

De la physique naïve à l'approche phénoménologique

Un apport des sciences cognitives à la médiation scientifique

Richard-Emmanuel Eastes
Francine Pellaud
Nathalie Sené

L'enseignement comme la vulgarisation de notions scientifiques complexes s'appuient plus souvent sur des constructions théoriques que sur les connaissances profanes et le sens commun des apprenants. Cet article propose une approche pédagogique originale, fondée sur l'exploitation des connaissances « naïves » des apprenants et inspirée de l'approche adoptée par les chercheurs dans des disciplines scientifiques émergentes. Articulée aux approches habituelles, elle permet de proposer de bien meilleures conditions d'apprentissage des sciences.

Dans leur effort pour mieux comprendre le fonctionnement de l'esprit humain, les sciences cognitives ont défini la notion de *physique naïve* (et plus généralement de *sciences naïves*) : des connaissances ou « principes »¹ susceptibles d'être rattachés à une discipline scientifique donnée (physique mais également mathématiques, biologie ou même psychologie) et dont le nourrisson dispose de manière innée. Parce que la frontière entre l'inné et l'acquis est difficile à établir, nous choisissons d'étendre la notion à *l'ensemble des connaissances et principes innés ou acquis uniquement par l'expérience commune et profane*. Ainsi, le jeune enfant découvre relativement tôt que les objets se déplacent spontanément vers le bas lorsqu'on les lâche, que les feuilles des arbres tombent en automne et qu'un sourire de sa maman est une marque de sa satisfaction.

Ces connaissances « naïves » sont parmi les plus robustes de toutes celles dont un individu peut disposer, car elles lui sont imposées dès sa naissance par sa structure cérébrale et/ou son environnement le plus proche. Si ce dernier a été suffisamment riche et conforme aux comportements habituels du monde (ce qui exclut par exemple les naissances à venir sur la station spatiale internationale), ce sont en outre bien souvent des connaissances qu'un médiateur pourrait qualifier de « justes ». Celui qui en dispose n'aura donc que rarement, ou dans des cas très particuliers seulement², à les remettre en question.

Stabilité des pré-conceptions

Les recherches sur l'apprendre nous révèlent de leur côté l'insigne importance, pour un sujet apprenant (et son enseignant), de prendre appui sur ses *pré-conceptions* pour faire évoluer son savoir. En premier lieu et bien évidemment, pour lui offrir des informations qu'il soit susceptible de comprendre³ et pour éviter de répondre à des questions qu'il ne se pose pas. Dans le meilleur des cas ensuite, pour *compléter* graduellement ces pré-conceptions ; mais le plus souvent même pour les *transformer*, parfois radicalement, une expérience ou une information nouvelle étant venues les contredire.

D'un point de vue psychologique, pour l'élève qui doit accepter d'abandonner une partie de ce en quoi il croyait jusque-là, ce processus de transformation des conceptions est des plus coûteux (figure 1). Et il l'est d'autant plus qu'il lui faut davantage remettre en question les connaissances en lesquelles il a confiance.

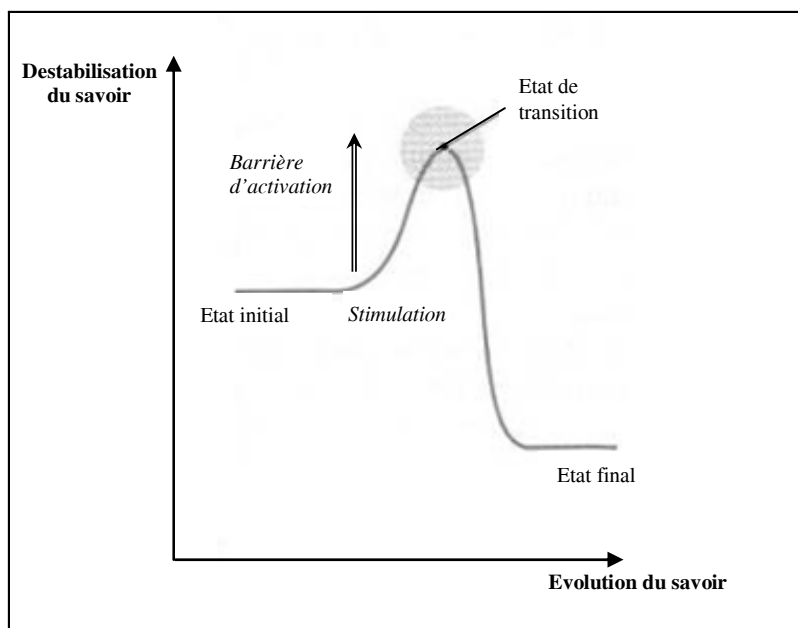


Figure 1 : Diagramme représentatif de l'acte d'apprendre.
 La *stabilité du savoir* peut être considérée comme le degré de confiance que l'apprenant accorde à son savoir⁴.

