

Textes 5 et 6

Une nouvelle stratégie pédagogique : l'approche par résolution de problème.

Deux personnes décrivent cette nouvelle stratégie pédagogique.

1. **Lise Poirier Proulx**, qui était en 1997 adjointe à la direction de PERFORMA à l'Université de Sherbrooke, décrit cette stratégie dans un article intitulé *Enseigner et apprendre la résolution de problèmes*, tiré du volume 11, no 1, de la revue *Pédagogie collégiale*, paru en octobre 1997 (p. 18-22).

2. **Bernard Legault** qui était en 2000 professeur en techniques de génie électrique au cégep André-Laurendeau décrit l'expérience qu'il a fait de cette stratégie dans sa classe. L'article, intitulé *La résolution de problèmes en Techniques de génie électrique*, a paru en mai 2000 aux pages 42 à 45 de la revue *Pédagogie collégiale* (volume 13, no 4).

Bernard Legault a été membre du comité de suivi de l'implantation des nouveaux programmes de la famille des technologies du génie électrique de 1992 à 1995. Membre du comité local ayant rédigé la politique d'aide à la réussite du cégep André-Laurendeau, en 1991, il a aussi fait partie du comité de rédaction de *Pédagogie collégiale* de 1992 à 1997. Parmi ses publications antérieures, soulignons deux articles parus dans *Pédagogie collégiale* en octobre 1993.

Pour permettre à ceux qui veulent approfondir cette approche de manière à pouvoir la mettre en pratique rapidement et efficacement, nous recommandons la lecture du volume suivant : **St-Jean, Madelaine**, *L'apprentissage par problèmes dans l'enseignement supérieur*, Service d'aide à l'enseignement, Université de Montréal, Montréal, 1994. On trouvera aussi après les textes 5 et 6 un aperçu du chapitre cinq du volume de **Laurier, Busque**, *Cinq stratégies gagnantes pour l'enseignement des sciences et de la technologie*, Chenelière/McGraw-Hill, Montréal, 1998

Texte 5
Enseigner et apprendre la résolution de problèmes
Lise Poirier Proulx

L'habileté à résoudre des problèmes est une habileté complexe dont le développement exige, notamment, des connaissances, des attitudes et des dispositions particulières ainsi qu'une pratique fréquente et réfléchie dans des situations qui sont significatives pour les élèves.

L'habileté à résoudre des problèmes est une des plus importantes manifestations de la pensée et une composante cruciale de l'intelligence. Elle se situe à un niveau de complexité des plus élevés dans les taxonomies catégorisant les actes intellectuels (Gagné, 1985; D'Hainaut, 1985; Beyer, 1988).

Indispensable à tout individu appelé à vivre dans une société présentant des défis de plus en plus complexes et ce, à travers l'ensemble des activités humaines, cette habileté est devenue, notamment, une exigence du milieu du travail qui mise sur le potentiel créateur de tous les employés pour résoudre les nombreuses difficultés qui se posent quotidiennement dans les organisations.

Dans le curriculum des établissements scolaires, l'habileté à résoudre des problèmes apparaît pratiquement toujours comme un objectif à poursuivre à travers les activités d'enseignement et d'apprentissage, voire à travers les interventions du personnel des services de soutien aux activités pédagogiques.

Au collégial, le développement de l'habileté à résoudre des problèmes doit être considéré avant tout comme une composante essentielle de la formation fondamentale. À ce titre, cette habileté devrait apparaître à la fois comme cible de développement de la personne et comme dimension importante de la formation dans les disciplines d'enseignement. Étant donné que cette habileté ne se développe «pas spontanément comme un sous-produit de l'acquisition de connaissances» (Romano, 1992), les enseignants sont amenés à trouver des moyens pour en favoriser l'apprentissage afin de rendre leurs élèves capables d'affronter le plus adéquatement possible différentes situations de la vie courante, au plan individuel et au plan collectif, et de résoudre des problèmes liés à leur contexte professionnel actuel ou futur.

Dans la perspective constructiviste de l'apprentissage que nous adoptons ici, ap

¹ Les personnes qui désirent en savoir davantage sur la résolution de problèmes pourront consulter, auprès du répondant local ou de la répondante locale de leur collège, l'ouvrage qu'a publié l'auteure: *Cadre référentiel pour l'utilisation ou le développement de la résolution de problèmes en enseignement*, PERFORMA collégial, 1997, 232 p.

prendre à résoudre des problèmes c'est entreprendre, de manière active et cumulative, un processus de construction, de modification de la structure cognitive permettant le développement d'un agir efficace. Nous ne disposons pas actuellement d'une approche de l'enseignement de la résolution de problèmes qui présente une démarche complètement articulée et structurée autour d'une perspective constructiviste de l'apprentissage.

Cependant, la documentation consultée nous a permis de relever un certain nombre d'éléments dont il y a lieu de tenir compte dans toute activité de formation visant le développement d'un processus de résolution de problèmes.

