

LE SAVOIR SCOLAIRE COMME PROCESSUS ÉVOLUTIF : APPLICATION À LA CONNAISSANCE DE NOTIONS ÉCOLOGIQUES

El conocimiento escolar como proceso evolutivo : aplicación
al conocimiento de nociones ecológicas, *Investigación en la Escuela*,
1994, 23, 65-76, Díada Editoras

J. Eduardo García

Dans cet article sont présentées quelques réflexions sur la formulation et l'organisation du savoir scolaire qui caractérisent cette connaissance comme étant un processus évolutif qui se concrétise, dans le curriculum, par quelques hypothèses de progression pour la construction de la connaissance. Ces hypothèses sont constituées par les apports du constructivisme, de l'épistémologie de la complexité et des disciplines scientifiques en relation avec les contenus en question. Nous proposons également une vision du cosmos ("cosmovoision") qui suppose la transition d'une vision simple du monde vers une autre plus complexe. Enfin, nous appliquons cette proposition à l'étude des notions écologiques.

PERSPECTIVES POUR LA CARACTÉRISATION DU SAVOIR SCOLAIRE

L'élaboration d'une théorie du savoir scolaire et sa concrétisation en propositions curriculaires exigent une très grande convergence entre les champs de savoirs impliqués dans la construction d'un cadre de référence didactique, lequel intègre les réflexions psychologique, épistémologique et socio-politique. Dans cet article, nous proposons quelques idées en référence à ce cadre théorique général, dans la ligne développée par divers matériels du Projet IRES (Groupe de *Investigación en la Escuela*, 1991a et 1991b ; García et García, 1992 ; García et Cubero, 1993 ; Porlán, 1993). Nous en proposons également une application au cas concret de la connaissance scolaire du champ écologique.

Les matériels du Projet IRES tiennent compte de trois points de vue qui justifient la formulation et l'organisation de la connaissance scolaire :

- un point de vue épistémologique systémique et complexe qui, à partir d'une vision non positiviste du savoir scientifique, caractérise la connaissance comme organisée, relative et procédurale ;
- un point de vue constructiviste qui indique quelles seraient les conditions pour qu'il y ait apprentissage signifiant ;
- un point de vue idéologique critique, qui introduit l'idée qu'il est nécessaire d'enrichir et de complexifier la connaissance quotidienne, moyennant un processus de négociation sociale basé sur la communication et la coopération.

Afin d'éviter tout réductionnisme didactique, les trois points de vue doivent être pris également en compte. En conséquence nous proposons un croisement des

différents apports pour fonder une perspective intégrée de la connaissance scolaire. La figure 1 présente un résultat possible de ce croisement prenant en compte les dimensions qui définissent la connaissance scolaire (comment s'organise-t-elle, comment est-elle élaborée et pourquoi est-elle formulée). La même figure montre également les implications curriculaires de la proposition, aspect que nous traiterons ci-après.

