

Communauté française de Belgique

*Ministère de la Communauté française
Administration générale de l'Enseignement et de la Recherche scientifique*

UN MODULE D'ENSEIGNEMENT DE LA GENETIQUE QUI TIENT COMPTE DE LA CONSTRUCTION DES SAVOIRS

Recherche en éducation n° 40/98

Véronique ENGLEBERT-LECOMTE, Gérard FOUREZ et Valérie DENTANT

**Cellule EMSTES, département Sciences, Philosophies, Sociétés
FUNDP
Rue de Bruxelles, 61
5000 Namur**

Article publié dans

Le Point sur la Recherche en Education

**N° 13
Décembre 1999**

et diffusé sur

<http://www.agers.cfwb.be/pedag/recheduc/point.asp>

Service général des Affaires générales, de la Recherche en éducation et du Pilotage interréseaux
9-13, rue Belliard 1040 Bruxelles
Tél. +32 (2) 213 59 11
Fax +32 (2) 213 59 91

Résumé :

L'outil présenté dans cet article est destiné à l'enseignant de sciences. Il propose, de manière concrète, comment introduire des éléments d'épistémologie, autrement dit de construction des savoirs, dans un langage simple et accessible à des élèves. Il met en valeur les méthodes scientifiques et replace le travail des scientifiques dans un contexte historique et sociétal, ce qui lui donne du sens. Le sujet choisi (la génétique) s'adresse d'abord aux enseignants de biologie, mais, il peut également être un outil précieux pour ceux d'autres disciplines scientifiques parce que la démarche suivie est transférable à d'autres enseignements.

Introduction

Lors d'un précédent article (1), nous mettions en évidence l'importance d'introduire davantage de notions sur la construction des savoirs (l'épistémologie) dans les cours de sciences (2). Cela, entre autres, pour leur donner du sens en les replaçant dans un contexte, qu'il soit historique, de travail, d'insertion sociale, etc. Notre objectif était de faire percevoir aux jeunes comment les savoirs se construisent et, donc, leur faire acquérir des compétences relatives aux méthodes et aux démarches, notamment scientifiques (3). Cette perspective, quoi que plaisante, restera lettre morte s'il n'y a pas d'outils pour la réaliser. C'est pourquoi, nous avons décidé de produire un module d'enseignement type (4) pour montrer comment on peut mettre en œuvre de l'épistémologie dans un cours de sciences.

Pour créer cet outil d'enseignement de l'épistémologie, notre choix s'est porté sur la génétique. D'une part, ce choix résulte de la présence de biologistes dans notre équipe et, d'autre part, cette discipline et les biotechnologies qui lui sont associées risquent, dans les années à venir, d'occuper une place de plus en plus importante dans nos vies. Si on peut considérer que cet outil s'adresse d'abord aux professeurs de biologie, la démarche suivie est transférable à d'autres questions scientifiques. Nous croyons donc qu'il peut également intéresser des enseignants d'autres disciplines. Montrer comment une discipline s'est mise en place, comment ses modèles ont évolué, quels sont les modèles actuellement admis ainsi que les points de controverses ne sont en effet pas des caractéristiques propres à la seule biologie.

En quoi l'outil propose peut-il être utile pour le professeur de sciences ?

L'épistémologie est une discipline peu abordée dans les formations scientifiques, et donc peu familière pour beaucoup de professeurs de sciences. Pourtant, parler d'épistémologie, c'est parler de démarches scientifiques, de modélisation, d'évolution des modèles, de fonctionnement des communautés scientifiques, etc. Avec l'outil proposé, nous montrons comment nos conceptions des sciences influencent l'organisation de nos cours. Il aidera les enseignants à se familiariser avec cette discipline. Ils pourront également se rendre compte qu'introduire de l'épistémologie dans un cours peut se faire facilement, dans un langage simple et sans y consacrer trop de temps. Le document est rédigé comme si on s'adressait directement aux élèves. Nous avons donc particulièrement veillé à utiliser un langage épistémologique simple, accessible à tous.

Il s'agit d'un outil engagé où l'on veut montrer aux jeunes que les sciences sont une manière de voir le monde créée par les humains et pour les humains. Qu'elles sont souvent le lieu de conflits : avant de s'imposer, un modèle subit une série de tests et, pour certaines questions, les scientifiques n'arrivent pas toujours à trancher en faveur d'un modèle plutôt que d'un autre. Enfin, que les sciences évoluent au sein de débats éthiques, économiques et politiques qui les influencent et contribuent à leur structure (même s'ils en sont distincts). Pour la génétique, ce contexte sociétal est particulièrement important et évident.