L'habileté à résoudre des problèmes

A partir des résultats de recherches ou d'observations effectuées sur l'enseignement de la résolution de problèmes, Woods (1987) énonce six propositions qu'il semble nécessaire de considérer pour assurer le processus de construction de cette habileté chez les élèves. Notons que ces propositions, que nous présentons ici, sont cohérentes avec les diverses composantes de la démarche cognitive qu'on peut associer à la résolution de problèmes.

Il est difficile de séparer l'acquisition des connaissances de l'apprentissage de la résolution de problèmes

Il y a deux aspects à considérer en regard des liens à établir entre les connaissances d'un domaine d'étude et la résolution de problèmes: leur importance et leur accessibilité. La nécessité de posséder un certain répertoire de connaissances pour être en mesure de résoudre efficacement des problèmes est largement reconnue. Ce répertoire permet à la personne de traiter d'une façon significative les données du problème soumis et d'élaborer des solutions appropriées. C'est un des facteurs qui différencie le comportement d'un novice de celui d'un expert. La recherche a, en effet, démontré que, d'une part, les experts soumis à des problèmes pour lesquels ils ne possèdent pas la base de connaissances spécifiques nécessaires se comportent sensiblement comme des novices et que, d'autre part, les novices qui ont acquis les connaissances spécifiques nécessaires produisent des scénarios de solutions semblables à ceux des experts pour qui le problème est familier.

Cependant, le fait qu'un individu ait acquis des connaissances liées à un contexte donné ne garantit pas qu'il sera en mesure d'y avoir recours au moment opportun. Il peut s'agir de connaissances inertes, c'est-à-dire de connaissances déjà acquises, mais qui sont inaccessibles au moment où elles devraient pouvoir être utilisées dans un nouveau contexte. La capacité de faire appel à ses connaissances est donc indispensable pour procéder à la résolution de problèmes.

Il semble que la façon dont nous ayons emmagasiné l'information lors de l'apprentissage affecte notre mode de résolution des problèmes. Ainsi, la recherche a démontré que les individus qui résolvent adéquatement les problèmes ont développé une base de connaissances bien structurée autour de concepts ou de principes fondamentaux, et organisée de façon hiérarchique. Celle-ci contient des indices clés, évolue au besoin et inclut les conditions dans lesquelles tous les concepts peuvent s'appliquer.

En plus de la qualité de l'organisation des connaissances en mémoire, Prawat (1989) affirme que le degré de conscience (*awareness*) de ce qu'on sait ou de ce qu'on ne sait pas sur un contenu donné exerce également une influence. C'est d'ailleurs ce qui est au coeur de la distinction entre les connaissances explicites et les connaissances tacites. Les connaissances explicites ont été acquises par une procédure de pensée réfléchie, elles sont utilisées de façon créative et elles peuvent être consciemment transformées. Les connaissances tacites sont plutôt des données acquises de façon intuitive, au cours d'expériences, sans qu'elles aient été soumises à un processus de réflexion; utilisées par routine, leur degré de compréhension est souvent superficiel.

La capacité de prendre conscience de l'état de ses connaissances est une marque de l'intelligence et elle progresse lors du développement de la personne. Elle joue un rôle important dans la compréhension des phénomènes reliés à un domaine. Il est important que les connaissances tacites puissent être identifiées, mieux comprises et récupérées dans la base de connaissances explicites.

L'enseignant doit donc intervenir directement dans la construction de la base de connaissances spécifiques de l'élève. C'est, selon Tardif (1992), une première conclusion qu'il faut tirer des recherches sur la résolution de problèmes en regard des activités d'enseignement qui lui sont reliées. Il faut également faire en sorte que les composantes de cette base puissent être utilisées au moment opportun.

Pour être efficace et transférable, l'entraînement doit se faire à l'intérieur d'une discipline et inclure des problèmes de la vie réelle

Cette proposition est liée à la précédente, dans le sens où l'apprentissage des stratégies de résolution de problèmes nécessite un contexte, s'effectue à partir d'une situation qui fait appel à des connaissances qui lui sont reliées. C'est à partir de chacune des expériences contextualisées de résolution de problèmes que se développent des stratégies particulières, qui seront éventuellement rappelées et utilisées lorsqu'une situation semblable se présentera. Un entraînement, dans un contexte qui n'est pas lié à la discipline ou à la vie réelle, serait moins efficace pour développer ces stratégies et n'aurait pas beaucoup de sens pour l'élève. C'est d'ailleurs dans cette perspective que le collègue Alverno, reconnu pour son approche curri-

culaire basée sur le développement d'habiletés fondamentales, a réorienté son enseignement de la résolution de problèmes en l'intégrant, dès le début de la formation, à l'enseignement du contenu des cours (O'Brien *et al.*, 1991).

Cette proposition est également en lien avec tout le courant actuel sur l'apprentissage en contexte (*Situated Learning*) selon lequel les contenus d'apprentissage devraient être intégrés et utilisés dans des tâches ou dans des problèmes qui reflètent les situations que les élèves rencontreront dans le futur (Collins *et al.*, 1989). C'est en quelque sorte permettre à ces élèves de faire leur entrée dans le monde socio-professionnel.

