuffisamment travaillées dans le contexte scolaire et nécessitent une convergence entre les didactiques des mathématiques, des sciences sociales et des sciences expérimentales.

Que nous apportent de telles expériences, conduites dans la perspective d'une théorie de la connaissance ? Sans souci d'exhaustivité, nous retiendrons les trois points suivants.

trois apports
essentiels de la
réflexion
interdisciplinaire

- La construction de la connaissance (scolaire, scientifique ou professionnelle) s'effectue par étapes progressives. Le travail collectif interdisciplinaire des professeurs, critique et réflexif, s'enrichit de la diversité de leurs angles de vue.
- La construction du savoir exige une explication (à certains moments du processus) des conceptions des professeurs, ce qui est arrivé lors de l'élaboration de la trame et de la réflexion sur la conceptualisation des notions d'espace et de temps.
- L'analyse réflexive, systématique et coopérative sur l'acte d'enseigner (réduite au "quoi enseigner", dans le cas présent) permet une approche plus rationnelle de la pratique elle-même (Contreras, 1994).

3. LES CONCEPTIONS SUR LA DISCIPLINE ET SUR SON ENSEIGNEMENT COMME SUJETS DE RECHERCHE DANS LA FORMATION DES ENSEIGNANTS

une recherche
du groupe
DESYM

Les expériences décrites ci-dessus nous ont conduits à analyser les domaines où la coopération est importante sur le terrain de la recherche en éducation. Ainsi, l'étude des conceptions des professeurs sur leur discipline et sur leur enseignement constitue le cadre interdisciplinaire actuel et une des lignes de recherche du groupe de didactique des sciences expérimentales et mathématiques (DESYM).

En ce sens, quand Fennema et Franke (1992) affirment que *"le savoir du professeur ne doit plus être considéré comme un constructeur isolé par rapport aux effets sur la conduite des professeurs dans la classe et sur l'apprentissage de l'étudiant"*, ils citent les croyances du professeur comme l'un des aspects qui doit être inclus dans son savoir (2).

-
- (2) Fennema, E. et Franke, M.L. (1992) proposent un modèle pour la recherche concernant la connaissance du professeur, ce modèle se compose de : connaissance du contenu mathématique (que nous appellerions connaissance du contenu spécifique), connaissance de la pédagogie, connaissance des aspects cognitifs des élèves et des croyances du professeur.

croissance,
conception,
représentation,
théorie implicite,
construct ?

Les termes "croyances" et "conceptions", ainsi que d'autres comme "représentations", ou "théorie implicite", "construct", etc., ont été utilisés indistinctement à plusieurs reprises. À ce propos, Bodin (1992), bien qu'il essaie de les distinguer, conclut : *"j'ai dû me rendre à l'évidence : de nombreuses manières de se référer au même objet ont été développées et, en conséquence, les champs sémantiques sont exactement superposés"*. Néanmoins, chacun possède une nuance qui le différencie des autres. Par exemple, le terme "représentation" est associé à celui d'image mentale en faisant allusion à un ensemble, organisé de façon cohérente d'idées et d'images, correspondant à une structure mentale sous-jacente. De leur côté "conception" ou "construct" renforcent l'idée qu'il s'agit de *"l'élément moteur dans la construction d'un savoir, permettant aussi les transformations nécessaires"* (Giordan et De Vecchi, 1987). Par ailleurs, le terme "théorie implicite" met en relief le caractère inconscient et peut s'identifier à celui de "conception" (Clark, 1988).

