

"Mettre en scène" le savoir pour apprendre : **Le rôle de l'environnement didactique dans le modèle d'apprentissage allostérique**

Francine Pellaud, LDES et R-Emmanuel Eastes, ENS

Comprendre comment nous apprenons, comment nous utilisons nos conceptions et nos représentations pour élaborer notre propre savoir, comment celles-ci sont parfois des obstacles à l'apprendre, voilà l'enjeu de cette atelier. Dans le cadre du modèle d'apprentissage allostérique et de l'environnement didactique qu'il propose, nous aborderons quelques problèmes spécifiques de l'enseignement des sciences. Des expériences utilisables en classe illustreront les paramètres nécessaires à l'apprendre, tout en proposant des voies originales pour rendre les cours plus attrayants, pour susciter la curiosité et l'esprit critique des élèves et plus généralement pour les mettre en « appétit de sciences ».

Introduction

Trop souvent encore, les enseignants et autres vulgarisateurs restent persuadés qu'il suffit d'expliquer, de bien montrer, de répéter, de faire manipuler, voire de récompenser ou de punir, pour que l'élève apprenne. Or, il s'avère que de telles pratiques sont souvent insuffisantes pour assurer la construction de savoirs et de compétences à long terme. Pourquoi ? Tout simplement parce que de très nombreux paramètres interviennent entre l'émetteur (le cerveau du médiateur) et le récepteur (le cerveau de l'apprenant).

Les dernières recherches en didactiques des sciences réalisées dans le Laboratoire de Didactique et Epistémologie des Sciences de l'Université de Genève que dirige le Pr. André Giordan apportent bien des éclairages en la matière grâce à son modèle d'apprentissage dit « allostérique ». Le présent article se réfère à ces multiples travaux. Divisé en deux parties, il propose d'une part un aperçu du modèle allostérique et de son fonctionnement et d'autre part, une description des paramètres identifiés comme favorables à l'apprendre, réunis sous l'appellation « d'environnement didactique ». Ces derniers sont illustrés par des expériences de sciences physiques formant une approche idéale d'une séquence d'enseignement fictive portant sur le thème de *La lévitation*.

PREMIERE PARTIE - APPRENDRE ET LE MODELE ALLOSTERIQUE

Comment apprend-on ?

Il est connu de longue date que l'enfant n'arrive pas vierge de savoirs à l'école. Il possède des connaissances issues de son expérience de vie au sein des différents environnements dans lesquels il évolue. Environnements naturel et géographique, familial et affectif, religieux, culturel, socio-économique... Autant d'éléments qui s'appuient sur des paradigmes sociaux et des valeurs mais également sur des connaissances empiriques, qui viennent former et imprégner les manières de penser, de raisonner, de comprendre, d'interpréter des faits...

Cette perception du monde s'exprime à travers des attitudes, des gestes, des démarches, des *a priori*, des croyances, que les chercheurs nomment « conceptions ». Ces conceptions constituent non seulement les images mentales, mais les modes de raisonnement qui les accompagnent. Ensemble, ils permettent à l'individu de donner du sens au monde qui l'entoure.

Mais, la conception ne s'arrête pas à cette partie émergée de l'iceberg (cf. figure 1). Elle « *n'est pas le produit de la pensée, elle est le processus même de l'activité mentale. Elle devient une stratégie, à la fois comportementale et mentale, que gère l'apprenant pour réguler son environnement*¹ ». Ses racines peuvent donc être d'ordres sensoriel, affectif, émotionnel, épistémologique, conceptuel ou sémantique. En tant que processus actifs, les conceptions permettent l'identification de situations, nouvelles ou non, en activant les savoirs antérieurs. En ce sens, elles sont un outil indispensable à toute nouvelle acquisition de savoir.