Cette approche poursuit les objectifs suivants:

- démontrer aux élèves l'utilité et les applications possibles des connaissances acquises;
- favoriser une participation active des élèves dans leur apprentissage;
- amener les élèves à reconnaître les conditions dans lesquelles leurs connaissances s'appliquent;
- favoriser le transfert des connaissances dans de nouveaux contextes.

Il faut présenter des problèmes et non des exercices pour développer un processus

Alors que la résolution de problèmes nécessite une démarche de recherche active de solutions qui n'apparaissent pas de façon évidente au départ, un exercice est en quelque sorte la reprise ou la reproduction d'opérations connues pour mieux se les approprier, les maîtriser. C'est le cas de situations - souvent appelées à tort des problèmes - dans lesquelles l'élève n'a qu'à appliquer des procédures qu'on lui a déjà enseignées. Le recours aux exercices peut être tout à fait justifié pour certains apprentissages, mais il ne peut mener au développement d'une stratégie de résolution de problèmes qui exige la mise en oeuvre d'un processus de raisonnement pour élaborer les situations les plus appropriées.

Il est nécessaire d'enseigner explicitement le processus, et non seulement faire résoudre des problèmes machinalement

Pour que l'apprentissage de la résolution de problèmes soit significatif pour les élèves, pour que ces élèves cheminent vers une plus grande efficacité et une plus grande autonomie dans l'utilisation du processus, il est essentiel qu'ils deviennent conscients des étapes et des stratégies qu'ils empruntent dans leur démarche. Cela signifie qu'il faut mettre en place des approches pédagogiques leur permettant d'identifier les stratégies les plus adéquates pour construire la représentation des différents types de problèmes auxquels ils seront confrontés, et pour élaborer les solutions les plus appropriées à ces problèmes. Il faut non seulement s'assurer de la qualité du résultat obtenu par la démarche de résolution, mais aussi de la qualité

et de l'efficacité de cette démarche.

Il est nécessaire de présenter des problèmes suffisamment riches et complexes pour permettre de développer les habiletés reliées au processus

Les situations présentées doivent amener l'élève à s'engager dans le même type de défi cognitif que celui qu'il est susceptible de rencontrer dans la résolution des problèmes de la vie réelle. Cela suppose qu'il soit amené à résoudre des problèmes mal définis et de plus en plus complexes. Il faudra cependant ajuster le niveau de difficulté en fonction des connaissances acquises ou à acquérir, et tenir compte du niveau de développement d'autres habiletés requises dans la résolution de problèmes, notamment celles qui sont reliées à la prise de décision, à la pensée critique et à la pensée créatrice.

Il faut tenir compte des différences individuelles dans le développement de l'habileté : style d'apprentissage, niveau de développement cognitif, attitude, etc.

Il existe beaucoup de différences entre les élèves. Il est essentiel de reconnaître que chacun d'eux a, depuis ses premiers mois de vie, cherché à comprendre le monde qui l'entoure en bâtissant des modèles, des schèmes explicatifs qui lui sont exclusifs. Les enseignants doivent tenir compte des différentes manières dont chacun accède à la connaissance et l'utilise. Chacun a aussi développé sa façon d'aborder les problèmes et de les résoudre, ce dont il faut également tenir compte.

Parmi les facteurs affectifs, la motivation joue un rôle de premier plan dans l'apprentissage. Dans la résolution de problèmes, elle est associée aux activités de régulation qui influencent la décision d'entreprendre en priorité une tâche, de l'interrompre, de l'abandonner, d'augmenter ou de diminuer l'effort cognitif qui lui est consacré. Pour susciter et maintenir la motivation, les enseignants doivent non seulement présenter des problèmes signifiants pour tous, compte tenu des différences entre les élèves, mais aussi procurer le soutien affectif nécessaire pour maintenir la persévérance de chacun dans l'effort, signaler les succès, aider à surmonter les difficultés.

Dans le cadre du développement des habiletés intellectuelles

Beyer (1988) relève quatre dimensions importantes dans l'enseignement des habiletés intellectuelles, qui s'appliquent à la résolution de problèmes et qui complètent les six propositions que nous venons de voir: l'environnement d'apprentissage, l'utilisation du contenu des cours, le mode d'enseignement, l'utilisation d'une démarche systématique et structurée. A ces dimensions, nous en avons ajouté une autre qui nous paraît pertinente: l'utilisation du travail d'équipe.

L'environnement d'apprentissage

Les enseignants doivent créer une atmosphère de classe qui soit propice à la réflexion, qui invite à la discussion et qui autorise des visions et des conceptions diversifiées ainsi que des idées nouvelles. Un environnement éducatif qui soutient le développement des habiletés de pensée fait place à l'initiative et encourage les défis. Les approches utilisées facilitent l'expression, appellent la clarification des idées, respectent les silences et les hésitations nécessaires, stimulent la création d'idées originales, tiennent compte des idées de chacun, favorisent les interactions. Afin de créer un environnement favorable à l'acquisition d'habiletés de pensée, il faut accepter de prendre le temps nécessaire pour favoriser l'acquisition d'un processus et cela exige que l'enseignant soit un «facilitateur de processus» plutôt qu'un «transmetteur de contenus» .