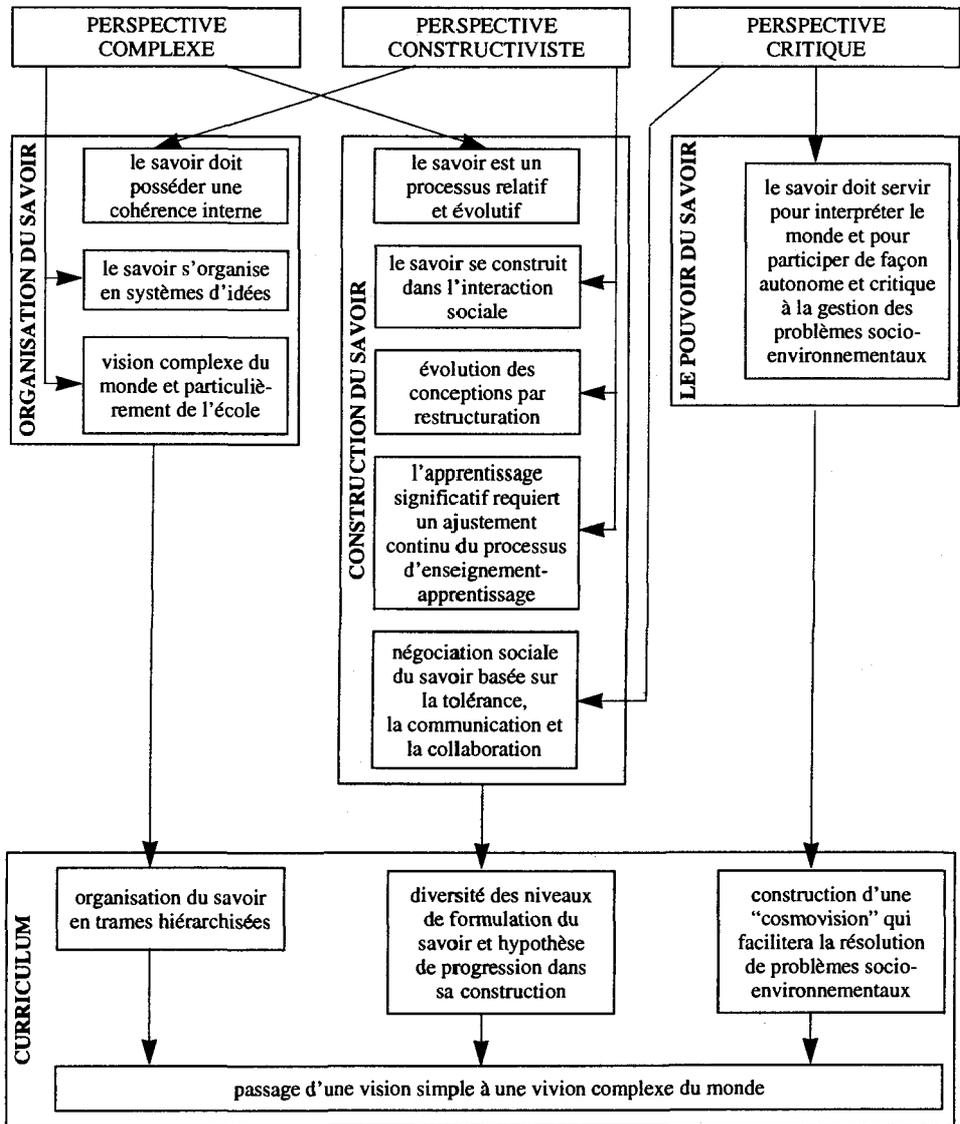


Figure 1 - Perspectives théoriques pour une caractérisation intégrée du savoir scolaire

LE SAVOIR SCOLAIRE COMME PROCESSUS ÉVOLUTIF

Une vision intégrée et complexe de la connaissance scolaire comprend, en conséquence, deux principes essentiels qui présentent de nettes implications curriculaires.

Le premier (dimension structurale) se réfère à la caractérisation de la connaissance scolaire comme une connaissance organisée et hiérarchisée, comme un système d'idées qui a son répondant curriculaire dans l'élaboration - par le professeur - de trames de contenus, et dans l'explicitation - par l'élève - de ses conceptions sous forme de cartes conceptuelles. Les trames de contenus doivent prendre en compte la diversité des contenus à traiter (amplitude de la trame) et aussi les relations entre les différentes notions considérées, relations aussi bien verticales (hiérarchies de contenus avec désignation de ceux qui ont un plus grand pouvoir structurant du domaine) que horizontales (connexions entre les contenus).

Le deuxième principe (dimension dynamique) caractérise la connaissance scolaire comme un processus relatif. Par ce processus évolutif, ouvert et irréversible, les nouveautés sont élaborées à partir de ce qui est ancien, avec une progression par de petits réglages du système (assimilation, restructuration faible) aussi bien que par une réorganisation plus large (accommodation, restructuration forte). Ce principe se traduit dans le curriculum par l'élaboration des hypothèses relatives à la progression des idées des élèves dans la construction de la connaissance scolaire. Ces hypothèses de progression doivent tenir compte des différents niveaux de formulation des contenus et servir de cadre de référence pour orienter la dynamique de la classe, de façon à faciliter un réglage adapté à l'enseignement et à l'apprentissage.

Bien qu'on puisse faire une hypothèse de progression limitée à chaque contenu déterminé, il est didactiquement plus intéressant d'envisager l'évolution de tout un système d'idées montrant l'organisation possible de divers contenus hiérarchisés en trames (voir figure 2).

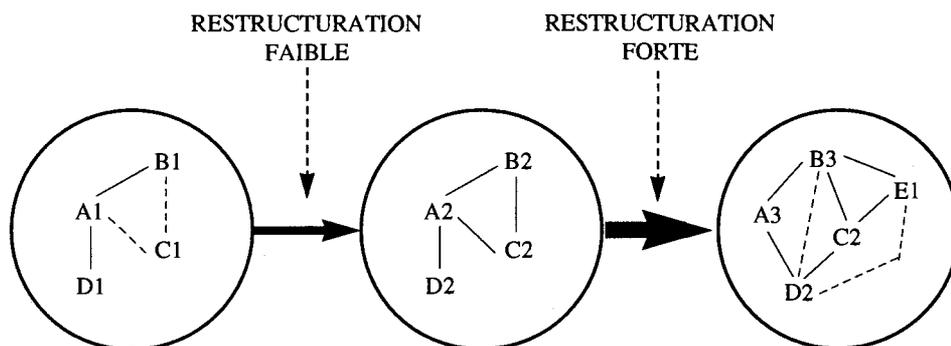


Figure 2 - Progression de la construction du savoir scolaire en rapport avec l'évolution d'un système d'idées

Un tel cadre évolutif accorde davantage d'importance au processus lui-même (avec niveaux de formulation intermédiaires) qu'à son produit final (le niveau de formulation fixé comme objectif). Elle préfère une dynamique (évolution des systèmes d'idées des élèves, hypothèses orientatrices et niveaux de formulation ...) à une statique (listes de contenus, diversité et densité de contenus, trames de contenus). Notre proposition de trames et d'hypothèses de progression répond au problème de la formulation et de l'organisation des contenus. Nous aborderons ensuite la question des contenus qui doivent être traités à l'école.

QUEL SAVOIR SCOLAIRE À CONSTRUIRE ?