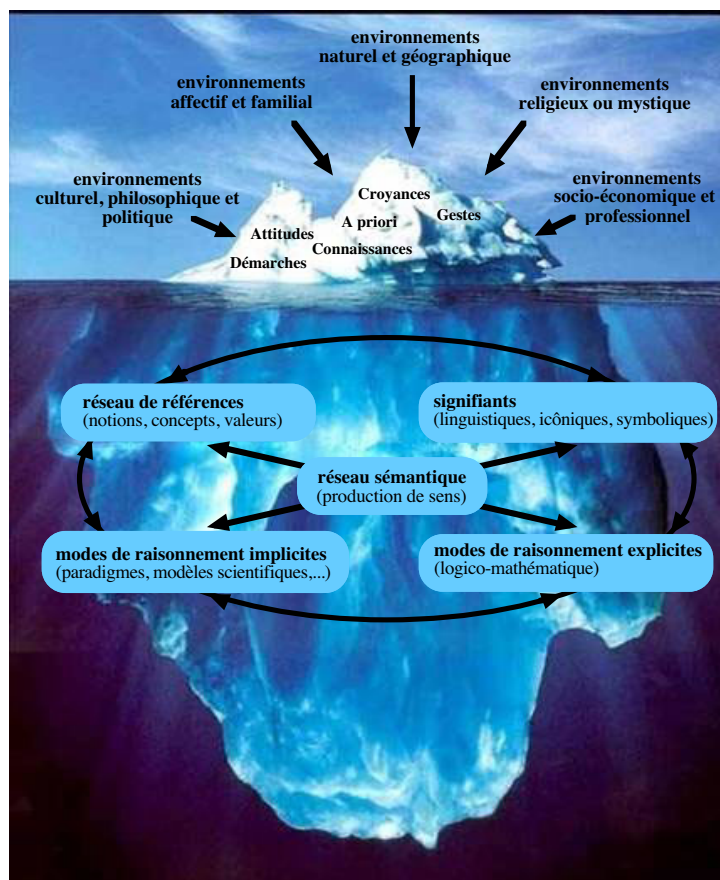


Figure 1

Néanmoins, si ces conceptions sont nécessaires pour permettre de créer le lien indispensable entre le savoir déjà acquis et le savoir à acquérir, elles deviennent vite un obstacle à l'apprentissage dans le sens où Bachelard (1938) le définissait, car elles peuvent agir comme des « filtres » réducteurs. En effet, soumise au système explicatif existant de l'apprenant, chaque nouvelle information va être

¹ GIORDAN, A. (1996) Représentations et conceptions in *Représentations et conceptions en didactique*, Regards croisés sur les STAPS sous la dir. de J-P. Clément, CIRID/CRDP d'Alsace, p. 15

le plus souvent interprétée, déformée par ce dernier pour finalement s'y adapter. Si cette adaptation n'est pas possible, alors l'information sera purement et simplement rejetée. (cf. figure 2).

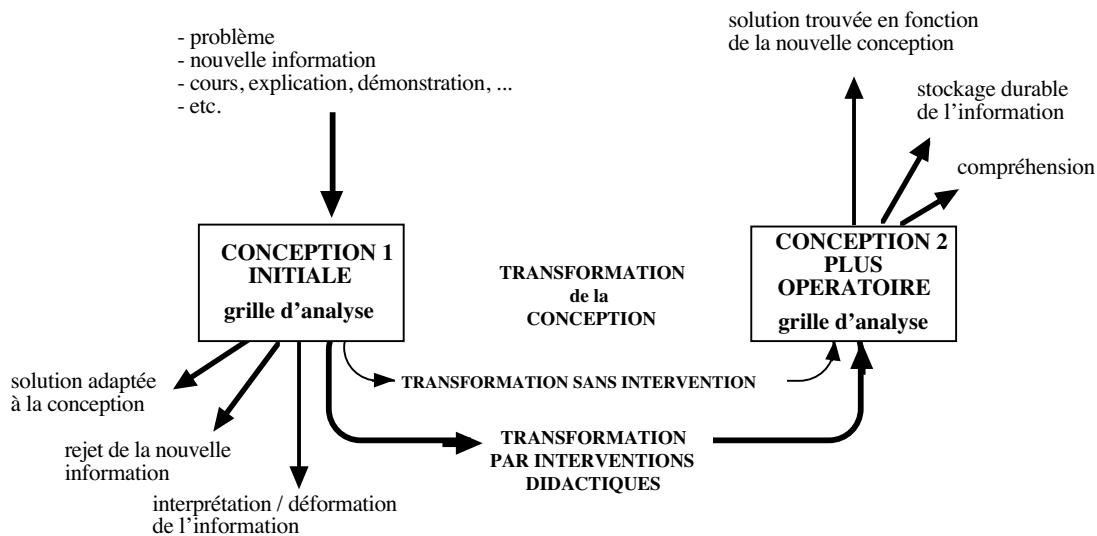


Figure 2: Processus de transformation des conceptions
Giordan, Pellaud & Eastes, 2002

