Démarche d'investigation : l'état de nos réflexions

Introduction

Dans un monde toujours plus complexe, plus incertain, plus évolutif, les capacités à créer, innover, communiquer, collaborer, travailler en autonomie, penser de manière critique, résoudre des problèmes peu définis deviennent très importantes et un enseignement transmissif traditionnel peut difficilement concourir à leur développement. Sur un tout autre plan, dans nos sociétés occidentales, on observe de manière récurrente que les attitudes d'une majorité d'élèves envers les sciences scolaires sont négatives. Pour répondre notamment à ces deux préoccupations sociétales, les programmes de formation ont intégré, d'abord à l'étranger à partir des années 90 puis en France dans les années 2000-2010, l'enseignement basé sur l'investigation[1]. Ainsi, dans l'enseignement scientifique, la réalisation d'investigations est à la fois censée faciliter les apprentissages des élèves en les rendant acteurs de pratiques scientifiques scolaires et leur donner une image plus réaliste, moins dogmatique, des savoirs et pratiques scientifiques afin de développer leur intérêt pour les sciences.

Définitions de la démarche d'investigation

De nombreuses définitions de cette démarche existent dans la littérature scientifique. L'une d'entre elles, proposée par Linn, Davis et Bell (2004, p. 4) est fréquemment reprise :

> « une investigation est un processus intentionnel d'identification de problèmes, de critique d'expériences, de distinction entre les alternatives possibles, de planification des recherches, de recherche d'hypothèses, de recherche d'informations, de construction de modèles, de débat avec des pairs et de formulation d'arguments cohérents ».

Toutefois, les auteurs ne précisent pas si ces aspects doivent tous être présents conjointement pour constituer une démarche d'investigation. Ils ajoutent que lors des projets associés à des investigations, les élèves communiquent à propos de sujets scientifiques, évaluent des textes scientifiques, conduisent des recherches, posent des questions sur les politiques scientifiques ou technologiques, conçoivent des dispositifs, critiquent des arguments, en utilisant souvent des ressources technologiques ». Boilevin (2013, p. 264) quant à lui, considère qu'une séquence d'enseignement est une séquence d'investigation si l'élève effectue un ou des apprentissages au cours de la séquence,

- en réalisant des tâches qui ne sont pas uniquement des tâches d'ordre expérimental ;
- en participant à la validation des productions des autres élèves, autrement dit en participant au choix argumenté entre plusieurs méthodes, plusieurs hypothèses, plusieurs protocoles expérimentaux, plusieurs explications, plusieurs modèles.

[1] Dans le monde anglo-saxon où la démarche d'investigation est pratiquée depuis plus longtemps, on parle d'enseignement basé sur l'enquête (inquiry based teaching).

Venturini et Tiberghien (2012) retiennent sur la base de différents points de vue une liste des activités caractéristiques de séances relevant de l'investigation :

- concevoir des explications hypothétiques ;
- mettre au point des expériences et des mesures, ou les adapter ;
- recueillir et analyser des données à partir des expériences ;
- utiliser des moyens spécialisés pour représenter des phénomènes ;
- utiliser des moyens spécialisés de communication des idées ;
- construire des modèles ;
- évaluer, tester et valider des hypothèses et des modèles ;
- débattre de propositions concernant des faits, des méthodes, des modèles, des valeurs, etc. ;
- revenir de manière réflexive et critique sur les activités précédentes.

L'existence d'une grande variété de définitions montre qu'il n'existe pas pour enseigner les sciences de démarche unique reposant sur l'investigation. Néanmoins, ces définitions s'entendent pour la plupart sur la présence d'un problème relevant du domaine scientifique et l'implication de l'élève dans sa résolution, celle-ci conduisant implicitement ou explicitement à un apprentissage. Par apprentissage, il faut entendre acquisition de nouveaux savoirs, c'est-à-dire de nouveaux modèles (investigation explicative selon Cariou, 2015), ou appropriation en profondeur de savoirs déjà enseignés et réinvestis, comme c'est souvent le cas dans l'élaboration d'une méthode ou d'un dispositif (investigation pragmatique selon Cariou, 2015).

Si l'on ne retrouve pas autant de variété dans les définitions fournies en France dans les programmes, on peut néanmoins observer des variations, selon leur date de rédaction et le niveau qu'ils concernent.