Une théorie du savoir scolaire doit répondre aux questions suivantes : quels systèmes d'idées doivent construire les élèves ? Pourquoi et comment les construire ? Pour envisager ces problèmes nous devons tenir compte des points de vue théoriques que nous venons de développer et examiner les différentes sources d'information qui peuvent être utilisées dans la sélection et dans la formulation des contenus à traiter.

Nous estimons qu'il faudrait tenir compte des sources suivantes :

- une certaine vision du monde, qui nous donne la trame de base des contenus, sous-jacente aux trames partielles, et permet d'élaborer une hypothèse de progression générale allant du simple au complexe, aspect sur lequel nous reviendrons dans le paragraphe suivant ;
- les apports de l'analyse de la nature des contenus scientifiques traités, tant du point de vue de la logique des disciplines, utile pour l'élaboration des trames conceptuelles, que du point de vue de leur histoire, utile pour l'analyse des difficultés possibles d'apprentissage des élèves, et de la façon de les surmonter ;
- les idées des élèves, comme une constante à prendre en compte non seulement dans l'élaboration mais aussi dans le développement des hypothèses de progression du savoir ;
- la problématique environnementale, aspect-clé pour la définition de l'objet d'étude, pour les problèmes sur lesquels les élèves effectuent leur recherche et le pourquoi de la connaissance que l'on souhaite construire.

La figure 3 résume ces sources, avec leur incidence sur les aspects didactiques.

UNE "COSMOVISION" QUI DÉPASSE LE RÉDUCTIONNISME DISCIPLINAIRE

Afin de définir le savoir scolaire souhaitable, objectif de référence de l'intervention éducative, nous avons besoin de caractériser préalablement le modèle de développement humain, individuel et social voulu. À cet effet, nous pouvons formuler très schématiquement quelques grandes finalités éducatives consistant à doter les personnes et les groupes sociaux :

- d'une vision d'ensemble du monde qui leur permette de comprendre et d'agir dans la réalité qui les entoure ;
- de ressources qui favoriseront l'exercice de leur autonomie et de leur coopération, de leur créativité et de leur liberté ;

- d'une formation qui facilite l'investigation de leur milieu, la réflexion sur leur propre pratique, non seulement dans l'environnement scolaire mais également dans les autres champs de leur activité quotidienne.

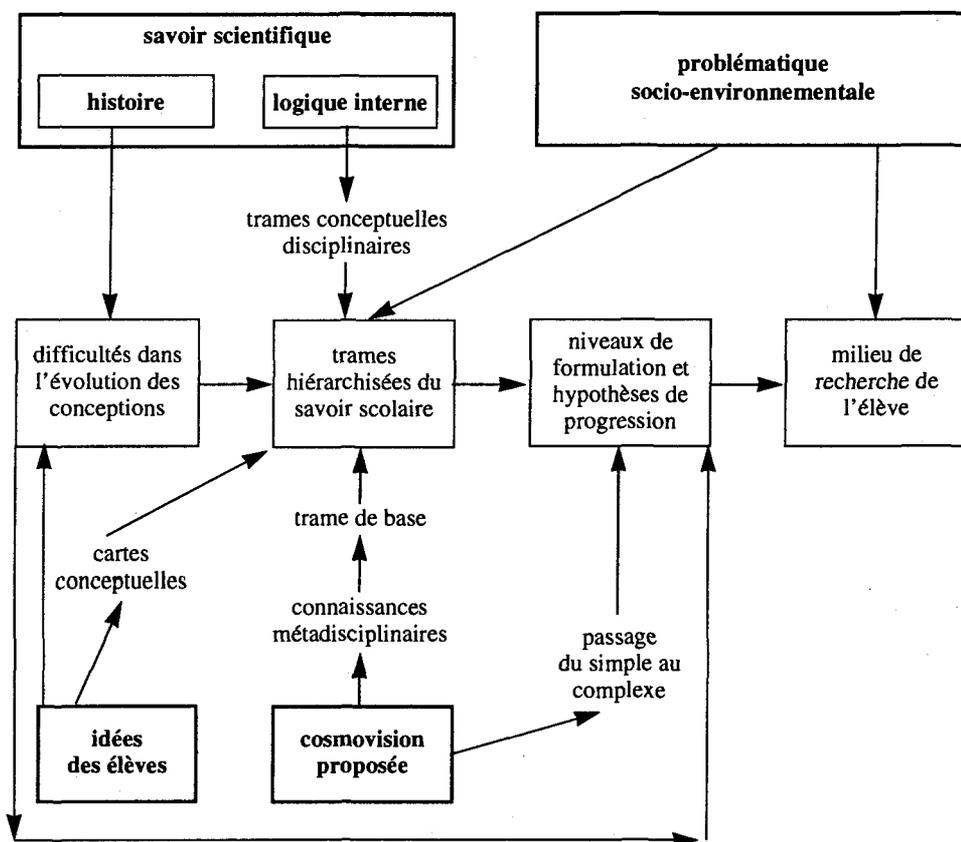


Figure 3 - Les sources d'information qui déterminent le savoir scolaire et leur incidence sur l'organisation des contenus (les sources sont en gras)