Pour que l'information ait quelque chance de passer « directement », il faut que celle-ci entre en résonance avec l'ensemble des connaissances antérieures de l'apprenant et se trouve dans ce que Vygotsky (1933) nommait sa « zone proximale de développement », ce qui ne peut se passer que pour un pourcentage très restreint d'élèves. Pour tous les autres, il est nécessaire de mettre en place ce que nous nommons un « environnement didactique » approprié, s'appuyant sur les conceptions en vue de les "dépasser". Cet environnement didactique va permettre une transformation des connaissances antérieures par déconstruction – reconstruction, permettant à l'apprenant d'opérer un véritable apprentissage en même temps qu'un stockage durable de l'information.

Qu'est-ce qu'un environnement didactique ?

L'environnement didactique est l'ensemble des éléments et des méthodes que l'enseignant doit mettre à la disposition de l'apprenant pour tenter de favoriser la transformation de ses conceptions. L'utilisation du verbe « tenter » est ici importante car, comme le précisent Giordan (1987) et Meirieu (2001), « *seul l'élève peut apprendre, et personne ne peut le faire à sa place* ». Par contre, tous deux précisent également que si « *seul l'élève apprend, il ne peut apprendre seul* ». Et c'est là qu'intervient le rôle indispensable de l'enseignant ou du médiateur dans un sens large.

Les paramètres proposés ci-après (cf. figure 3) et qui interviennent dans l'acte d'apprendre ne sont efficaces que mis en interactions les uns avec les autres, car c'est dans la diversité que l'apprenant a le plus de chance de construire son propre savoir. C'est pourquoi ils sont présentés, non pas dans une forme linéaire, mais sous celle d'un « conceptogramme », un outil fort utile pour développer la pensée systémique et l'approche globale et complexe que nécessite l'approche des problèmes actuels.