Pour Thompson (1992), les conceptions incluent les croyances, les préférences et les goûts. Elles contiennent des significations, des concepts, des propositions et des images mentales et sont soumises à des règles, ce qui tend à considérer les conceptions, dans un sens assez large comme une discipline.

conceptions et
efficacité de la
formation

En définitive, nous identifierons les conceptions avec les croyances ou avec un système de croyances, renforçant leur dimension structurelle et dynamique. Ces conceptions fonctionnent comme filtre et comme système de décodage des informations provenant d'autres domaines de recherches. Comme le constatent ceux qui participent à des projets de formation continue, elles constituent l'une des variables à considérer pour expliquer la faible efficacité de la formation ainsi que la disparité des résultats concernant l'utilisation de certaines stratégies méthodologiques dans les classes.

explicitation des
conceptions pour
les faire évoluer

Les propos de Nespor (1987) sont très éclairants à ce sujet : *"Pour comprendre l'enseignement du point de vue des professeurs, nous devons comprendre les croyances à partir desquelles ils définissent leur travail"* (p. 323). Mais le degré d'importance accordé à ces conceptions ou croyances est tel qu'il ne suffit pas de les évoquer. Leur explicitation est le point de départ de leur éventuel changement et c'est là que nous mesurons leur importance, le changement pouvant révéler des positionnements épistémologiques complètement différents. L'objectif n'est pas de caractériser divers modèles d'enseignement, mais bien des "enseignements" différents, renforçant en conséquence l'idée que les objectifs poursuivis dépendent en grande mesure du modèle d'enseignement choisi. C'est précisément dans ce domaine que la didactique des sciences acquiert un caractère clairement interdisciplinaire. Le travail des conceptions des maîtres conduisant à une continuelle amélioration de la qualité de l'enseignement et à la recherche des facteurs qui auront une influence positive dans leur formation, il est évident qu'elles constituent

un centre d'intérêt important. Ces conceptions concernant à la fois les disciplines et leurs enseignements (3), cette compréhension enrichit toutes les disciplines, sans faire perdre à aucune sa spécificité.

Les catégories sur la conception de l'enseignement de la discipline telles que la méthodologie, la conception de l'apprentissage, le rôle de l'élève, le rôle du professeur et de l'évaluation (Carrillo et Contreras, 1994) se recoupent par leurs indicateurs ou descripteurs. Les disciplines peuvent alors être conçues à partir d'une convergence qui met en évidence le parallélisme de leurs processus historiques, contrairement à l'habituel renfermement disciplinaire (4).

Une collaboration est donc non seulement réalisable mais bien nécessaire, pour élaborer des instruments qui rendent possible une analyse minutieuse des conceptions des enseignants par rapport à ces disciplines (5). Cette collaboration permettra d'accroître le niveau de rigueur des études sur le sujet et d'améliorer l'opérationnalité des débats avec les professeurs, avec pour but de rapprocher les analyses issues de la recherche (point de départ incontournable de tout projet de formation qui vise au changement conceptuel dans l'activité du professeur). Finalement, la tâche des chercheurs ne doit pas se limiter à l'analyse des données mais, dans la perspective du projet IRES, ceux-ci doivent aboutir à des éléments qui favorisent le changement conceptuel, le plus souvent avec un support interdisciplinaire.

collaboration
interdisciplinaire
pour une plus
grande efficacité

Roque JIMÉNEZ
Ana María WAMBA
Didactique des sciences expérimentales
Jesús ESTEPA
Didactique des sciences sociales
José CARRILLO
Luis Carlos CONTRERAS
Didactique des mathématiques
Département de Didactique des Sciences,
Université de Huelva, Espagne

-
- (3) Ruiz (1993) propose d'autres catégories de conceptions d'après leur nature et non d'après leur topique, telles que nous les avons considérées.
- (4) Carrillo et Contreras (1994) proposent une division de la conception des mathématiques en trois catégories (type de connaissance, objectif recherche, mode d'évolution) qui, malgré les différences dans les indicateurs, pourraient être au départ communes à d'autres disciplines.
- (5) Carrillo et Contreras (1994) proposent un instrument pour l'analyse des conceptions de l'enseignement des mathématiques et un autre pour l'analyse des contenus mathématiques. Ces instruments définissent les catégories citées, dans le sens que Evans (1991) fait en sciences sociales, et possèdent des indicateurs qui décrivent des caractéristiques d'une catégorie selon la tendance didactique correspondante.