Cette vision du monde ne relève pas d'une pensée simple car, bien que le savoir quotidien soit lié à la résolution de problèmes pratiques, proches des individus, il est vrai que les réponses obtenues et les problèmes posés par le milieu n'ont pas toujours le même degré de complexité. Il n'est pas équivalent de s'interroger sur ce qu'il faut faire pour aller d'une ville à une autre, de résoudre des problèmes relatifs à l'usine qui pollue mais donne du travail aux habitants de la région, ou de voir comment rendre compatible l'état de santé personnel avec le rythme de vie que nous menons. Il y a des problèmes dont la nature spécifique exige évidemment l'usage d'une pensée plus complexe. En conséquence, dans la mesure où nous estimons que la gestion des problèmes environnementaux (santé, aménagement du territoire, pollution, marginalisation des minorités, contrôle démographique, etc.) ne relève pas seulement de la responsabilité de

l'expert, mais que tous les citoyens doivent y participer activement, nous serons obligés de soutenir la construction d'une connaissance scolaire qui la rende possible.

Nous estimons qu'une telle connaissance doit dépasser la dichotomie traditionnelle entre novices et experts disciplinaires. Celle-ci fait considérer, face à une tâche quelconque, deux types de réponses possibles : celle du novice, ignorant du sujet et partant d'une vision simple du monde, qui essaie de donner une réponse, souvent très éloignée du savoir scientifique et technique ; celle de l'expert disciplinaire, capable de donner une réponse complexe, mais dans la mesure où la tâche ne dépasse pas son domaine de compétence. Face à cette dichotomie, nous envisagerons la possibilité d'une troisième option : celle du généraliste qui indépendamment de ses connaissances concrètes sur le sujet, se servira de catégories générales pour la résolution du problème, suffisamment puissantes pour donner une réponse complexe à la tâche en question.

Examinons un exemple relatif au processus de germination d'une graine. Lorsque des personnes novices sont interrogées sur ce qu'il y a à l'intérieur d'une graine pour qu'elle puisse germer quand on lui verse de l'eau, soit elles ne répondent pas, soit elles décrivent l'intérieur de la graine comme un tout indifférencié, soit elles posent une hypothèse préformiste (la plante préexistait en miniature à l'intérieur de la graine). Lorsqu'on pose la question à des biologistes, ils parlent eux, de facteurs abiotiques, de téguments, d'embryons et de programme génétique. Cependant, il y a quelques réponses données par des non-biologistes, qui relèvent d'une catégorie conceptuelle différente. Certaines personnes affirment ainsi que la graine doit posséder quelque chose (bien qu'il ne disent pas de quoi il s'agit), une sorte d'information, qui lui permet de "savoir" comment réagir en présence de l'eau. C'est-à-dire que, sans connaître la nature de l'embryon ni la présence d'un programme génétique (connaissance biologique de l'expert disciplinaire), une personne disposant d'une vision élargie et profonde, peut avoir l'intuition de la nécessité d'un programme - elle appliquera à la résolution de la tâche quelques catégories générales (comme les idées d'interaction et d'information) -, d'un grand potentiel explicatif en ce qui concerne la structure et le fonctionnement du monde.

En définitive, nous ne proposons pas tellement une substitution du savoir scientifique au savoir quotidien mais plutôt l'enrichissement du savoir quotidien au travers de la construction d'une vision du monde qui servira à aborder les problèmes complexes posés par la réalité. Plutôt qu'une institution impliquée dans la seule reconstruction du savoir scientifique, l'école serait ainsi davantage un lieu de réflexion sur la problématique environnementale, une aire de contact entre les savoirs disciplinaires et les besoins et intérêts des sujets et groupes sociaux.

Le Projet IRES travaille actuellement cette question (García et García, 1992) en proposant des catégories générales structurantes pour les systèmes d'idées à construire par les élèves. Ces métaconnaissances (ou connaissances métadisciplinaires), seraient un ensemble de concepts, procédures et valeurs agissant comme des axes intégrateurs qui orientent toute la connaissance scolaire. Ces connaissances métadisciplinaires renvoient à des notions telles que "système", "changement", "interaction" ou "diversité" et aux procédures et valeurs correspondant à une vision relativisante autonome et solidaire du monde.

Ces notions doivent être construites par le passage à la complexité où, à une vision indifférenciée du monde se substitue une organisation additive, et à partir de celle-ci, une vision systémique (la réalité comme réseau d'interactions et comme hiérarchie de systèmes imbriqués). Ce passage comporte aussi une

dimension causale, grâce à laquelle la causalité mécanique (un facteur du milieu en déterminant un autre) est progressivement remplacée par la notion d'interaction (différents facteurs sont mutuellement déterminés).

Par ailleurs, chaque étape suppose un certain degré de décentration par rapport au monde qu'il prétend connaître. Ainsi, à partir d'une conception égocentrique où prédomine la perspective propre à chaque sujet, on passe à une conception anthropocentrique (la réalité du point de vue humain) et, en partant de là, à une vision relativiste, où l'individu est capable d'adopter différentes perspectives et de considérer simultanément divers aspects de la réalité.