L'aménagement des lieux physiques a aussi son importance: ceux-ci doivent permettre la consultation d'ouvrages et l'utilisation de matériel utile à l'apprentissage, et ils doivent favoriser les interactions non seulement entre l'enseignant et les élèves, mais aussi entre les élèves.

L'utilisation du contenu des cours

En plus des aspects évoqués précédemment par Woods sur le sujet, Beyer souligne que le contenu choisi pour développer l'habileté doit être considéré comme important et utile par les élèves. Faire résoudre des «problèmes artificiels» peut s'avérer un moyen intéressant pour introduire l'enseignement de l'habileté, mais il faut surtout proposer des situations authentiques tout en s'assurant qu'elles ont du sens. Le contenu des cours doit se prêter au développement de l'habileté et il est essentiel de présenter des problèmes à partir de contenus variés pour assurer le transfert de cette habileté.

Le mode d'enseignement

L'enseignant doit identifier les moments et les moyens les plus appropriés pour rendre explicite l'habileté à développer. Il peut être avantageux, par exemple, d'introduire des stratégies favorisant la compréhension d'un problème au moment où les élèves ont à identifier le problème ou lorsqu'ils éprouvent des difficultés à l'identifier après quelques essais. Démontrer l'importance d'une pensée critique dans la résolution d'un problème peut prendre tout son sens au moment où les élèves ont à choisir une solution parmi un certain nombre de possibilités. L'enseignement d'une stratégie détachée d'un contexte risque de conduire à des recettes plutôt qu'à des processus à appliquer avec discernement.

L'utilisation d'une démarche d'enseignement systématique et structurée

A partir des observations effectuées lors d'activités de formation, Beyer dégage un certain nombre de considérations sur l'apprentissage d'habiletés intellectuelles complexes à partir desquelles on peut établir les grandes lignes d'une démarche d'enseignement systématique et structurée :

- la maîtrise d'une habileté complexe exige, au départ, un investissement cognitif important;
- dans les premières étapes d'apprentissage, l'accent doit être mis sur l'habileté à développer en évitant les interférences avec d'autres apprentissages;
- l'enseignement initial doit être suivi par des pratiques guidées, fréquentes et régulières;
- pour faciliter le transfert, il faut permettre à l'élève d'utiliser l'habileté dans plusieurs contextes et le guider;
- pour développer la capacité de reconnaître les conditions dans lesquelles l'habileté doit être utilisée, il est nécessaire de présenter des situations ou des tâches moins bien définies que dans les activités initiales et exigeant des stratégies de pensée différentes.

L'utilisation du travail d'équipe

Il ne faut pas perdre de vue la dimension sociale rattachée à l'apprentissage et il faut souligner l'importance du travail d'équipe dans le développement des habiletés intellectuelles, notamment dans le contexte de l'apprentissage coopératif.

Celui-ci favorise l'interdépendance positive des coéquipiers et fait appel à leur responsabilité individuelle. Basé sur la formation de groupes hétérogènes, il peut permettre l'atteinte d'un certain nombre d'objectifs socioaffectifs déterminés par le professeur. Nous rappellerons brièvement les avantages procurés par une telle approche, en nous référant à l'ouvrage d'Aylwin (1996).

L'apprentissage du processus de résolution de problèmes peut susciter chez certains élèves une certaine insécurité affective influençant l'intérêt de s'investir dans cette tâche. La crainte de ne pas réussir peut ainsi provoquer de l'anxiété perturbant le fonctionnement cognitif et conduisant à de piètres résultats d'apprentissage. En plaçant les élèves dans un contexte de collaboration, pour résoudre un problème, le risque de tension est moins grand puisque les élèves sont amenés à partager leurs ressources individuelles dans un climat non compétitif.

Par les nombreuses interactions qu'il suscite et à condition de créer un climat affectif sécurisant, le travail d'équipe entretient la motivation et favorise aussi l'apprentissage des opérations intellectuelles inhérentes à l'acquisition du processus de ré

solution de problèmes. Chacun est en effet amené à discuter de la façon dont il comprend le problème, à faire valoir ses arguments, à critiquer ceux des autres, à faire des liens entre diverses conceptions, à considérer d'autres points de vue, à prendre des décisions, à s'interroger sur la justesse de la démarche. Dans certains cas, les élèves peuvent être mieux placés que l'enseignant pour comprendre les difficultés d'un camarade et plus en mesure de lui apporter l'éclairage nécessaire. Les travaux et les échanges en équipe offrent donc des occasions uniques d'utiliser une grande variété d'opérations cognitives permettant d'assurer un apprentissage en profondeur.

Dans certains programmes de formation, la capacité de résoudre des problèmes en équipe peut être considérée comme une compétence professionnelle à développer. A ce titre, il est essentiel, non seulement de favoriser l'acquisition d'un processus de résolution de problèmes sur le plan individuel, mais aussi de mettre en place des stratégies qui permettent l'acquisition d'habiletés à résoudre collectivement des situations problématiques; cela amène ainsi les élèves à entrer graduellement dans la culture de leur future communauté de pratique.