La traduction a été assurée par Cristina Carballo avec la collaboration de Jean-Pierre Astolfi et Mirtha Bazar.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BODIN, A. (1992). "Réflexions sur les représentations, les conceptions et les compétences". *Petit X*, 30, 17-40.
- CARRILLO, J., CONTRERAS, L.C. (1993). "La identificación de las concepciones del profesor sobre la matemática y la educación matemática como claves para el diseño de estrategias de formación del profesorado". *Actas de las VI Jornadas Andaluzas de Educación Matemática (Thales)*. Sevilla.
- CARRILLO, J., CONTRERAS, L.C. (1994). "The relationship between the teacher's conceptions of mathematics and of mathematics teaching. A model using categories and descriptors for their analysis". *XVIII th PME Conference*. Lisboa.
- CLARK, C.M. (1988). "Asking the Right Questions About Teacher Preparation : Contributions of Research on Teacher Thinking". *Educational Researcher*, 17 (2), 5-12.
- CONTRERAS, L.C. (1987). "La estructuración del espacio en el niño". *Thales*, 6, 89-93.
- CONTRERAS, J. (1994). "¿ Qué es la investigación en la acción ? *Cuadernos de Pedagogía* 224 , 8-12.
- CONTRERAS, L.C., ESTEPA, J. (1992). "Aportación interdisciplinar para la delimitación de un cuerpo de conocimiento común de la Didácticas Especiales a través de los mapas conceptuales". *Actas del Congreso Internacional sobre las Didácticas Específicas en la Formación del Profesorado*. Santiago de Compostela.
- DÍAZ, J. (1991). *Área de Conocimiento Didáctica de la Matemática*. Madrid : Síntesis.
- EVANS, R.W. (1991). "Concepciones del maestro sobre la Historia". *Boletín de Didáctica de las Ciencias Sociales*, nº3-4, 61-94.
- FENNEMA, E., FRANKE M.L. (1992). "Teacher's knowledge and its impact". In Grouws, D.A. (Ed.) *Handbook on Mathematics Teaching and Learning*. New York : McMillan.
- FONTANA, J. (1992). *La Historia después del fin de la historia*. Barcelona : Crítica.
- GIORDAN, A. et DE VECCHI, G. (1987). *Les origines du savoir. Des conceptions des apprenants aux concepts scientifiques*. Neuchâtel : Delachaux et Niestlé.

- GUZMÁN, M. DE (1985). "Enfoque heurístico de la enseñanza de la matemática. Aspectos didácticos de matemáticas-I, Bachillerato". *Aula Abierta*, 57. ICE de la Universidad de Zaragoza, 31-46.
- HANNOUN, H. (1977). *El niño conquista el medio*. Buenos Aires : Kapelusz.
- MAESTRO, P. (1991). "Una nueva concepción del aprendizaje de la Historia". *Studia Paedagogica*. Universidad de Salamanca, 23, 55-81.
- MARTÍN, F. (1988). "Didáctica de las Ciencias sociales". *Investigación en la Escuela*, 4, 25-31.
- NESPOR, J. (1987). "The role of beliefs in the practice of teaching". *Journal of Curriculum Studies*, 19, 317-328.
- PORLÁN, R. (1992). "La Didáctica de las Ciencias : una disciplina emergente". *Cuadernos de Pedagogía*, 210, 68-71.
- PORLÁN, R. (1993). *Constructivismo y Escuela*. Sevilla : Diada.
- RUIZ, L. (1993). *Concepciones de los alumnos de Secundaria sobre la noción de función : análisis epistemológico y didáctico*. Tesis doctoral no publicada. Dep. de Didáctica de la Matemática. Granada.
- STODOLSKY (1991). *La importancia del contenido en la enseñanza*. Madrid : MEC-Paidós.
- THOMPSON, A.G. (1992). "Teacher's Beliefs and Conceptions : a Synthesis of the Research". In Grouws, D.A. (Ed.) *Handbook on Mathematics Teaching and Learning*. New York : McMillan.
- WAMBA, A. et al. (1992). "El suelo como ámbito de investigación escolar", en GRUPO INVESTIGACIÓN EN LA ESCUELA, *Diseño Curricular Investigando Nuestro Mundo*. Sevilla : Diada.
- WHITROW, G.J. (1990). *El tiempo en la Historia*. Barcelona : Crítica.