Démarche d'investigation, démarche(s) scientifique(s) dans les programmes

La démarche, qui n'est pas encore appelée démarche d'investigation est initiée dans les programmes du primaire en 2002 (MEN, 2002), après que Georges Charpak, prix Nobel de physique en 1992, ait inspiré *La main à la pâte* :

> *« la démarche s'articule autour d'un questionnement guidé par le maître et conduit à des investigations menées par les élèves. Issue d'un questionnement provenant le plus souvent de l'observation de l'environnement quotidien, l'investigation menée n'est pas conduite uniquement pour elle-même, elle débouche sur des savoir-faire et des connaissances ».*

Elle est introduite dans les programmes rénovés du collège en 2007 (MEN, 2007) et par la suite du lycée en 2010 (MEN, 2010) sous des formes évolutives, en particulier avec l'apparition des compétences.

C'est dans les textes du collège de 2008 (MEN, 2008) que l'explicitation de la démarche d'investigation est la plus développée, et c'est celle sur laquelle nous nous sommes basés dans tout le travail qui suit. Elle est décrite sous la forme de « sept » étapes sans que leur ordre ne constitue une trame à adopter de manière linéaire:

- Choix d'une situation - problème par le professeur ;
- appropriation du problème par les élèves. Le travail est guidé par l'enseignant ;
- formulation, par les élèves, de conjectures, d'hypothèses explicatives (explications hypothétiques), de protocoles possibles ;
- investigation ou résolution du problème conduite par les élèves ;
- communication des résultats, échanges argumentés, et confrontations ;
- structuration des connaissances. Les élèves, avec l'enseignant, mettent en évidence des nouveaux éléments de savoirs (notion, technique, méthode), confrontent ceux-ci avec le savoir établi (recherche documentaire, manuel) ;
- opérationnalisation des connaissances (exercices, réinvestissement).

Depuis 2015 (MEN, 2015 a), le terme de « démarches scientifiques » apparaît de manière structurante dans les textes de l'école et du collège sans qu'une distinction ne soit clairement faite avec la démarche d'investigation. L'ambigüité persiste aussi dans le nouveau socle commun de connaissances, de compétences et de culture qui s'applique depuis la rentrée 2016, puisque ce sont ces deux termes qui sont utilisés sans être définis ; la démarche d'investigation y apparait cependant comme une modalité des démarches scientifiques, au même titre que la résolution de problème. De plus, elle fait maintenant l'objet d'un apprentissage explicite :

> *« L'élève sait mener une démarche d'investigation »* (MEN, 2015 b)

Cependant, « la démarche scientifique » mentionnée dans les programmes résulte d'une *transposition* de la démarche du chercheur. En effet, l'élève n'est pas dans la même position, n'a pas les mêmes contraintes ni les mêmes ressources que le scientifique. De fait, la démarche scientifique développée à l'école est bien une démarche scientifique *scolaire* avec ses spécificités même si elle a pour référence la démarche scientifique du laboratoire. Par ailleurs, le terme « démarche scientifique » est extrêmement générique, gommant les spécificités des champs scientifiques concernés (les sciences mathématiques, physiques, chimiques, biologiques etc.) et des pratiques des communautés qui les font vivre.

Pour en revenir à la démarche d'investigation telle que décrite en 2008 (MEN, 2008), puisqu'elle a servi de base aux travaux du GAP, il convient de relever d'abord le caractère ouvert de la *démarche*. Il n'y a pas, en effet, une solution unique aux problèmes soulevés lors de la mise en place d'un tel exercice. La multiplicité des approches permet des interactions riches au sein de la classe, l'enseignant guidant et orientant les interrogations de ses élèves. Il ne s'agit pas de laisser les apprenants en butte avec leurs difficultés, mais de travailler ensemble pour les dépasser. Cette posture compréhensive de l'enseignant, qui doit canaliser un flot incertain de questionnement, semble être un terrain favorable à la création de liens de confiance.

Cette ouverture dans l'approche initiale se retrouve aussi dans le déroulé de la démarche d'investigation, divisée en sept étapes. D'une étape à une autre, les retours en arrière peuvent être fréquents pour bien saisir les enjeux de l'exercice, cette souplesse est essentielle pour assurer la bonne compréhension des notions traitées.