Un défi pédagogique à relever

Tout ce qu'on vient de voir au sujet de la résolution de problèmes pose un défi de taille aux enseignants davantage formés et préparés à livrer un contenu qu'à favoriser l'acquisition et le développement d'une telle habileté.

Les travaux portant sur la formation fondamentale et sur l'implantation d'une approche par compétences, de même que les réflexions actuelles sur l'intégration des apprentissages, devraient amener les enseignants à s'interroger sur leurs approches. En fonction d'un projet éducatif local, d'un profil du diplômé spécifique à chacun des programmes, d'une conception partagée de la compétence, les enseignants devront déterminer la place qu'ils désirent accorder à l'habileté de résolution de problèmes et planifier, par la suite, les démarches d'enseignement et d'apprentissage appropriées pour en favoriser le développement.

Les résultats de recherches en psychologie cognitive et en éducation amènent à affirmer que l'acquisition d'une habileté aussi complexe que la résolution de problèmes requiert du temps et des activités d'apprentissage orientées sur la pratique, dans des contextes variés. Cela laisse entendre la nécessité d'envisager l'enseignement de cette habileté dans la perspective d'une approche-programme. Un seul cours n'est pas suffisant pour permettre à un élève du collégial de développer un tel savoir-faire. Aussi, il n'apparaît pas suffisant d'insérer l'enseignement du processus dans une seule activité d'intégration de fin de programme.

Il serait également inapproprié, lors de l'éventuelle épreuve synthèse de programme, d'évaluer la capacité des élèves à résoudre des problèmes sans qu'aucune

démarche systématique d'enseignement et d'apprentissage ne leur ait permis de développer un processus de résolution de problèmes au cours de leur formation.

Il y a donc une réflexion collective à mener sur l'importance à accorder à ce savoir-faire cognitif dans le projet de formation de l'élève. Il faut également déterminer les contenus liés à son acquisition dans un programme: les types de problèmes à soumettre, les connaissances à utiliser, le modèle de processus et les stratégies de résolution de problèmes à privilégier, les habiletés métacognitives et les attitudes à développer. Les modalités d'enseignement et d'apprentissage les plus appropriées au contexte doivent aussi être déterminées ainsi que la façon dont chacun des cours pourra contribuer au développement de l'habileté à résoudre des problèmes. Il est à prévoir cependant que ces nouvelles orientations feront aussi surgir des résistances de divers types. Celles-ci devront être soigneusement traitées pour permettre un véritable changement des pratiques.

Références

- AYLWIN, U. (1996), *La différence qui fait la différence... ou l'art de réussir dans l'enseignement*, Montréal, AQPC, p. 141-153.
- BEYER, B. K. (1988), *Developing a Thinking Skills Program*, Boston, Allyn and Bacon Inc.
- COLLINS, A., J. S. BROWN et S. E. NEWMAN (1989), «Cognitive Apprenticeship: Teaching the Crafts of Reading, Writing and Mathematics», dans L. B. Resnick, *Knowing, Learning and Instruction: Essays in Honor of Robert Glaser*, Hillsdale (NJ), Lawrence Erlbaum Ass., p. 493-495.
- D'HAINAUT, L. (1985), *Des fins aux objectifs de l'éducation. Un cadre conceptuel et une méthode générale pour établir les résultats attendus d'une formation*, 4e édition, Bruxelles, Éditions Labor.
- GAGNÉ, E. D. (1985), *The Cognitive Psychology of School Learning*, Boston, Little, Brown and Co.
- LEGENDRE, R. (1993), *Dictionnaire actuel de l'éducation*, Montréal, Guérin, Paris, Eska.
- O'BRIEN, K., M. G. MATLOCK, G. LOACKER et A. WUTZDORFF (1991), «Learning from the Assessment of Problem Solving», dans D. Boud et G. Feletti (dir.), *The Challenge of Problem Based Learning* (chapitre 28), Londres, Kogan Page Ltd.
- PRAWAT, R. S. (1989), «Promoting Access to Knowledge Strategy, and Disposition in Students: A Research Synthesis», *Review of Educational Research*, vol. 59, no 1, p. 1-41.
- ROMANO, G. (1992), «Comment favoriser le développement des habiletés de pensée chez les élèves», *Pédagogie collégiale*, vol. 6, no 1, p. 17.
- TARDIF, J. (1992), *Pour un enseignement stratégique. L'apport de la psychologie cognitive*, Montréal, Les Éditions Logiques.
- WOODS, D. R. (1987), «How Might I Teach Problem Solving?», cité dans J. E. Stice, «Developing Critical Thinking and Problem Solving Abilities», *New Directions for Teaching and Learning*, no 30, San Francisco, Jossey-Bass, p. 55-71.