Dans ce manuel à l'usage de l'enseignant, nous proposons une mise en scène parmi d'autres possibles de l'émergence de la discipline nommée « génétique ». Une large part y est consacrée à Mendel et à la génétique du début du siècle. Nous abordons ensuite quelques questions actuelles en lien avec la génétique mais sans trop nous appesantir sur les « boîtes noires » biologiques. Notre objectif n'étant pas de détailler les dernières prouesses techniques de la PCR ou du génie génétique, mais bien de mettre en perspective les enjeux épistémologiques qui se jouent dans un tel cours.

Que vont apprendre les élèves avec ce type d'outil ?

En replaçant la génétique dans son contexte à la fois historique et contemporain, en abordant ses liens avec la société et en analysant le déroulement de sa construction, on donne du sens au contenu que l'on veut transmettre aux élèves. Cette contextualisation les aide à mieux cerner et comprendre pourquoi on étudie tel ou tel point. Si les petits pois de Mendel semblent dépassés et peu passionnants pour les élèves, l'approche historique n'est cependant pas dénuée d'intérêt du point de vue du fonctionnement des sciences : émergence d'une discipline, valeur d'un modèle théorique, standardisation des connaissances, intérêt des tests expérimentaux et théoriques, etc.

Ainsi, les élèves apprendront-ils à faire confiance aux sciences (elles offrent des modèles puissants et efficaces) tout en évitant l'écueil d'une confiance absolue et sans conditions. Ils pourront se rendre compte qu'une même situation peut-être modélisée de manière différente selon le point de vue adopté, ou voir l'intérêt d'utiliser un langage standardisé pour parler de quelque chose sans devoir entrer dans des explications trop longues et détaillées ; ou encore, comprendre qu'un modèle n'a de valeur que dans le champ où il a

été défini et qu'un modèle est une représentation simplifiée de la « réalité ». Par exemple, pour réaliser un clonage, il s'agit d'avoir un modèle plus complexe que celui nécessaire pour comprendre le principe du clonage : en effet, l'expérimentation exige le contrôle de toute une série de variables qui n'interviennent pas pour en expliquer le principe.

Nous visons aussi le développement de leur esprit critique. Par exemple, en leur montrant que, dans la presse à grand tirage, la vulgarisation des données scientifiques omet le plus souvent les difficultés techniques rencontrées par les scientifiques. Elle tend à ne présenter qu'une image simple (simpliste) de ce qui se passe et fait ainsi croire que ce dont on parle (clonage, thérapie génique, etc.) est déjà proche d'une utilisation à grande échelle. Si la simplicité des informations données a cependant un intérêt indéniable, car elle permet aux non initiés de comprendre de quoi il retourne, il s'agit aussi d'en cerner les limites.

Présentation succincte de l'outil

Le manuel est scindé en trois parties. La première traite de l'origine historique de la génétique, la seconde de la génétique classique, et la troisième de la génétique moléculaire et plus particulièrement des questions contemporaines qui s'y rapportent. Dans chacune de ces sections, nous veillons à ce que notre présentation mette en évidence les dimensions épistémologiques des démarches scientifiques. Cette mise en évidence ne se fait cependant pas au travers des énoncés des compétences précédemment définies⁽⁵⁾, mais via des encarts qui contiennent des commentaires explicites de ces énoncés.

1) Les origines de la science de l'hérédité

Certains considèrent aujourd'hui que faire apprendre la génétique dans le secondaire devrait consister à aborder directement la génétique moléculaire et ses techniques. Nous pensons au contraire que replacer la génétique dans l'histoire humaine permet, entre autres, de comprendre d'où elle vient, les objectifs qu'elle poursuit et, par là, d'éviter de renforcer une image un peu mythique de l'entreprise scientifique (6). Celle-ci n'est pas bien servie par l'image de génies en avance sur leur temps et incompris de leurs contemporains. C'est hélas trop souvent la description que l'on donne de Mendel dans nos cours de biologie.

Nous pensons qu'une formation aux sciences doit inclure, au moins une fois, une rencontre avec l'émergence d'une discipline. L'approche historique permet aussi de montrer que les disciplines scientifiques que nous connaissons actuellement n'ont pas toujours existé comme telles ; que les sciences sont une manière de voir le monde très féconde et efficace (mais pas l'unique manière) ; que, malgré leurs performances, il ne s'agit pas d'avoir une confiance aveugle en ce qu'elles peuvent dire ou permettre de faire ; etc. Bref, former les élèves à avoir l'esprit ouvert mais aussi critique vis-à-vis des sciences et du rôle qu'elles peuvent jouer.

Comme les élèves ne deviendront pas tous des biologistes, leur apprendre une « cuisine » technique, d'ailleurs parfois assez imbuvable, ne nous paraît pas justifié. Il nous semble

plus intéressant de les conduire à se débrouiller avec un modèle simple de la génétique ; suffisant pour comprendre la transmission d'une maladie génétique par exemple.

