

MODELISER A L'ECOLE ELEMENTAIRE ?

un pari : la modélisation comme aide didactique

Le fait que les enfants de l'école élémentaire soient capables d'établir des relations, qualitatives ou quantitatives, entre des grandeurs repérables ou mesurables, a déjà souvent été exploré en didactique des sciences. Mais il est certains problèmes réputés impossibles à traiter à l'école élémentaire, parce qu'ils n'offrent pas de situations expérimentales susceptibles de fournir un matériau manipulable. On peut alors faire le pari que l'une des démarches essentielles de la science, la modélisation, non seulement n'est pas définitivement inaccessible aux jeunes enfants, mais qu'elle pourrait constituer une aide à l'interprétation de certains phénomènes.

modélisation et expérimentation ne sont pas en concurrence

Par exemple des phénomènes physiques ou chimiques tels que l'évaporation, la dissolution, l'échauffement d'un conducteur parcouru par un courant, le refroidissement d'un corps chaud, l'inégalité des jours et des nuits, ou la représentation du fonctionnement d'un objet technique tel que la diode ou le transistor, tout cela, qui pourrait paraître trop complexe pour de jeunes enfants, trouve dans la modélisation un moyen de ne pas rester muet devant un phénomène, ni de s'en tenir à des représentations spontanées. La modélisation suppose en effet de ne pas hésiter à fournir à l'enfant des aides, des supports qui suscitent sa réflexion et son imagination, dans le cadre de règles de construction admises comme une convention, convention qui peut aller jusqu'à faire correspondre plusieurs modèles à une réalité. Précisons que la construction de modèles n'est pas un objectif en soi, mais qu'elle a pour but d'amener les enfants à prendre conscience que la connaissance se construit, est évolutive, et que les modèles ainsi élaborés permettent prévision et explication.

L'expérimentation et la modélisation ne sont pas à considérer comme rivales mais comme complémentaires, la première étant utile comme test d'une hypothèse, la seconde comme clé d'interprétation.

C'est dans cet esprit que des professeurs d'Ecole Normale ont tenté d'introduire explicitement la modélisation dans certaines séquences de classes à l'école élémentaire. On trouvera dans les pages qui suivent plusieurs contributions, analysant l'approche des enfants face aux problèmes suscités par la modélisation.

des exemples de ce qui est possible à l'école élémentaire

Celle-ci apparaît dans des séquences de montage en électronique (Jean-Loup Canal), dans des exercices portant sur des circuits électriques (Liliane Sarrazin, Jean-Claude Genzling), sur la construction d'un modèle particulière expliquant les changements d'état de la matière (Jean-Claude Genzling), et sur la confrontation de plusieurs modèles en astronomie pour expliquer des observations sur l'évolution des ombres au cours d'une année (Marie-Anne Pierrard).

La présentation et l'analyse des séquences de classe qui suivent, ne veulent pas tenir lieu de réflexion épistémologique sur la notion de modèle, ni de type représentatif et universalisable d'une didactique des modèles en sciences expérimentales. Elles sont des exemples de ce qu'il est possible de faire, et soulignent le gain de sens que la modélisation apporte, sans cacher les faiblesses de certaines approches, ou leur caractère provisoire.

QUELQUES CONCLUSIONS PROVISOIRES

Au vu de ces diverses tentatives et des résultats qu'elles ont donnés, il semble que de jeunes enfants sont capables d'avoir une activité de modélisation. En d'autres termes, ils sont capables de construire des systèmes d'explication ayant une cohérence interne et pouvant rendre compte de phénomènes.