Texte 6
La résolution de problèmes en Techniques de génie électrique
Bernard Legault

Depuis quelques années déjà, dans les cours *Technologie de l'électricité* et *Circuits*, Carlo Bueno et moi insistons pour confronter les élèves à des problèmes plutôt qu'à des exercices. Nous estimons, en effet, qu'en situation de travail, ce sont des problèmes que le technicien aura à affronter. Il doit donc, dès le début de sa formation, se rendre habile à faire face à ce type de situation. Toutefois, nous constatons, malgré nos efforts et nos répétitions verbales, qu'un nombre important d'élèves n'ont pas acquis la maturité ou, encore, n'ont pas développé une méthode structurée pour affronter efficacement les situations problèmes. *Il nous semble donc qu'il faille inclure explicitement dans notre enseignement une telle démarche pour favoriser le transfert des apprentissages chez les élèves.*

Dans le texte qui suit, je vais vous présenter notre conception de l'«exercice» et du «problème». J'accompagnerai cette explication d'un exemple provenant d'un des deux cours en question. Enfin, je terminerai en proposant la démarche que nous entendons enseigner à l'intérieur des cours *Technologie de l'électricité* et *Circuits* dès l'an prochain. Vous constaterez que cette démarche est relativement générale et qu'elle peut se modeler pour être appliquée à différents contextes de cours à mesure que les élèves avancent dans leur programme d'études.

PROPOSER DES SITUATIONS PROBLÈMES AUX ÉLÈVES

Pourquoi parler de problèmes ?

Comme il a été mentionné précédemment, en situation de travail, le technicien fera face à des problèmes: l'opérateur éprouve des difficultés à utiliser correctement son système, il explique ce qu'il observe au technicien qui, lui, doit établir un diagnostic et passer ensuite à l'action. Or, l'opérateur, dans la plupart des cas, n'a pas la compétence pour établir ce diagnostic.

C'est pourquoi le technicien devra traiter l'information qu'on lui transmet pêle-mêle pour distinguer ce qui est pertinent de ce qui ne l'est pas. Il aura par la suite à se faire une idée du problème, à partir de ces connaissances et de son expérience. Enfin, il passera à l'action.

Nous souhaitons former le technicien pour qu'il puisse s'habituer à faire face à l'ensemble de ces opérations. Quoi de mieux que de proposer, dès le début de sa formation, des situations qui le rendent habile à réagir correctement à ce type de si-

tuation ?

Les situations problèmes que nous proposons visent essentiellement à favoriser, chez les élèves, le développement de leur capacité de transfert des concepts à des situations pratiques ou que nous souhaitons le plus proche possible de la pratique.

Dans le cadre de nos cours, les mises en situation que nous avons développées, à partir du schéma d'un accessoire domestique ou d'un gadget électronique, sont plutôt du niveau de l'analyse d'un problème. Toutefois, rien ne nous empêche d'élaborer des situations qui permettent aux élèves de jumeler à leur capacité d'analyse des habiletés de manipulation en laboratoire.

Comment définir un problème ?

La définition qui suit comporte des éléments qui nous guident. Elle n'est certes pas complète ni ne provient d'un texte théorique, mais elle oriente notre choix.

Pour nous, un problème représente une situation complexe, pour laquelle l'élève doit être en mesure de traiter l'information qu'il reçoit. Il choisit, parmi ces informations, celles qui sont pertinentes. L'élève doit donc développer la capacité d'interpréter les informations et de les hiérarchiser pour faire des choix en fonction de la tâche qui est demandée.

Cette **situation complexe et nouvelle** pour lui doit l'inciter à **établir des liens** avec des concepts qu'il connaît, des applications semblables ou des situations similaires. L'élève doit ensuite être en mesure **d'identifier l'information manquante** pour compléter son analyse et **rechercher des pistes pertinentes** en vue de résoudre le problème. Il applique ensuite les solutions envisagées. Enfin, l'élève a à vérifier la pertinence et le réalisme des résultats auxquels il arrive, dans le but éventuel de reprendre le processus s'il s'est révélé erroné.

Qu'en est-il exactement dans nos cours ?

Traditionnellement, les volumes de référence, par exemple, décrivent les concepts d'une manière isolée des contextes réels. On y présente la théorie et on propose des exercices qui y sont reliés (probablement tirés de contextes réels mais sans jamais les présenter ou les identifier). C'est à l'élève à apprendre à les reconnaître.

Avec les années, nous avons développé l'approche suivante (ce qui suit s'applique principalement à la théorie, parfois aux laboratoires mais d'une manière moins organisée) : nous cherchons à proposer des modèles fonctionnels du comportement des composants ou des composantes selon le cas. Ces modèles tendent à s'appuyer sur des éléments connus des élèves.

Nous considérons deux types d'activités pour intégrer ces modèles dans l'analyse des circuits, soit les exercices et les problèmes :

- *Les exercices* sont des circuits sans contexte, comme on en trouve dans la documentation traditionnelle. Ils ont pour buts de s'exercer, de devenir habile à calculer ou à reconnaître.
- *Les problèmes* sont des applications complètes à l'intérieur desquelles se retrouve le même sujet d'enseignement que dans les exercices. Toutefois, l'élève doit être en mesure d'isoler du circuit global la partie relative à la question posée. De plus, nous devons permettre à l'élève de se faire une idée générale du comportement du circuit pour l'aider à s'y retrouver.