Une telle évolution vers la complexité ne se réfère pas seulement à la connaissance conceptuelle, puisque l'idée de départ de toute "cosmovision" implique aussi des composantes procédurales et comportementales. Ainsi, dans la résolution de problèmes et le traitement de l'information, y a-t-il une progression des capacités et compétences qui conduit de la catégorisation et de la classification du monde, des relations sociales ou du souci de son propre corps, à la maîtrise de la pensée formelle et à un développement maximal des capacités et compétences d'évaluation et de contrôle. Dans le domaine des attitudes, on note aussi une évolution des valeurs et des affects, de la subjectivité irrationnelle et dogmatique, de la dépendance morale et affective, vers une autonomie morale et affective, vers le respect de la diversité et la reconnaissance du rôle qui revient à la négociation démocratique dans le traitement de l'asymétrie des relations sociales.

La proposition d'une telle "cosmovision" n'en suppose pas l'usage mécanique et simplificateur, sans prendre en compte la grande diversité d'itinéraires didactiques, en fonction de chaque contexte et de chaque élève. Son application rigide et linéaire comporterait le risque de restreindre et de renfermer la façon dont les élèves construisent leurs connaissances, ce qui mènerait à un nouveau divorce entre la culture académique et les idées des élèves dans leur vie quotidienne. Il s'agit plutôt que les professeurs disposent d'un cadre de référence pour programmer des contenus scolaires, avec une structure épistémologique claire et cohérente, qui éclaire un certain modèle de développement humain et qui facilite l'aide pédagogique aux élèves en rapport avec le dit modèle. Évidemment, la construction d'une telle "cosmovision" exige un va-et-vient continu du particulier au général, ainsi que son adaptation à chaque réalité concrète.

UN MODÈLE DE SYNTHÈSE

L'utilisation de trames et d'hypothèses de progression dans le curriculum n'est pas seulement relatif au quoi enseigner, surtout si l'on considère que les différents éléments curriculaires (quoi enseigner, comment l'enseigner et l'évaluer) sont des éléments en interaction dans un même système. C'est dire que, la façon dont s'organise la connaissance scolaire est en interaction avec la manière dont elle se construit et, par voie de conséquence, avec les stratégies méthodologiques et avec l'évaluation. En cohérence avec ce qui a été dit jusqu'ici, nous proposons l'adoption d'une méthodologie didactique basée sur l'investigation par l'élève (García et García, 1992), méthodologie présumée par le fait que la recherche n'est pas seulement la base de la construction de la connaissance scientifique par l'expert dans son activité professionnelle, mais qu'elle est aussi une forme naturelle d'étude des problèmes, que chacun peut