des modèles aux fonctions diverses

Dans les séquences de classe et les analyses présentées ici, on rencontre en effet des modèles analogiques (le mime, ou l'objet technique jouant le rôle de substitut d'un autre objet technique), des modèles prédictifs (modèles particuliers, modèles cosmologiques), et même des modèles ayant un support matériel (maquette). Autrement dit, mis à part le modèle mathématique, les différentes fonctions des modèles ont pu être développées, chaque modèle pouvant avoir plusieurs fonctions. Ainsi dans les séquences portant sur l'électronique on a des modèles analogiques ayant une fonction explicative, et la confrontation du modèle à la réalité, lorsque celle-ci ne correspond pas à la prévision, suscite la création d'un modèle ; le modèle particulier a lui aussi une fonction explicative et fait apparaître assez clairement le statut de "construction de l'esprit" caractérisant la modélisation ; enfin les modèles en astronomie, outre leur fonction explicative, ont une fonction prédictive et la confrontation des divers modèles fait apparaître le lien entre un modèle et un type de problème posé.

prendre conscience que les modèles ne sont pas le réel

On voit comment le modèle est confronté au réel et comment on peut éventuellement passer d'un modèle à un autre (en électricité, en astronomie). On voit comment les modèles apparaissent bien aux yeux des enfants comme une construction de l'esprit, ne devant pas se confondre avec la réalité décrite, mais pour autant non arbitraire, puisque l'échec d'une prédiction oblige à passer à un nouveau modèle : au total il est clair que

c'est l'expérience qui oblige la raison à s'incliner devant ses résultats.

les modèles des enfants ne sont pas les modèles du savoir savant

Certes les modèles obtenus sont loin encore des modèles du "savoir savant": Ce à quoi aboutissent les enfants pourrait être considéré comme des "morceaux" de modèles scientifiques (le système cosmologique par exemple, où la terre tourne sur elle-même en un jour n'est qu'une parcelle du système complet, faisant intervenir des mesures et d'autres mouvements plus complexes), ou comme des étapes inachevées d'un processus intellectuel plus performant (le modèle particulaire par exemple fait intervenir des particules encore assez grossières dans leur définition).

mais ils sont autre chose que des représentations

Mais il faut cependant se garder de croire qu'il y a peu de différence entre certains modèles et ce qu'on appelait naguère "représentations". Il ne s'agit pas en fait d'un simple changement de nom : c'est un point de vue différent qui est ici à l'oeuvre. En considérant les représentations comme des "modèles spontanés", on tend à leur donner une fonction non plus simplement révélatrice d'une vision du monde, mais une fonction véritablement opératoire. Un modèle spontané, s'il est perçu comme modèle, devient un outil pour prévoir un certain état du réel, et est d'emblée susceptible d'être modifié ou remplacé par un autre modèle plus performant. On voit d'ailleurs qu'il ne s'agit nullement ici d'attendre que le modèle surgisse totalement spontanément de l'esprit des enfants. Les aides et suggestions sont nombreuses, mais elles répondent à chaque fois à une difficulté que les enfants ne pouvaient pas surmonter seuls. Elles répondent donc à un besoin et ne sont pas purement et simplement imposées. Mais, malgré ces aides diverses, les modèles obtenus sont encore bien distants des modèles de la science.

un outil pour prévoir, et qui peut être modifié

De fait si l'on prend le modèle comme "produit fini", les modèles auxquels parviennent les jeunes enfants sont encore des ébauches. Mais si l'on se penche non plus sur le point fini mais sur le processus même de modélisation, on peut constater que les enfants sont capables d'une réelle prise en compte des phénomènes et d'une interprétation constructive. Car dans ces activités de modélisation ils prennent conscience que la construction d'un modèle est bien une activité de l'esprit, mais qu'elle doit suivre certaines règles de cohérence interne et de non contradiction avec les phénomènes observés.

porter l'accent sur le processus même de la modélisation

C'est pourquoi on peut dire qu'ils participent à l'une des activités primordiales de la science et qu'ils se préparent à mieux comprendre en quoi elle est un jeu libre de l'esprit tout en étant une soumission à l'expérience, à comprendre aussi en quoi elle n'est ni arbitraire, ni réplique exacte du réel.