Aussi nous pouvons considérer la démarche d'investigation comme une approche pédagogique ouverte et non-linéaire. Elle est cependant bornée par des étapes successives déterminées.

Les postures de l'enseignant et des élèves dans la démarche d'investigation

La démarche d'investigation est une démarche active qui suppose des évolutions de postures tant pour l'élève que pour le professeur par rapport à une démarche transmissive traditionnelle. La démarche suppose en effet que l'élève mobilise à certains moments des ressources personnelles pour appréhender une situation donnée si bien qu'elle pourrait apparaître comme une modalité pédagogique lui laissant une très grande autonomie. Toutefois, pour que l'élève construise des savoirs en classe et développe progressivement son autonomie dans la résolution de questions scientifiques, il est nécessaire que l'enseignant impose un cadre structurant l'activité de l'élève. Autrement dit, la démarche d'investigation comporte des espaces d'autonomie pour l'élève alternant avec des moments au cours desquels l'enseignant dirige l'étude, l'alternance étant réfléchie et organisée en amont de la séance. Enseignant et élèves ont ainsi des postures différentes selon le moment de la démarche d'investigation.

Nous développons 3 phases particulières de cette démarche qui sont significatives de notre point de vue des changements de posture symétriques de l'enseignant et des élèves :

- la construction du problème scientifique ;
- la ou les méthodes scientifiques conçues pour y répondre ;
- la communication des élèves pour rendre compte de leur démarche et de leurs résultats.

Ces trois phases peuvent se combiner ou se chevaucher, dans la mesure où un problème peut mettre du temps à être construit, et où la mise en place d'une méthode peut justement contribuer à mieux le cerner.

La construction du problème

La construction de la situation initiale est primordiale dans la mise en place de la démarche d'investigation. Elle va conditionner par sa pertinence mais aussi par son « accessibilité », l'intérêt des élèves et la bonne transmission des savoirs. En effet, il revient à l'enseignant, dans la définition de la situation, de trouver un juste équilibre entre les nécessités du programme et l'importance de rassembler la classe autour d'une activité qui stimule la curiosité. La situation de départ est souvent issue du monde quotidien, elle intrigue l'élève et est formulée en termes de tous les jours.

Les élèves ont alors à s'approprier la situation, à la comprendre, pour cheminer avec l'aide de l'enseignant vers la formulation de questions scientifiques. Dans cette phase, l'enseignant tient un rôle prédominant dans l'appropriation de la situation par les élèves, notamment en leur permettant de commencer à la modéliser (d'abord naïvement). En effet, il doit organiser la classe de façon à ce que les premières idées des élèves émergent. Ce passage constitue une difficulté importante pour l'enseignant et les élèves : le premier agit de façon à ce que l'élève soit en confiance pour exprimer ses idées et les

argumenter ; le second doit formuler clairement ses points de vue, d'autant que ce sont souvent des modèles naïfs liés à son expérience quotidienne et donc fortement « incorporés ».

Parvenir à faire expliciter ces modèles est un enjeu majeur de l'enseignant dans cette phase, à la fois parce qu'ils permettent directement de faire des prévisions testables expérimentalement et donc de formuler des questions scientifiques en tenant compte des propositions des élèves, et d'autre part parce qu'il est important à la fin de la séance de les comparer aux modèles scientifiques, notamment en termes de domaine de validité. L'enseignant ainsi pilote le travail des élèves de façon à faire émerger la question scientifique qu'il souhaite in fine traiter, en particulier par des reformulations des propositions des élèves (« c'est plus chaud » devient « la température augmente » par exemple). Une des difficultés pour l'enseignant est alors de sélectionner ou d'articuler le ou les points de vue qui vont faire l'objet de débat ou de discussion, et qui sont susceptibles d'investigation. Le risque pour l'enseignant est ici de passer en force de façon abrupte, par des arguments d'autorité du problème quotidien à la question scientifique, le passage à l'abstraction (du monde du quotidien au monde de la physique-chimie) est en effet souvent difficile pour les élèves.