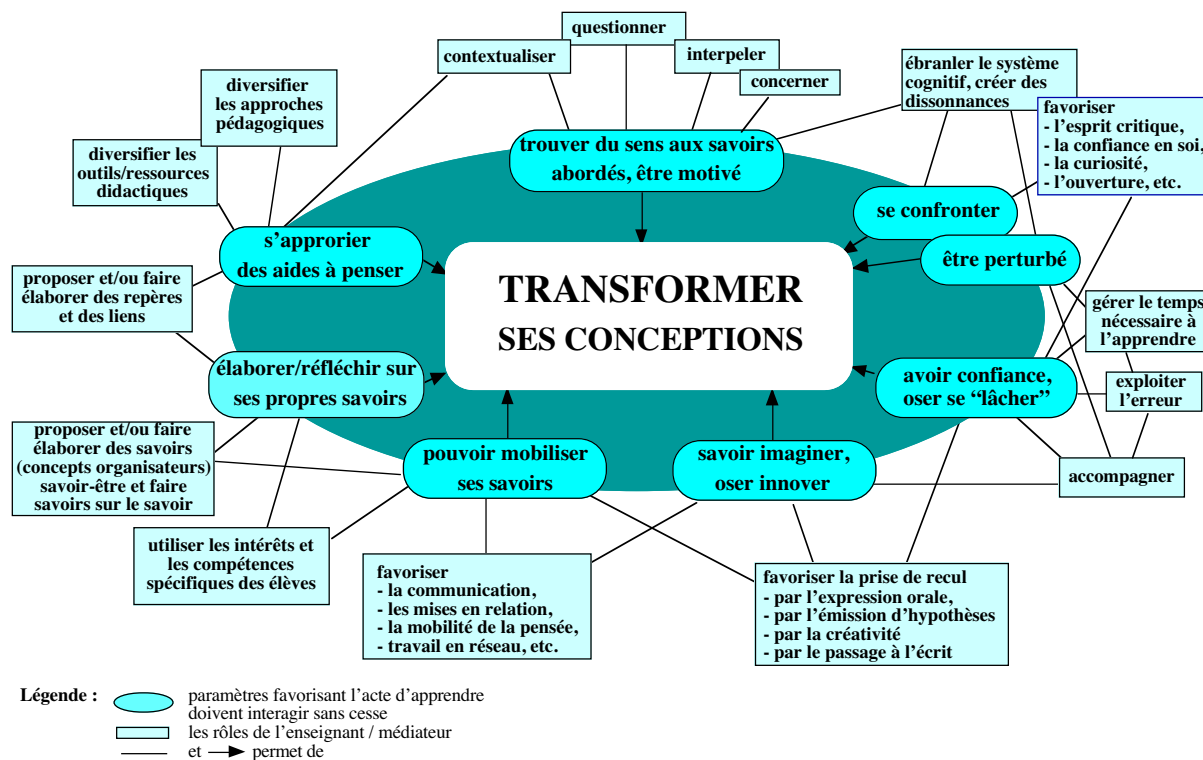


Figure 3: Environnement didactique favorisant l'acte d'apprendre
Giordan - Pellaud (2002)

Parmi ces paramètres, huit font référence à ce que l'élève doit avoir la possibilité de faire, d'être, de réaliser ou de penser. Les autres items font référence au rôle de l'enseignant-médiateur et à ses apports spécifiques, en lien avec ses objectifs pédagogiques et didactiques. A travers les paragraphes de la seconde partie, nous en proposons une étude détaillée, illustrée par des exemples issus de la séquence de médiation scientifique suivante (encadré 1).

Encadré 1. La Lévitiation : déroulement de la séquence

Le thème de la lévitation permet d'aborder un grand nombre de notions touchant à de très multiples branches de la physique, tout en offrant la possibilité de les relier au quotidien des apprenants, qu'ils soient élèves ou public d'une activité de vulgarisation.

Se plaçant d'entrée sur un mode ludique et spectaculaire, le médiateur arrive en jonglant avec trois balles, expliquant qu'il tente de les maintenir en « suspension » dans l'air autant que possible. L'une d'entre elle s'échappe et, découragé, il avoue son impuissance au public : impossible d'empêcher les objets de tomber...

Il engage alors une discussion, sorte de « brain-storming », en questionnant le public sur les différents moyens qu'il serait possible d'imaginer pour contrer cette tendance des objets à se précipiter vers le « bas » lorsqu'on ne les maintient pas en « altitude » par le contact.

Cette phase est l'occasion de définir les termes utiles (masse, attraction gravitationnelle, poids, « haut » et « bas », pesanteur, apesanteur, lévitation...) et de faire émerger les conceptions du public sur ces concepts.

Il tente alors de faire élaborer collectivement une définition de la notion de « lévitation », jusqu'à ce quelle intègre les deux idées suivantes :

- L'altitude d'un objet en lévitation doit être maintenue constante dans le temps ;
- Aucun contact solide ne doit s'exercer sur lui.

Guidé par le médiateur, le public doit parvenir à distinguer trois types de forces susceptibles d'assurer la lévitation d'un objet au sens défini ci-dessus :

- Les forces d'inertie (satellite, balle de fusil, toupie...) ;
- Des forces liées au mouvement de l'objet ou d'une partie de l'objet (avion, hélicoptère, effet Venturi...) ;
- Des forces statiques (magnétisme permanent, électrostatique, poussée d'Archimède...).

A l'occasion, certaines idées (termes entre parenthèses ci-dessus) sont illustrées par des expériences variées et spectaculaires qui mettent en œuvre les diverses caractéristiques du phénomène de lévitation.

Cette séquence prendra bien entendu des formes différentes et s'étendra sur des durées variables, selon qu'elle sera présentée à des fins d'enseignement ou de vulgarisation. Mais dans tous les cas, elle permettra une intégration de multiples savoirs autour d'un phénomène connu de tous et porteur d'un intérêt certain.

SECONDE PARTIE - POUR TRANSFORMER SES CONCEPTIONS, L'ELEVE DOIT :

Trouver du sens aux savoirs abordés, être motivé

Quels sont les intérêts de l'apprenant, en fonction de son âge, de son milieu de ses connaissances et expériences antérieures ? De telles indications, obtenues à travers le dialogue et, d'une manière plus générale, à travers l'établissement d'une relation de confiance entre apprenants et enseignant lui apportent des pistes intéressantes pour contextualiser le sujet, poser des questions qui susciteront l'intérêt, la curiosité et qui, tout en étant à la portée de l'apprenant, le pousseront à aller chercher « plus loin », à se sentir en même temps concerné par le sujet abordé et assez interpellé pour dépasser ses propres conceptions.