Nous avons voulu retracer le cheminement de Mendel : ce qu'il savait, ce qu'il cherchait, la stratégie qu'il a suivie, les conclusions auxquelles il est arrivé. Pourquoi s'est-il intéressé à l'étude de l'hérédité ? Trait de génie ou suite logique des questionnements de l'époque où il vit ? Quels sont les éléments socio-historiques à la base de son questionnement ? Comment envisage-t-il de répondre à la question « qu'est-ce qui est transmis et comment ? ». Etc.

2) *La génétique classique*

De l'époque de Mendel au début du siècle, toute une série de modèles scientifiques voient le jour. La convergence de ces nouvelles idées aboutit à une relecture du modèle de Mendel et à son adaptation aux théories acceptées au début du siècle : c'est l'énonciation des « lois de Mendel ». La génétique émerge et est institutionnalisée ; c'est-à-dire qu'elle est reconnue par les scientifiques comme une discipline à part entière, avec son objet de recherche et ses modèles théoriques propres. Aujourd'hui, on se rend compte qu'il existe plusieurs niveaux de complexités dans les modèles génétiques mais, dans bon nombre de cas, le modèle mendélien du début du siècle suffit à comprendre comment des maladies génétiques se transmettent de génération en génération. On l'utilise d'ailleurs toujours aujourd'hui pour expliquer simplement ces phénomènes.

Nous montrons ensuite comment les généticiens ont adapté le modèle mendélien pour expliquer les anomalies constatées lors de leurs expérimentations. Cela permet d'expliquer plus en détails comment procèdent les scientifiques pour résoudre les problèmes qui se posent à eux ou qu'on leur pose. Ils élaborent des modèles, des représentations qui leur permettent d'agir. Les problèmes qu'ils rencontrent sont le plus souvent liés à des questionnements de la société liés à des intérêts politiques, économiques ou culturels. Il s'agit d'éviter de placer les sciences et les scientifiques dans une tour d'ivoire où l'on cherche la connaissance pour la connaissance, mais plutôt de les réintégrer dans la société dont ils font partie.

3) *La génétique moléculaire*

Dans cette troisième partie, on passe rapidement sur les boîtes noires purement biologiques et sur les bouleversements dans la façon de se représenter la génétique. Bouleversements qui sont apparus après qu'on ait résolu la question de savoir quelle molécule constitue le matériel héréditaire. L'association de la notion de gène à une séquence de nucléotides, le modèle d'un gène codant pour une protéine et celui du code génétique identique pour tous les vivants, etc., vont peu à peu entraîner la génétique dans une révolution pour l'humanité. Tous ces modèles vont en effet entraîner l'idée d'une action possible sur le patrimoine génétique des espèces. C'est ainsi que se développe le génie génétique qui a aujourd'hui un impact grandissant sur nos vies.

C'est ce que nous essayons de mettre en évidence dans ce chapitre. Notamment au niveau des enjeux liés aux biotechnologies, qu'ils soient politiques, sociaux ou financiers, ainsi que des questions éthiques qu'elles suscitent ou vont susciter. Nous considérons que

même si, selon l'opinion de certains, l'essor des biotechnologies est inéluctable et que le vingt-et-unième siècle sera celui des biotechnologies, cela ne signifie pas que tout est joué et qu'il n'y a plus à réfléchir à la question. Il est possible de négocier la forme sous laquelle nous souhaitons qu'elles interviennent dans notre société. L'enjeu pour le citoyen de demain sera de décider l'organisation et les formes que prendront les biotechnologies (7). Il aura aussi à décider au nom de quelles valeurs collectives ou individuelles elles seront structurées. Mais aussi, à qui laissera-t-on le soin de décider pour la collectivité et comment.

Un autre enjeu des biotechnologies dont les cours de sciences ne parlent pas souvent, ce sont leurs rapports avec l'économie de marché ou la question de la brevetabilité du vivant. Pourquoi la recherche scientifique investit-elle autant d'argent dans le dépistage génétique ou le projet « génome humain », et aussi peu dans la recherche de solutions à des affections particulièrement graves pour les pays du tiers-monde ? Finalement, que veulent les multinationales qui emploient des scientifiques ? Quels sont leurs objectifs ? les acceptons-nous ? Etc. Nous tenons à mettre en évidence ce type de questions au travers de quelques fiches qui traitent de problèmes en rapport avec la biologie moléculaire.