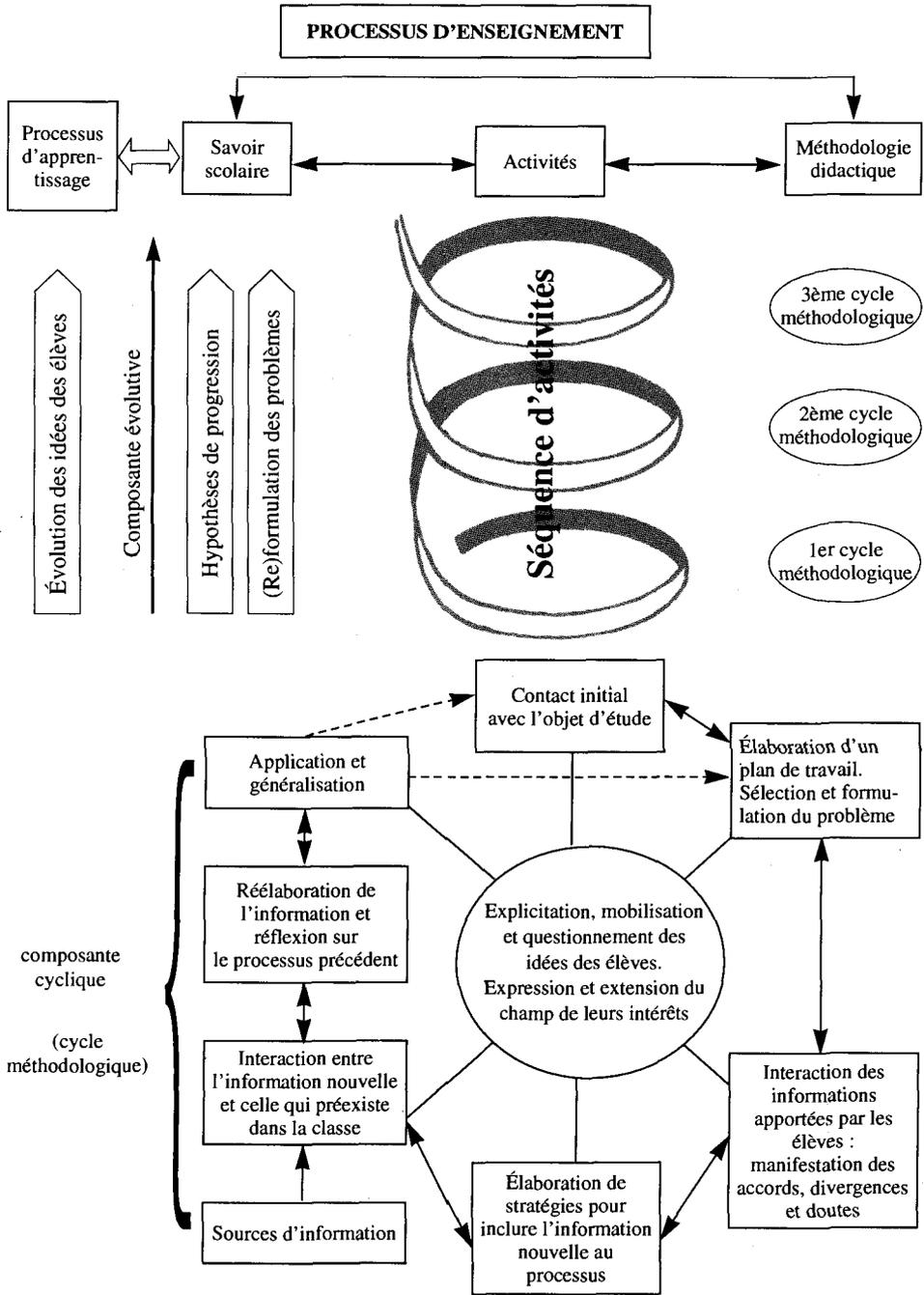


Figure 4 - Élaboration d'un déroulement curriculaire dans une perspective systémique et évolutive

employer (Porlán, 1993). Dans ce sens, l'évaluation est comprise comme régulation et réglage du processus d'enseignement-apprentissage.

L'élaboration du curriculum, dans cette vision systémique, peut être schématisée dans un modèle de synthèse où le processus d'enseignement est intégré dans celui de l'apprentissage, les aspects de contenu avec les aspects méthodologiques et avec l'évaluation. Ce modèle est repris dans la figure 4.

APPLICATION À L'ÉTUDE DES NOTIONS ÉCOLOGIQUES

Examinons un exemple pour concrétiser le modèle sur un cas précis : la notion d'écosystème. Dans d'autres publications (García, 1991 et 1992 ; García et Rivero, 1993 ; García, Rivero et Vaca, 1994) ont été traités quelques aspects relatifs aux conceptions des élèves, à la nature de la connaissance écologique et à l'élaboration des unités didactiques sur le sujet. C'est pourquoi nous nous limiterons ici à une illustration du modèle proposé.

À ce sujet, ont été élaborées des hypothèses concernant une progression possible de la construction du système d'idées autour de la notion d'écosystème, hypothèse qui reconnaît trois moments différents, correspondant à trois niveaux croissants de complexité dans la formulation de ce champ conceptuel. Nous présenterons ci-après les niveaux de formulation correspondant à quelques-unes de ces idées.

Diversité des relations écologiques

• Moment 1

Les relations entre les éléments du biotope ne sont pas mentionnées. Les relations biocénose-biotope ne sont pas envisagées, le biotope n'étant que l'endroit où se trouvent les êtres vivants (localisation spatiale). Lorsque les relations au sein de la biocénose sont mentionnées, on fait toujours allusion à des rapports interspécifiques très évidents et proches de l'élève, comme dans le cas de quelques relations trophiques. Les relations intraspécifiques, elles, ne sont pas reconnues.

• Moment 2

Les rapports entre biocénose et biotope sont envisagés. Ainsi, le biotope est conçu comme une ressource pour la défense face aux agressions d'autres êtres vivants (certains animaux se cachent entre les plantes pour éviter d'être mangés) ou comme une source de nourriture (les plantes se nourrissent du sol, les poissons prennent l'oxygène de l'eau). Une plus grande diversité de relations interspécifiques est aussi reconnue : des relations de protection entre des êtres vivants (les poissons se cachent dans les algues), des relations trophiques moins évidentes (les plantes donnent nourriture et oxygène aux animaux, les moustiques sucent le sang des personnes, des animaux mangent des herbes ou des graines), des relations de concurrence ; de même que des relations intraspécifiques évidentes, relatives aux relations entre individus à caractère reproductif, d'élevage, ou qui impliquent un certain degré d'association (groupes, bandes...), en rapport avec la localisation spatiale ou la protection.

- **Moment 3**

Les relations dans le biotope sont clairement mentionnées (l'eau de la mare s'évapore lorsque la température augmente, l'eau remue la terre et provoque l'érosion). En ce qui concerne les relations entre biocénose et biotope, on considère que les êtres vivants dépendent du biotope mais qu'ils peuvent aussi, dans une certaine mesure, le modifier (les plantes donnent de l'oxygène à l'eau, les arbres évitent l'érosion du sol, les animaux sont à l'origine d'apports organiques pour le sol). Parmi les relations au sein de la biocénose, sont mentionnées des relations plus complexes et moins évidentes (les décomposeurs se nourrissent des restes organiques provenant d'autres êtres vivants, certains animaux s'entraident dans la recherche de nourriture ou pour se défendre, etc.).

Causalité dans les relations écologiques

- **Moment 1**

Aucune allusion n'est faite à des relations de causalité, les éléments présents étant seulement décrits ou, en tout cas, des relations de dépendance ne sont établies qu'entre des éléments concrets, par rapport à des facteurs concrets (les animaux ont besoin de nourriture, les plantes ont besoin de terre et d'eau).