Diverses pistes sont possibles, dont la séquence proposée dans l'encadré 1 fournit divers exemples : l'enseignant peut partir de la simple observation de phénomènes quotidiens, spectaculaire ou non. La fascination qu'exerce la notion de « lévitation » est notamment particulièrement propice à la stimulation de l'intérêt du public. L'enseignant peut également faire appel à l'histoire des sciences, ce qui situe le savoir dans son contexte social et temporel, redonnant à la « découverte » sa véritable dimension. Mais il peut aussi partir d'un événement de l'actualité en commençant par la lecture d'un article de presse ou la projection d'une émission TV.

D'une manière générale, l'élève doit se sentir concerné par le sujet traité, sans quoi il ne sera pas motivé. Or la motivation est à la base de l'ensemble du processus d'apprentissage. D'où la pertinence de la phase de « brain-storming » décrite ci-dessus, destinée à « impliquer » dès le départ les apprenants dans le processus d'acquisition des connaissances qui suivra.

Se confronter - être perturbé, déstabilisé, confronté à d'autres réalités

Pour favoriser l'apprendre, « *il faut aussi inquiéter la raison et déranger les habitudes de la connaissance objective* » affirme Bachelard (1938). Ces paramètres sont importants car, comme les conceptions sont les seuls « outils » que l'élève a à sa disposition pour comprendre le monde qui l'entoure, il s'y accroche fortement. Il doit donc être mis dans une situation qui lui permette de voir les limites de son propre raisonnement. Ce n'est que dans ces conditions qu'il verra la nécessité de transformer ses conceptions pour de nouvelles, plus opératoires.

Pour ce faire, des situations de « confrontation » sont tout à fait favorables, idée qui trouve son apogée avec le mouvement du conflit socio-cognitif (Vygotsky, 1933; Gilly, 1989) mettant en présence différentes opinions défendues par des pairs lors de débats, de situations où l'élève est amené à défendre ses idées, à argumenter. La définition de la notion de lévitation de l'encadré 1 constitue une phase de confrontation et d'élaboration en commun extrêmement porteuse, car elle assure des débats passionnés, tant il est délicat de définir scientifiquement une notion employée usuellement pour décrire un phénomène « paranormal ».

Mais la perturbation peut également naître de la confrontation de l'élève avec le réel à travers des démonstrations ou des expériences qu'il réalise lui-même, voire avec le savoir lui-même, à travers les médias, les manuels, des rencontres avec des scientifiques... A ce titre, les expériences surprenantes telles que les expériences contre-intuitives (Eastes & Pellaud, 2002) seront particulièrement efficaces pour le questionner et l'interpeller : dans le cadre de l'étude de la lévitation, le maintien d'une balle de ping-pong dans le flux d'air vertical d'un sèche-cheveux fournit un exemple particulièrement intéressant de ce type d'expériences.

Avoir confiance, oser se « lâcher », être accompagné

Si la perturbation est un outil idéal pour ébranler le système cognitif de l'élève (Giordan, 1996, 1998), elle peut également devenir un obstacle si elle provoque une trop forte déstabilisation ou si l'élève se sent « abandonné », durant ce moment d'intense émotion, voire d'angoisse (Yanni-Plantevin, 1998), que provoque la transformation des conceptions. Il s'agit donc pour l'enseignant de créer un climat de confiance, afin que l'élève ose se « lâcher » : « *Faites-vous aimer d'eux; qu'ils soient libres avec vous, et qu'ils ne craignent point de vous laisser voir leurs défauts* », disait déjà Fénelon en 1809.

La confiance en soi ne peut s'acquérir qu'à travers l'établissement d'une relation saine entre enseignant et enseigné et au sein du groupe classe, et pour ce faire, il existe quelques paramètres importants. Le premier est la possibilité pour l'élève de s'exprimer sans risque de jugement. Le second est le droit à l'erreur. Une erreur n'est pas un échec, et comprendre d'où vient celle-ci est souvent bien plus porteur que la réussite dès le premier essai... et donc souvent par hasard !