De ces considérations et pour mieux contourner les « barrières psychologiques » des apprenants découle très naturellement l'idée de partir du niveau fondamental de leurs savoirs et d'utiliser leurs connaissances « naïves ». C'est justement ce que propose *l'approche phénoménologique des sciences*. Pourquoi ce terme ?

La double origine de l'idée de *phénoménologie*, philosophique et scientifique, est la promesse d'une richesse insoupçonnée de son exploitation pédagogique. Son premier usage s'inspire de la méthode de Husserl et désigne par ce terme toute philosophie qui se propose, par la description des choses elles-mêmes, de découvrir les structures transcendantes des phénomènes et de la conscience.

En sciences, le terme est plus souvent employé pour désigner une approche qualitative, largement fondée sur l'observation approfondie du phénomène étudié. Elle est généralement davantage inspirée par le « sens physique » du chercheur que par les constructions théoriques qui préexistent sur le sujet.

Cette approche constitue presque un passage obligé dans l'élaboration du savoir scientifique. C'est la raison pour laquelle on la trouve dans les sciences très récentes, tout simplement parce que les concepts et modèles qui peuvent l'appuyer n'ont pas encore été imaginés. C'est le cas de la physique des milieux granulaires, où des phénomènes aussi spectaculaires et contre-intuitifs que le *chant des dunes*, les notions de *dilatance*⁵ ou de *ségrégation* des milieux granulaires sont encore expliqués « avec les mains », faute d'approches thermodynamiques, mécaniques ou numériques élaborées.

C'est ainsi que le phénomène de *ségrégation* échappe encore à toute description thermodynamique statistique des assemblées de grains. Pour expliquer cet effet selon lequel, lorsque l'on secoue un mélange de gros et de petits grains, non seulement ils se séparent mais les gros se retrouvent rapidement au dessus des petits, les physiciens recourent simplement à l'argument de bon sens consistant à dire que « les petits grains se glissent entre les gros et occupent les espaces laissés libres par ces derniers ».

S'affranchir des concepts théoriques

Il est alors très séduisant de tenter d'établir des liens d'ordre didactique entre cette double approche philosophique et scientifique et les « sciences naïves » évoquées plus haut. Car l'approche phénoménologique des chercheurs *prouve* littéralement l'existence d'une certaine pratique de la science,

capable de faire l'économie des concepts scientifiques abstraits et de leur mathématisation. Elle est donc susceptible de conduire à une forme de médiation scientifique ne nécessitant ni prérequis, ni formalismes mathématiques, ni connaissances approfondies... conditions qui s'avéraient indispensables pour pouvoir espérer exploiter les connaissances naïves des apprenants évoquées plus haut.

Cette approche pédagogique n'est pas totalement inédite : les recherches bibliographiques dans ce domaine conduisent en effet à découvrir que d'autres y ont déjà songé, sous des formes un peu différentes dénommées *Conceptual Physics* outre-Atlantique ou *Fisica Ingenua* en Italie. L'association française *1,2,3 Sciences* suit une démarche analogue et a par ailleurs proposé l'idée du « gros mot scientifique »⁶. Les vulgarisateurs les plus aguerris savent également échapper à l'écueil de la confusion entre la réalité des phénomènes et les modèles scientifiques, comme le *Prix Nobel* de physique Richard Feynman dans ses nombreux ouvrages, le conférencier et auteur Hervé This ou le journaliste Jérôme Bonaldi dans ses extraordinaires séquences vidéo *Comment ça marche ?*⁷

Pourquoi alors ne pas tenter d'élargir encore le champ de cette approche largement qualitative, fondée sur l'analyse expérimentale et la mise en relation des phénomènes ? Exempte de concepts, de lois, de formules, de théories, d'équations ou autres formalismes scientifiques, elle mène en effet à une compréhension qualitative et ressentie, souvent largement suffisante pour appréhender les comportements et propriétés de l'univers.