Une des manières de rendre ce passage moins délicat est pour l'enseignant d'anticiper sur son activité et sur celle des élèves. Pour cela, il doit bien cerner la ou les questions scientifiques qui sont dans la situation proposée et imaginer les différents chemins possibles, les différentes stratégies de résolution que peuvent proposer les élèves, de façon à construire des outils (documents, expériences, situations) qui permettent de les aider à avancer vers une question scientifique (et donc qui amène à discuter leurs points de vue). Cela suppose donc une analyse didactique approfondie de la situation de départ. En effet, les situations déclenchantes sont choisies d'abord pour leur attractivité mais sont souvent beaucoup plus complexes à résoudre qu'elles ne l'apparaissent au premier abord.

Cette phase de construction du problème est donc extrêmement organisée, avec des rôles bien définis pour l'enseignant et les élèves : les élèves formulent des idées qui vont être explicitées, dégagées avec l'aide de l'enseignant ; l'enseignant organise ces idées (qui ne sont donc pas que les siennes) de façon à construire un problème qui prend la forme d'une question formulée en langage scientifique. L'enseignant et les élèves doivent donc apprendre à accepter des points de vue différents, qui ne sont pas les leurs.

La mise en œuvre d'une méthode ou de plusieurs méthodes pour résoudre la question

On distingue deux grandes méthodes : la méthode expérimentale et la méthode documentaire.

La méthode documentaire peut mobiliser des films, des photos, des dessins, des résultats d'expériences que l'on ne peut réaliser en classe, des données récoltées dans le temps, ou bien des explications de phénomènes sous la forme d'extraits d'encyclopédie ou de journaux…

Pour la mise en place d'une méthode expérimentale, il est nécessaire que les élèves commencent par construire un protocole des expérimentations à mener. Cette production passe par la planification des différentes étapes logiques nécessaires à l'obtention d'un résultat quantitatif ou qualitatif et éventuellement par la détermination du matériel nécessaire.

Dans cette phase, les élèves ont la main sur le déroulement de leur expérimentation, en mettant en œuvre un protocole soit qu'ils ont eux-mêmes conçu, soit qui a fait consensus à l'échelle de la classe. Le pilotage de l'enseignant est alors plus discret, à l'écoute des processus à l'œuvre. Il cadre l'activité des élèves en gérant la dynamique collective (l'activité des groupes d'élèves ou bien de la classe toute entière si une mise en commun est nécessaire) afin de limiter les divergences des processus proposés par les élèves afin que la situation reste gérable. Il détermine et organise les tâches de chacun afin qu'elles se déroulent sans accroc et il veille à la trace écrite des élèves.

Dans la trace écrite, il convient de ne pas négliger l'importance des schémas et du vocabulaire utilisé. Les schémas permettent de saisir visuellement et immédiatement l'objet de la recherche et ils tiennent une place prépondérante dans la conceptualisation et la représentation que les élèves vont se faire du problème posé. Dans ce même esprit, le langage scientifique permet d'éviter les approximations du langage courant, inadapté pour décrire scientifiquement un phénomène et l'analyser. En ce sens, la phase de communication se prépare, l'enseignant l'aiguille mais discrètement : il oriente le travail des élèves sur la forme donnée à la communication plus que sur le fond. Cette préparation de la phase de communication est un levier pour l'enseignant afin de gérer l'hétérogénéité dans la classe : il dit à certains groupes ce qu'il ne dit pas à d'autres.

La communication sur la ou les démarches suivies

Cette phase finit par l'institutionnalisation des savoirs ou procédures à retenir. L'enseignant est de plus en plus présent dans cette phase, depuis l'organisation de la communication des élèves jusqu'à la structuration du savoir, de la procédure ou du résultat qui est établi. Cette phase de structuration exige un retour fait par l'enseignant sur les hypothèses des élèves, sur les points de vue naïfs initialement développés et qui sont comparés au point de vue institutionnalisé afin d'identifier les domaines de validité respectifs (qu'il s'agisse d'un modèle, d'un concept ou d'une méthode).

L'intérêt de la confrontation du « savoir construit » au « savoir savant » permet de situer par rapport à des repères scientifiques admis, les résultats obtenus par les élèves. La comparaison donne à voir les réussites mais aussi les défauts dans l'investigation. Elle renforce la compréhension, complète les résultats obtenus et donne un certain nombre de codes relevant du langage scientifique, qui peuvent être réutilisés pour rédiger.