Là encore, la phase de discussion ou « brain-storming » proposée dans l'étude de la lévitation permet un accompagnement permanent par le médiateur lors de l'émergence des conceptions du public : on s'apercevra notamment que pour certaines personnes, c'est parce que l'air « appuie » sur les objets qu'ils sont maintenus au sol, idée qui sera valorisée par le médiateur par un questionnement sur l'origine de cette idée, probablement liée aux connaissances que possède le public sur la notion de pression. Revenant sur la démonstration de jonglage, le médiateur peut également interroger le public sur les « forces » qui s'exercent sur les balles lors des différentes phases de leur mouvement. Ce faisant, il pourra faire émerger les conceptions usuelles qui se

manifestent notamment par l'évocation d'une force verticale dirigée vers le haut dans la phase ascendante des balles. Imaginant des expériences ou des raisonnements pour infirmer ces hypothèses, ou mieux, laissant le public en imaginer lui-même, il stimulera à la fois sa confiance en soi et son intérêt pour le sujet.

Notons en outre que si l'erreur ou, d'une manière plus générale, l'ignorance, est relevée comme un élément important de l'apprendre, elle s'avère un outil extrêmement utile dans la construction de la relation entre enseigné et enseignant, surtout si ce dernier sait avouer ses propres limites (Fénélon, 1809 ; Bachelard, 1938) et reconnaître qu'il peut également apprendre de l'élève.

Enfin, troisième paramètre, l'évaluation. Plutôt que de proposer systématiquement des évaluations sommatives, axées principalement sur la mémorisation de notions, travailler sur la base d'évaluations formatives, voire d'auto-évaluations peut s'avérer très porteur.

Dans une telle optique, l'enseignant n'est plus celui qui détient le pouvoir grâce à son savoir (Houssaye, 1988). Il devient un « facilitateur » (Pestalozzi, 1802 ; Fénélon, 1809 ; Rogers, 1979), un « accompagnateur » (Rousseau, 1762 ; Cousinet, 1950), un « médiateur » (Raynal & Rieunier, 1997 ; Rezeau, 2001) ou un « guide » (Montessori, 1958). L'enseignant n'intervient donc non plus comme « transmetteur » de savoirs, mais comme « organisateur » des conditions d'apprentissage, maintenant un juste équilibre entre perturbation et accompagnement, un excès de l'un ou de l'autre de ces paramètres pouvant bloquer le processus d'apprentissage.

Gérer le temps de l'apprendre est également un rôle fondamental de l'enseignant. Apprendre nécessite du temps. Cette nécessité était déjà relevée par Rousseau, lorsque, en 1762, il s'exclamait : *« Oserai-je exposer ici la plus grande, la plus importante, la plus utile règle de toute l'éducation ? Ce n'est pas de gagner du temps, c'est d'en perdre. »*

Savoir imaginer, oser innover

*« On oppose souvent à toute pédagogie fondée sur l'imaginaire que l'imagination n'est pas utile et qu'elle est même nuisible à la formation scientifique et pratique dont l'homme a surtout besoin de nos jours »*². Or, plus que toute chose, l'imagination aide à la compréhension du monde réel et scientifique. C'est à travers elle que l'élève peut dépasser le connu et oser s'aventurer dans l'inconnu. C'est l'imagination qui va lui permettre d'émettre des hypothèses et de prendre assez de recul pour trouver des solutions non évidentes à un problème donné.

C'est ainsi que des solutions extrêmement originales au problème de la lévitation pourront prendre forme dans l'esprit des élèves, comme par exemple lors de l'évocation d'un phénomène apparemment sans lien avec le sujet : la poussée d'Archimède. Qu'elle s'exerce dans l'eau ou dans l'air, elle sera l'occasion pour l'élève de tester des hypothèses audacieuses et imaginatives.

Pouvoir mobiliser ses savoirs, les articuler autour de concepts organisateurs

Pour qu'un savoir devienne réellement opérationnel, l'apprenant a besoin de « l'utiliser ». A l'enseignant de lui offrir des situations dans lesquelles il puisse le réinvestir. Ce réinvestissement permet souvent à l'apprenant de tisser des liens entre les savoirs pré-existants et les disciplines et de comprendre les interactions en jeu, notamment lorsqu'il s'articule autour de « concepts