- **Moment 2**

Les relations écologiques sont toujours interprétées comme des relations dans un seul et unique sens (causalité linéaire) et de façon simple, de sorte que la variation d'un facteur ne soit en relation qu'avec celle d'un autre facteur. Cette causalité est habituellement associée à l'idée de configuration en chaîne. Ainsi, les prédateurs dépendent des proies pour leur survie (mais la population de proies ne "nécessite" pas celle des prédateurs pour régler sa croissance aux conditions du milieu, par exemple, à la quantité d'herbe existante dans le cas des herbivores), un bois existe parce que les conditions sont adéquates à cet endroit précis (et ce n'est pas le bois qui peut créer les conditions adéquates pour son existence).

- **Moment 3**

L'existence d'interactions et d'interdépendances des éléments en relation est clairement reconnue. Il est aussi possible de comprendre que l'interdépendance produise une rétro-alimentation, une causalité circulaire.

Complexité des chaînes, réseaux et cycles

- **Moment 1**

Les relations ne sont pas reconnues, ou tout au moins les configurations de relations binaires ne le sont pas.

- **Moment 2**

L'enchaînement de relations binaires est assumé avec plusieurs éléments connectés chacun avec deux autres. Il est possible de reconnaître aussi la connexion d'un élément à plusieurs autres (relations tertiaires ou quaternaires) bien que soit maintenue l'idée d'une organisation en chaîne.

- **Moment 3**

L'existence d'un réseau de relations est reconnue.

Organisation de l'écosystème

- **Moment 1**

On considère que l'écosystème a une organisation additive dans laquelle les éléments sont plus importants que les relations. Ainsi, ce qui caractérise l'écosystème c'est la présence d'éléments donnés et le fait qu'il existe un nombre suffisant d'individus pour chaque composante. Un écosystème donné fonctionne et reste stabilisé à condition qu'il possède des éléments déterminés et si certaines conditions sont réunies (que chaque espèce existe en nombre suffisant, qu'il ait suffisamment de nourriture et d'espace).

- **Moment 2**

Il est explicitement reconnu que ce sont les relations qui organisent l'environnement, mais on se réfère à des relations simples, possédant des configurations simples. Ainsi, un écosystème fonctionne de manière stable s'il possède une chaîne trophique où ne manque aucune composante (une mare est un petit écosystème où les animaux, les plantes et les éléments inertes sont coordonnés dans une chaîne alimentaire). La causalité est comprise comme linéaire et l'interdépendance entre les éléments composantes de l'écosystème n'est donc pas envisagée.

- **Moment 3**

L'organisation de l'écosystème est comprise comme une organisation en réseau, avec une interdépendance entre composantes, avec reconnaissance d'une dynamique de la matière et de l'énergie (cycles, flux) liée à l'existence du réseau de relations.

Cette hypothèse de progression relative à la connaissance écologique correspond à un programme d'activités organisées en trois cycles méthodologiques avec reformulations successives de la problématique de travail. La figure 5 présente une hypothèse curriculaire de synthèse avec les problèmes de la recherche, les activités et la progression possible des contenus.

Le premier cycle étudie des problèmes utiles pour que les élèves manifestent leurs idées à propos de la thématique écologique en rapport avec des questions pratiques et concrètes (ce qu'il faut faire pour construire des aquariums de sorte qu'ils fonctionnent de façon similaire à une mare, etc.).

Le deuxième cycle étudie des problèmes plus complexes liés à l'observation de ce qui se passe dans les aquariums-mares (quelles sont les relations écologiques qui apparaissent, quelles sont les conséquences de ces relations pour les éléments constituants, comment sont reliés les éléments au travers de ces relations, quel est le rôle des différents éléments, comment interviennent les relations écologiques sur les variations du nombre d'individus de chaque population, existe-t-il ou non une dépendance mutuelle entre les éléments en relation, que faut-il pour que les aquariums-mares soient stables dans le temps, quels sont les changements constatés ? etc.).