Figure 2 : L'observation : point de départ de l'approche phénoménologique.

Pour résumer...

L'approche phénoménologique ne fait pas intervenir de concepts scientifiques formalisés et tente de décrire et d'interpréter les phénomènes simplement, avec des mots et des concepts de tous les jours. Elle n'est ni quantitative, ni prédictive, ni explicative mais offre une vision incarnée et ressentie des comportements de la nature. Elle ne nécessite que très peu de connaissances préalables et permet d'introduire quelques concepts scientifiques de base. Se conjuguant parfaitement avec une approche théorique et diversifiant les points d'entrée vers les conceptions des élèves et des publics, elle leur permet une assimilation des concepts et des lois plus aisée et plus opératoire.

Mais gardons à l'esprit que pour compenser le manque d'outils théoriques et mathématiques, une telle approche devra se fonder en très grande partie sur l'observation du monde réel et faire souvent référence aux phénomènes les plus courants et les plus intuitifs qui s'y déroulent. L'encadré ci-joint en donne une illustration particulièrement pertinente.

Préparer à la théorisation

Sans faire de cette approche une méthode universelle ou une panacée pédagogique, considérons l'avantage qu'un médiateur scientifique pourrait avoir à se laisser gagner, si ce n'est par sa pratique, au moins par l'état d'esprit qu'elle suggère. Cette manière de donner du sens au monde sans s'encombrer d'un vocabulaire scientifique souvent mal compris n'est-elle pas, en effet, susceptible d'aider l'élève à surmonter ses difficultés de compréhension ?

Il nous paraît important qu'à l'issue de sa scolarité, il garde des sciences une connaissance ressentie et opératoire des phénomènes, plutôt que des concepts désincarnés, des termes abscons déformés et des bouts de théorèmes inopérants. D'autant plus que cette manière d'approcher les phénomènes scientifiques n'exclut en rien les approches théoriques. Au contraire, elle leur prépare le terrain de manière optimale, montrant ses limites aux apprenants qui s'y intéressent et, à partir d'un certain niveau de complexité, la nécessité d'un vocabulaire et de théories plus adaptés et moins qualitatifs : le formalisme arrive alors à point nommé pour compléter les lacunes et permettre « d'aller plus loin ».

Richard-Emmanuel EASTES,

Professeur agrégé de sciences physiques

Département d'Etudes Cognitives, Ecole normale supérieure (Paris)

Francine PELLAUD,

Docteure en sciences de l'éducation

Laboratoire de didactique et d'épistémologie des sciences (LDES), Université de Genève (Suisse)

Nathalie SENE

Professeure des Ecoles

Ecole primaire de l'Arbalète, Paris

¹ Le « principe de continuité » en est le meilleur exemple, voir Baillargeon, R. *La physique démarre au berceau !* La Recherche 388, juillet-août 2005.²

² Cas particuliers qui permettent de faire émerger la notion de *contre-intuitivité* d'un fait ou d'une expérience : voir Eastes R.-E. & Pellaud F. *Surprendre* ; Cahiers pédagogiques, n° 409, décembre 2002.

³ Sur ce point, la notion de « zone proximale de développement » introduite par Vygotsky, est particulièrement pertinente, une fois surmontée la complexité de l'expression elle-même.

⁴ La *stabilité* doit être distinguée de la *justesse* : une conception fautive peut tout à fait être plus stable qu'une conception juste (ou considérée comme telle par le médiateur) chez un individu donné, il n'en changera donc pas ou y reviendra tôt ou tard.

⁵ La *dilatance* est la propriété du sable mouillé de s'assécher autour des zones qui subissent des pressions, comme par exemple autour des pieds lorsque l'on marche sur une plage léchée par les vagues.

⁶ <http://www.123-sciences.asso.fr> Les activités de vulgarisation scientifique que les auteurs développent avec l'association *Les Atomes Crochus* s'appuient également largement sur cette approche : voir le site <http://www.atomes-crochus.org>

⁷ *Dis, Jérôme ? Les secrets de la physique expliqués par J. Bonaldi*, Paris, Albin Michel, 1991, ou Canal + vidéo, 1991.