² JEAN, G. (1976) *Pour une pédagogie de l'imaginaire*, Collection "Orientations E/3", Casterman, p. 24

organisateurs » (Giordan, xxx), intégrateurs (Haguenauer, 1996) ou structurants comme les envisage Ausubel (1966) en parlant d'« organizers ». Cette mobilisation, au-delà de la simple notion de « transfert » (Meirieu, 1998 ; Meirieu & Tardif, 1998 ; Develay, 1998) exige d'être capable de reconnaître le similaire dans le différent, de se détacher de la réalité, de prendre du recul et de parvenir à une forme d'abstraction. Différentes approches pédagogiques permettent de mettre l'élève en situation de réinvestissement. En permettant aux élèves d'utiliser leurs compétences spécifiques dans le travail de groupe (Blaye, 1989), en favorisant les mises en relation et les interdépendances issues de travaux sur des sujets transversaux et interdisciplinaires, tels que le proposait déjà Comenius au XVIIe siècle, l'enseignant favorise cette indépendance de l'esprit. D'autres voies pratiques, telles que l'enseignement à d'autres, la mise en place d'une exposition, d'un jeu de rôle, participent à habituer l'apprenant à décontextualiser puis recontextualiser un savoir de manières différentes.

Ainsi, lors de la présentation de l'expérience de la chute de l'aimant dans un tube de cuivre (métal pourtant non magnétique) ralenti par l'existence d'une induction électromagnétique puissante, l'élève sera à la fois incité à relier le phénomène au principe du ralentisseur électromagnétique des camions et à comprendre les implications énergétiques du phénomène, reliant par exemple l'énergie prise à la chute de l'aimant, à l'énergie lumineuse dissipée par l'ampoule d'un vélo alimenté par une dynamo. Au niveau de l'enseignement supérieur, l'étude des liens entre la lévitation de la balle de ping-pong citée plus haut et la sustentation des avions peut être extrêmement porteuse.

Elaborer, réfléchir sur ses propres savoirs

Bien que les systèmes scolaires actuels continuent à « empiler » des savoirs disparates et anecdotiques, il est reconnu qu'apprendre ne se limite pas à acquérir des connaissances. Néanmoins, celles-ci restent importantes, ne serait-ce que pour développer la curiosité et l'esprit critique, pour autant qu'elles ne soient pas reçues de façon dogmatique.

Les *attitudes* nécessaires pour développer cet état d'esprit (esprit critique, curiosité, confiance en soi) ne peuvent apparaître sans *connaissances* ni sans réflexion et prise de recul issues de *savoirs sur le savoir*. Elles ne peuvent pas non plus émerger sans certaines *compétences*, telles que les approches analytique, systémique expérimentale, etc. Ces quatre types de savoirs sont totalement interdépendants et ne peuvent se développer que simultanément.

Lors de la présentation d'expériences aussi spectaculaires que technologiques que sont la lévitation d'un aimant au dessus d'un supraconducteur baignant dans l'azote liquide, ou la formation de pointes dans un liquide ferrofluide, les connaissances présentées ne pourront avoir de sens que si elles sont contextualisées à l'utilisation qu'il est possible de faire de ces matériaux (trains à sustentation électromagnétique, billets de banque infalsifiables...). De même, l'évocation des implications technologiques que cette utilisation présente, celle des aspects économiques ou même éthiques liés à leur mise en œuvre contribueront à proposer, en plus des connaissances académiques, une réelle réflexion sur la science et ses enjeux.

Il incombe donc à l'enseignant de proposer des situations qui permettent à l'élève de tisser des liens entre les savoirs à travers des méthodes et par des outils diversifiés et appropriés. Cet élément conduit donc tout naturellement au dernier paramètre mentionné dans cet environnement didactique : les aides à penser.

S'appropriier des aides à penser

Les aides à penser telle que les définis Giordan (1998) consiste en tout ce que l'enseignant peut proposer, en matière de supports d'informations ou de méthodes, pour rendre plus accessible l'apprendre. Dans le cadre de la séquence décrite ci-dessus comme dans n'importe quelle situation de médiation, du cours frontal à la démarche expérimentale, en passant par le travail de groupe, la visite de musée, l'intervention d'un spécialiste, la recherche d'informations (Internet, ouvrages, médias), le projet, la définition d'objectifs, la création d'un spectacle, l'utilisation de jeux, de simulation, de modèles, l'élaboration de conceptogrammes, les métaphores, les histoires, tout est nécessaire pour offrir le maximum de chances à l'apprenant d'accéder aux savoirs et de transformer ses conceptions.