Quelles conclusions tirer de notre expérience ?

Pour les raisons exprimées précédemment, nous sommes convaincus que l'utilisation de problèmes s'avère être l'orientation qu'il faut maintenir dans l'ensemble de nos deux programmes d'études. Cette orientation peut se vivre différemment d'une session à l'autre et d'un programme à l'autre, mais elle nous semble fondamentale. Toutefois, nous constatons que nous n'enseignons pas une démarche structurée de résolution de problèmes. Cette situation, on le remarque, ne permet pas aux élèves de devenir habiles à développer les capacités requises pour résoudre correctement des problèmes.

Les élèves les plus structurés, habituellement les plus doués, s'en sortent par eux-mêmes. D'ailleurs, ils s'en sortent, peu importe le contexte d'enseignement dans lequel ils se trouvent. Cependant, pour un nombre important d'élèves, cette nouvelle approche représente un changement fondamental. Ils doivent s'y adapter. *Pour ce faire, nous devons enseigner de manière explicite une démarche leur permettant d'y arriver et intégrer celle-ci dans les objets d'apprentissage de chacun des cours les plus propices.* C'est là où nous en sommes.

Somme toute, enseigner les étapes d'une démarche structurée, s'amorçant en première année pour se poursuivre dans les autres années du programme, favorise la cohérence dans nos programmes sans renier nos objectifs de formation.

UNE DÉMARCHE DE RÉOLUTION DE PROBLÈMES EN TGÉ

(Cette deuxième partie de l'article constitue un document qui s'adresse aux élèves en prévision d'un enseignement explicite.)

Il existe deux grands moments dans la démarche de résolution de problèmes: *la représentation du problème et la résolution du problème.* Chacune de ces étapes est importante. Toutefois, nous avons souvent remarqué que la première étape est fréquemment négligée par les élèves qui cherchent trop rapidement à réaliser di-

rectement la deuxième étape. Ainsi, en omettant de prendre le temps nécessaire pour bien se *représenter* le problème, il devient parfois très difficile de le *résoudre* correctement par la suite.

Nous sommes bien conscients que la démarche que nous vous proposons ici est présentée d'une manière structurée et linéaire, c'est-à-dire une étape à la suite de l'autre. Nous tenterons au cours de vos deux premières sessions de vous l'inculquer et de vous rendre habiles à l'appliquer systématiquement. Toutefois, nous sommes aussi conscients que lorsque vous faites face à un véritable problème, le processus utilisé n'est pas aussi linéaire. Vous devrez cependant passer, d'une manière ou d'une autre, à travers ces étapes, peu importe l'ordre dans lequel vous le faites, si vous voulez résoudre le problème correctement.

La démarche que nous vous proposons est relativement générale. Même si nous pensons principalement aux cours *Technologie de l'électricité*, *Circuits* et *Réaliser un système de commande* lorsque nous la rédigeons, elle s'adapte facilement à différentes familles de contenus associées aux technologies du génie électrique. C'est ainsi qu'au fur et à mesure de votre évolution à l'intérieur du programme, cette démarche se précisera et s'adaptera selon le domaine du problème à résoudre (électronique, automatismes, physique ou programmation). Cette adaptation n'enlève rien aux deux étapes fondamentales reliées à la résolution de problèmes: *la représentation du problème* et *la résolution du problème*.

La représentation d'un problème est l'étape clé dans l'ensemble de la démarche que nous vous proposons. C'est le moment au cours duquel vous devez: recueillir les informations pertinentes, c'est-à-dire l'information utile dans le contexte présenté; établir un lien entre ces informations et ce que vous connaissez déjà; et tracer mentalement les pistes que vous suivrez pour être en mesure de résoudre correctement le problème.

Ce moment privilégié peut aussi, éventuellement, vous permettre d'identifier la nature des connaissances ou des habiletés qui vous manquent pour poursuivre votre réflexion et mener à terme la résolution du problème.

La résolution d'un problème consiste, une fois les informations pertinentes réunies et la piste de solution tracée, à utiliser les outils disponibles pour suivre la piste que vous avez établie. À cette étape, il est primordial d'utiliser votre capacité de remise en question pour continuellement vérifier votre position et vous assurer de maintenir le cap sur l'objectif.

La représentation du problème

Recueillir l'information

- *Lire attentivement l'énoncé du problème. S'assurer de bien comprendre le sens de l'énoncé. Interpréter correctement ce qui est demandé.*
- *Ressortir l'information contenue dans l'énoncé. Qu'est-ce que je retire de l'énoncé du contexte ? Quelles sont les données fournies ? Y a-t-il un schéma ?*
- *Identifier clairement ce qui est demandé et ce que l'on recherche.*