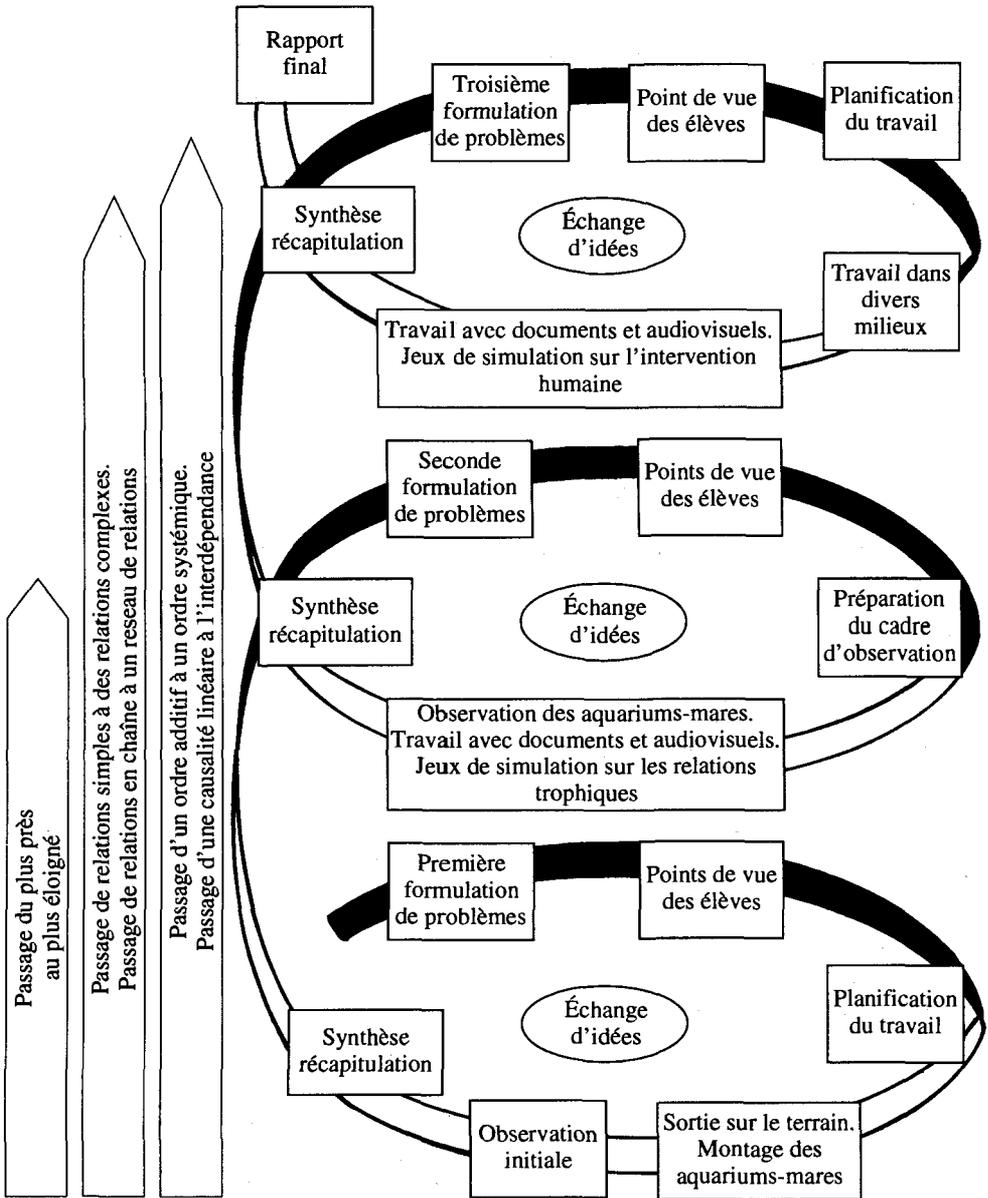


Figure 5 - Proposition curriculaire relative à la construction du concept d'écosystème

Le troisième cycle propose une généralisation par un travail sur d'autres écosystèmes et par la comparaison entre ce qui s'y passe et ce qui a été observé dans les aquariums-mares (problèmes globaux tels que les relations entre écosystèmes, façons de connecter les éléments d'un écosystème par les relations alimentaire, etc.).

J. Eduardo GARCÍA
 Département de Didactique des Sciences
 Université de Séville
 Espagne

La revue Aster remercie l'auteur et l'équipe de direction de la revue Investigación en la Escuela qui ont aimablement accordé l'autorisation de publication de cet article en français. La traduction a été assurée par Cristina Carballo, avec la collaboration de Jean-Pierre Astolfi.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

GARCÍA, J.E. (1991). *El concepto de ecosistema. En Materiales del Area de Ciencias de la Naturaleza (módulo IV del Curso de actualización científica y didáctica)*. Madrid : MEC.

GARCÍA, J.E. (1992). "El estudio de los ecosistemas". *Cuadernos de Pedagogía*, 209, 18-21.

GARCÍA, J.E. ; CUBERO, R. (1993). "Perspectiva constructivista y materiales curriculares de Educación Ambiental". *Investigación en la Escuela*, 20, 9-22.

GARCÍA, J.E. ; GARCÍA, F.F. (1989). *Aprender investigando. Una propuesta metodológica basada en la investigación*. Sevilla : Díada.

GARCÍA, J.E. ; GARCÍA, F.F. (1992). "Investigando nuestro mundo". *Cuadernos de Pedagogía*, 209, 10-13.

GARCÍA, J.E. ; RIVERO, A. (1993). "La construcción de los conceptos de ecosistema e interacción ecológica : una propuesta de hipótesis de progresión para el tratamiento de contenidos ecológicos en la Educación Secundaria". *Enseñanza de la Ciencias*, número extra, 167-168.

GARCÍA, J.E. ; RIVERO, A. ; VACA, M. (1994). "Concepciones de los alumnos de Secundaria relativas a las nociones de interacción ecológica y ecosistema". En *Actas del II Congreso Andaluz de Educación Ambiental*. Sevilla : Junta de Andalucía.

GRUPO INVESTIGACIÓN EN LA ESCUELA (1991). *Proyecto Curricular IRES (Investigación y Renovación Escolar)*. (Version provisoire). Introduction et quatre volumes. Sevilla : Díada.

GRUPO INVESTIGACIÓN EN LA ESCUELA (1991). "Un proyecto de investigación y renovación escolar". *Cuadernos de Pedagogía*, 194, 34-38.

PORLÁN, R. (1993). *Constructivismo y escuela. Hacia un modelo de enseñanza-aprendizaje basado en la investigación*. Sevilla : Díada.