Conclusion

Ainsi les apprenant construisent peu à peu leur savoir en lui donnant du sens, en le renforçant et en établissant des liens entre leurs connaissances. L'importance d'une telle approche réside surtout dans l'autonomie qu'acquiert l'apprenant face à son propre apprentissage. Cette autonomie devrait l'aider à développer un esprit critique en même temps qu'une imagination créative, capable de l'aider à dépasser les modèles proposés, non seulement par l'enseignant, mais par la société d'une manière générale.

Bibliographie

- AUSSUBEL, D. (1966) *Readings in the psychology of cognition* (1966) ed. by Anderson, R-C, Ausubel, D. P. Hlot, Tinehart and Winston, Inc. New York, Chicago, San Francisco, Toronto, London
- BACHELARD, G. (1938) *La formation de l'esprit scientifique*, Librairie philosophique J. Vrin, (pour l'édition de poche, 1993)
- BLAYE, A. (1989) Interactions sociales et constructions cognitives: présentation critique de la thèse du conflit socio-cognitif in *Constructions des savoirs*, sous la direction de Bednarz, N. & Garnier, C. Ed. Agence d'ARC inc & Cirade
- COUSINET, R. (1950) *L'éducation nouvelle*, Delachaux et Niestlé, Neuchâtel (Suisse)
- DEVELAY, M. (1998) De l'impossible et de la nécessaire pensée du transfert in *Educations* no 15
- EASTES, R-E. & PELLAUD, F. (2002) Surprendre in *Cahiers pédagogiques* no 409
- FENELON, François de Salignac de la Mothe (1809) De l'éducation des filles, A Riom
- GILLY, M. (1989) A propos de la théorie du conflit socio-cognitif et des mécanismes psycho-sociaux des constructions cognitives: perspectives actuelles et modèles explicatifs in *Constructions des savoirs*, sous la direction de Bednarz, N. & Garnier, C. Ed. Agence d'ARC inc & Cirade
- GIORDAN, A. & DE VECCHI, G. (1987) *Les origines du savoir*, Delachaux et Niestlé, Neuchâtel
- GIORDAN, A. (1996) Learning : beyond constructivism in *The new learning models*, Ed. Giordan & Girault, Z'éditions, Nice (France)
- GIORDAN, A. (1996) Représentations et conceptions in *Représentations et conceptions en didactique*, Regards croisés sur les STAPS sous la dir. de J-P. Clément, CIRID/CRDP d'Alsace
- GIORDAN, A. (1998) (2) *Apprendre!* Débats Belin
- HAGUENAUER, C. (1996) Frame of reference of concepts within the evolving reading frame from the exemple of cycle in biology in *The new learning models*, Ed. Giordan & Girault, Z'éditions, Nice (France)
- HOUSSAYE, J. (1988) *Théorie et pratique de l'éducation scolaire*, Ed. Peter Lang
- MEIRIEU, P. (1998) Le transfert de connaissances, un objet énigmatique in *Educations* no 15
- MEIRIEU, P. & TARDIF, J. (1998) Le transfert: réalités et illusions in *Educations* no 15

- MEIRIEU, P. (2001) Le paradoxe de l'apprentissage in *Eduquer pour former*, coord. Ruano-Borbalan, Ed. Sciences humaines, Auxerre
- MONTESSORI, M. (1958) *Pédagogie scientifique, La maison des enfants*, Desclée de Brouwer (7ème édition)
- PESTALOZZI in COMPAYRE, G. (1901) *Histoire de la pédagogie*, Librairie Classique Delaplane, Paris, (31^e édition)
- RAYNAL, F. & RIEUNIER, A. (1997) *Pédagogie, dictionnaire des concepts clés*, ESF, Paris
- REZEAU, J (2001) *Médiatisation et médiation pédagogiques dans un environnement multimédia*, thèse, Université de Bordeaux 2
- ROGERS, C. (1979) *Liberté pour apprendre ?* Paris, Dunod
- ROUSSEAU, J-J. (édition de 1958) *Emile ou de l'éducation*, éd. Sociales, Paris
- VYGOTSKY, L (1933-1934) Le problème de l'enseignement et du développement à l'âge scolaire in *Vygotsky aujourd'hui*, Sous la direction de B. Schneuwly et J-P. Bronckart, Delachaux et Niestlé, Neuchâtel-Paris, 1985
- YANNI-PLANTEVIN, E. (1998) Transfert et affectivité in *Educations* no 15