Établir des liens entre le problème et ce que l'on connaît

- *Faire ressortir l'information **pertinente** en lien avec ce que l'on cherche. La pertinence d'une information requiert une bonne compréhension de l'énoncé et une capacité à établir des liens entre ce que l'on recherche et ce que l'on connaît.*
- *Organiser l'information pour nous aider à établir les liens. Voici quelques opérations qui peuvent se réaliser dans ce cadre; elles ne sont pas nécessairement en ordre et il n'est pas nécessaire de toutes les réaliser. Par contre, toutes ces opérations doivent se faire sur papier. **Ne vous contentez pas de les faire mentalement, donnez-vous la discipline de les écrire.** La plupart de ces opérations vous permettent de comprendre qualitativement le problème avant d'arriver à une solution quantitative.*
 - dessiner une représentation schématique simplifiée
 - se faire un modèle mental ou mathématique
 - décrire qualitativement le comportement du circuit
 - identifier les principales fonctions du circuit
 - établir des liens entre les principales fonctions
 - reconnaître des parties de circuit
 - redessiner pour voir autrement le circuit
 - identifier les entrées et les sorties
 - identifier la partie commande et la partie opérative
 - comparer ce que l'on connaît sur le problème avec des problèmes semblables que l'on a déjà rencontrés ; quelles sont les ressemblances et les différences ?

(si le contexte le permet, utiliser les notes de cours ou d'autres références)

- *Nommer ce qui nous manque ou ce qui nous serait nécessaire pour poursuivre notre réflexion sur le problème.*

Tracer une piste de solution

- *Isoler une partie du circuit et redessiner le schéma.* Dans un contexte de laboratoire, déterminer les mesures à effectuer et les résultats escomptés.
- *Chercher les relations physiques et les équations qui les régissent.* Identifier les notions, les concepts ou les relations impliqués.
- *Identifier les paramètres connus et inconnus.*

La résolution du problème

Suivre la piste imaginée

- *Choisir une stratégie de résolution de problèmes.* Plusieurs stratégies existent. Le chemin tracé peut en sous-entendre une. En voici quelques-unes qui peuvent vous être utiles selon la situation :
 - Diviser le problème en plusieurs petits problèmes et les résoudre séparément
 - Simplifier le circuit en utilisant des concepts connus ou des modèles plus simples
 - Utiliser une stratégie itérative (par essai-erreur)
 - Recueillir de l'information supplémentaire sur un composant ou une portion de circuit
 - Consulter un expert pour nous aider
- *Utiliser les notions, les concepts ou les relations physiques selon le chemin tracé pour obtenir la solution demandée.*
- *Identifier les équations pertinentes à la résolution du problème.*
- *Solutionner les équations.*

- *Obtenir une solution numérique, graphique, logicielle ou matérielle. Utiliser tous les outils mis à votre disposition, quels qu'ils soient.*

Autorégulation du processus de résolution de problèmes

- *Vérifier la validité ou la vraisemblance des résultats obtenus.* Par exemple, l'ordre de grandeur des variables ou des grandeurs physiques est-il vraisemblable ? Le circuit physique se comporte-t-il comme prévu ? Le programme réalise-t-il effectivement ce qu'il doit réaliser ?
- *Porter un jugement sur les résultats obtenus.* S'ils s'avèrent non pertinents ou insatisfaisants, comment est-il possible de modifier la situation ?
- *Revenir, si nécessaire, aux actions relatives à la représentation du problème.*

Transmettre les résultats

- *Exprimer correctement les résultats.* S'il s'agit de résultats représentant des grandeurs physiques, une unité ou un symbole de l'unité accompagne-t-il chacun de ces chiffres ? S'il s'agit d'un graphique, comporte-t-il un titre, les axes sont-ils définis, les unités des grandeurs sont-elles bien indiquées, les axes sont-ils facilement interprétables ? La forme du programme correspond-elle à celle qui est convenue ?
- *Respecter les consignes de présentation et de représentation.* Vous assurer de révéifier les consignes ou les critères de correction un à un et de vous y conformer. Consulter un guide méthodologique de présentation de travaux en TGÉ. Vous assurer que la représentation schématique des phénomènes physiques respecte ce qui est exigé.

Le contenu en un coup d'œil du chapitre 5 de :

Laurier, Busque. *Cinq stratégies gagnantes pour l'enseignement des sciences et de la technologie*, Chenelière/McGraw-Hill, Montréal, 1998

La démarche fonctionnelle de résolution de problèmes

- Les fondements de la stratégie
 - La conception conventionnelle de la résolution de problèmes
 - Les deux démarches de la résolution de problèmes
- Les étapes de la démarche fonctionnelle de résolution de problèmes
 - Les types de problèmes
 - Les huit étapes de la démarche fonctionnelle

Étape no 1 : la situation vécue
Étape no 2 : l'identification du problème
Étape no 3 : l'exploration de l'environnement
Étape no 4 : la définition de la fonction
Étape no 5 : la recherche des idées de solution
Étape no 6 : le choix de l'idée
Étape no 7 : la construction de l'instrument
Étape no 8 : l'utilisation de l'instrument

L'intégration des outils heuristiques

La réduction du problème

La représentation externe

L'analogie

Le raisonnement régressif

- Les aspects didactiques de la démarche fonctionnelle

Le processus d'apprentissage

Les trois niveaux d'utilisation de la stratégie

- L'évaluation et la démarche fonctionnelle

L'évaluation formative

L'évaluation sommative