Nous n'accordons pas une place importante aux concepts proprement biologiques ou biochimiques dans ce document, ce qui peut éventuellement dérouter certains enseignants. Cela se comprend. D'autant qu'il n'est pas toujours facile d'accepter d'ignorer le détail des mécanismes scientifiques, surtout quand il s'agit de la discipline pour laquelle on a été formé. Ainsi, un biologiste pourra trouver difficile de parler du SIDA sans entrer dans les détails du modèle du système immunitaire et de son fonctionnement. Pour la plupart des gens, cependant, comprendre le SIDA se résume à un modèle simple qui permet de savoir ce qu'il s'agit ou qu'il ne s'agit pas de faire pour éviter une contamination par exemple. Face à bien des situations dans notre vie, nous-mêmes agissons souvent sans connaître les mécanismes spécialisés et pourtant, cela ne nous empêche pas d'agir à bon escient. Il en est de même ici : on ne nous demande pas de former des spécialistes de la biologie mais bien des élèves capables d'utiliser les modèles appris en classe dans leur vie de tous les jours.

Cela n'interdit pas, dans certaines situations de pousser un peu plus à fond certaines questions, soit pour des raisons culturelles, soit parce que cela pourrait aider l'élève dans sa profession future. Les fiches présentées à propos de la biologie moléculaire ont pour objectif de servir à l'enseignant pour aborder ces sujets, pas toujours faciles, en tenant compte de certains de leurs enjeux. A chacun de choisir les points qu'il désire approfondir en fonction de ses intérêts et de la situation des élèves (et parfois aussi de son propre plaisir d'enseigner !).

En conclusion : comment utiliser cet outil pour enseigner la dimension épistémologique des sciences ?

Notre enseignement ne passera bien que si nous sommes à l'aise dedans. Il ne s'agit donc pas de vouloir révolutionner tout et tout de suite. Il s'agit d'abord de s'imprégner de ces idées avant de les transmettre aux élèves et cela peu prendre du temps. L'important est

sans doute de commencer par comprendre — pour nous-mêmes — comment, dans quel contexte, et pour quoi les modèles scientifiques ont été construits. Dans un premier temps, il ne s'agit donc pas de vouloir modifier trop de choses à la fois dans la manière de donner cours. Introduire de temps à autres quelques idées à propos de la construction des connaissances scientifiques suffit amplement pour un début. D'autant que, parler du fonctionnement des communautés scientifiques n'est pas toujours évident parce que, dans nos facultés de sciences, nous y avons finalement été très peu formés.

Quant à ce « syllabus », il ne s'agit pas de le donner tel quel à des élèves du secondaire. Son objectif est : 1) de montrer aux enseignants de sciences que l'on peut donner du sens aux cours de sciences en replaçant leur développement dans son contexte historique et social, et en montrant leur enjeu ; 2) de montrer qu'avec quelques petits aménagements, il est possible de parler d'épistémologie dans un cours de sciences. Il s'agit simplement d'éviter de présenter les inventions scientifiques comme des vérités absolues et immuables dont on ne peut pas discuter. Le pari, c'est de parvenir à raconter les histoires scientifiques comme des histoires humaines.

Notes

- (1) V. Englebert-Lecomte, G. Fourez, Ph. Mathy, *Pourquoi former à l'épistémologie dans le secondaire ?* Le point sur la Recherche en Éducation, n°8, novembre 1998, pp. 11-17.
- (2) Pour en savoir plus sur la construction des savoirs, voir aussi : G. Fourez, V. Englebert-Lecomte, Ph. Mathy, *Nos savoirs sur nos savoirs : un lexique d'épistémologie pour l'enseignement*, De Boeck Université, 1997, 169 p.
- (3) G. Fourez (promoteur), Rapport de la Recherche en éducation n°40/97 : Les compétences terminales dans l'enseignement secondaire général relatives à la construction des savoirs et celles liées à la gestion des technologies, Août 1998, Communauté Française de Belgique. Ce rapport de recherche est disponible à la cellule EMSTES, département Sciences, Philosophies, Sociétés, FUNDP, rue de Bruxelles, 61, 5000 Namur.
- (4) G. Fourez (promoteur), Rapport de la Recherche en éducation n°40/97 : Les compétences terminales dans l'enseignement secondaire général relatives à la construction des savoirs et celles liées à la gestion des technologies, Août 1999, Communauté Française de Belgique. Ce rapport de recherche est disponible à la cellule EMSTES, département Sciences, Philosophies, Sociétés, FUNDP, rue de Bruxelles, 61, 5000 Namur.
- (5) V. Englebert-Lecomte, V. Dentant, G. Fourez, *Proposition de compétences terminales souhaitables en épistémologie*, Courrier du CETHES, n°39, Avril 1998, pp. 17-23.
- (6) F. Jacob, *La logique du vivant, une histoire de l'hérédité*, Gallimard, 1970, 352 p.
- (7) J. Rifkin, *Le siècle biotech : le commerce des gènes dans le meilleur des mondes*, La découverte, Paris, 1998, 348 p.