Conclusion

Dans la démarche d'investigation, élèves et enseignants doivent accepter de rompre avec un modèle de construction des savoirs qui ne soit plus déductif ou inductif, mais de type hypothético-déductif : en effet, la démarche repose sur la création d'un lien logique entre des arguments, des points de vue (souvent) naïfs initialement développés et leur mise à

l'épreuve au regard d'observations. L'utilisation d'arguments d'autorité pour valider ou justifier un savoir est donc en rupture totale avec cette approche.

L'enseignant doit donc attendre de ses élèves une libre expression de leurs idées et les élèves doivent dans le même temps attendre de l'enseignant qu'il leur laisse du temps pour cette expression dans un climat de bienveillance.

Une des difficultés dans cette pratique pédagogique est de respecter ce qui a été produit ou construit, tout en opérant une structuration progressive pour faire émerger les savoirs ou méthodes à apprendre : tous les discours, les différents points de vue exprimés par les uns et les autres, les processus mis en œuvre sont réinvestis et travaillés durant toute la démarche, tout en assurant la continuité dans l'avancée du savoir dans la classe. Pour ce faire, il y a une alternance de moments d'autonomie pour l'élève dans lesquels l'enseignant *ouvre* des possibles, et des moments de mise en commun qui vise à *fermer* les situations et écarter certains de ces possibles.

Une dernière perspective que nous n'avons pas développée dans ce bulletin est envisageable à partir des dernières prescriptions ministérielles : la démarche n'est plus seulement un *moyen* d'apprentissage, une modalité pédagogique permettant de travailler différemment l'enseignement / l'apprentissage des sciences, elle est maintenant un *objet* d'apprentissage. Il y a donc une autre phase possible que l'enseignant peut animer, dans laquelle il a une place prépondérante : il s'agit du retour réflexif sur les différentes étapes, sur la démarche menée. Autrement dit, les savoirs scientifiques ne sont plus uniquement des résultats attendus de l'investigation, mais la nature des savoirs produits, leurs conditions de production sont également des éléments à travailler avec les élèves. Cette dernière étape permet ainsi le développement d'une culture épistémologique chez les élèves.

Nous percevons donc que cette démarche est exigeante et effectivement compliquée à mettre en place. Il est toutefois possible pour l'enseignant, dans l'évolution de sa pratique, de commencer par travailler une seule des étapes, ou encore de laisser plus ou moins de responsabilités aux élèves dans l'un ou l'autre des différents moments de la démarche (voir des exemples ci-dessous)

	Définition de la question scientifique	Définition de la méthode	Mise en œuvre et interprétation
Investigation clé en mains	Prof	Prof	Elève
Investigation guidée	Prof	Elève	Elève
Investigation ouverte	Elève	Elève	Elève

Tableau 1 : Rôle prépondérant du professeur ou de l'élève dans différents exemples de démarches d'investigation

Bibliographie

Boilevin, J.-M. (2013a). *La rénovation de l'enseignement des sciences physiques et formation des enseignants*. Bruxelles : De Boeck

Cariou, J.-Y. (2015). Quels critères pour quelles démarches d'investigation ? Articuler esprit créatif et esprit de contrôle. *Recherche en éducation*, *21*, 2-33

Linn, M. C., Davis, E. A., et Bell, P. (2004). *Internet environments for science education*. Etats-Unis : Erlbaum

MEN (2002) : BO HS n°1 du 14 février 2002.

MEN (2007): BO hors-série, n°6 du 19 avril 2007.

MEN (2008) : BO spécial, n°6 du 28 aout 2008.

MEN (2010) : BO du 29 avril 2010.

MEN (2015 a): BO spécial, n°11 du 26 novembre 2015.

MEN (2005 b): Socle commun de connaissances, de compétences et de culture. Decret n° 2015-372 du 31 mars 2015.

Venturini, P., & Tiberghien, A. (2012). Potential Learning Outcomes Inferred from French Curricula in Science Education. In S. Bernholt, K. Neumann, & P. Nentwig (Eds.), *Making It Tangible - Learning Outcomes in Science Education* (pp. 475–509). Münster: Waxmann