

L'évaluation en Éducation Technologique : quelques problèmes théoriques

Assessing Technology Education: Some Theoretical Issues

Dr Howard Middleton
Centre for Learning Research
Griffith University
Australie

Traduction
Joël Lebeaume

Résumé

Ce texte explore les fondements de l'évaluation dans les programmes actuels d'éducation technologique. L'examen, d'un point de vue psychologique, pose la question de ce qui est évalué lorsque les élèves sont engagés dans des activités d'enseignement centrées sur le design. Ce texte explore les différentes résolutions de problème qui sont devenues centrales en éducation technologique et les implications qu'elles pourraient avoir sur les décisions concernant les contenus et les modalités d'évaluation. Le texte mentionne que les problèmes de design sont par définition mal définis et complexes, et que ces caractéristiques sont importantes pour l'apprentissage des élèves. Les implications pour l'évaluation du design et de la résolution de problèmes sont aussi examinées par rapport aux changements actuels des pratiques vers les approches produits ou compétences.

Introduction

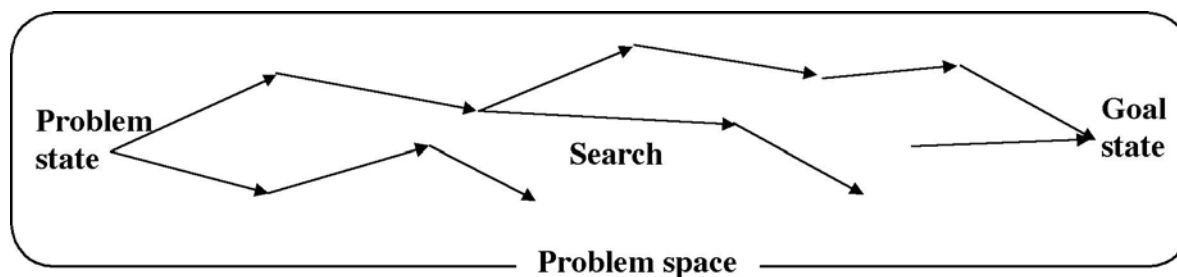
La résolution de problème a eu un large intérêt dans les programmes d'éducation technologique à partir des années 1990. Cependant, l'intérêt a changé de la « résolution de problème » stricto sensu à la « résolution de problème avec une attention particulière sur la créativité ». C'est parfois identifiable par l'association avec les termes de design (Curriculum Corporation, 1994a, 1994b), ou innovation (TFAAP, 2000). La différence la plus significative entre les programmes contemporains d'éducation technologique et les précédents est l'attention explicite sur la « résolution de problème ». Plus spécifiquement, sur la résolution de problème qui produit quelque chose de nouveau ou de différent et inclut un processus créatif. Cependant, sur la même période d'introduction de la résolution de problèmes de design, les autorités d'éducation ont changé pour installer des pratiques d'évaluation plus réglées et rendre l'enseignement plus comptable. Ces pratiques d'évaluation plus prescriptives sont devenues populaires pour les autorités dans de nombreux pays et sont décrites en termes de produits ou de compétences.

Ce texte analyse d'abord la littérature scientifique consacrée à la nature des problèmes, et conclut que les problèmes de design sont complexes car ils sont mal définis, il existe plusieurs façons de les résoudre et ils requièrent une réponse créative. La complexité est alors définie d'une façon différente que celle de la littérature disponible sur la résolution de problème (Kotovsky & Fallside, 1989; Kotovsky, Hayes & Simon, 1985; Anderson, 1987; Gott, 1989, 1994). La nature de l'apprentissage qui intervient lorsque les élèves sont engagés dans le design et dans la résolution de problème est donc discutée. Enfin, les problèmes de l'évaluation qui concerne l'activité des élèves dans ces problèmes de design, sont examinés.

La psychologie de la résolution de problème

La façon dont les humains pensent et résolvent les problèmes a été le sujet des recherches en psychologie cognitive depuis longtemps (Newell & Simon, 1972). Utilisant les résultats d'un grand ensemble de recherches, Newell et Simon ont développé un modèle pour caractériser la nature des problèmes et la façon de les résoudre. Newell et Simon ont argumenté que leur modèle pouvait être utilisé pour caractériser tous les problèmes que l'homme rencontre et cherche à résoudre. En dépit de son âge, le modèle de Newell et Simon est encore considéré comme le point de départ de la recherche en résolution de problème. Ce modèle est illustré (fig. 1).

Figure 1 Modèle d'un espace problème (Newell & Simon, 1972)



Dans le modèle de Newell et Simon ci-dessus, tous les problèmes sont regardés comme apparaissant dans ce que le langage psychologique décrit comme un espace problème (domaine limité par le cadre). Cet espace problème contient trois éléments : l'état du problème, l'espace de recherche et l'état final. L'état du problème est considéré comme le descripteur clair à partir duquel la résolution de problème commence et est représenté dans le modèle par un simple point qui indique que le point de départ des problèmes peut être caractérisé par ce descripteur. L'espace de recherche est décrit comme l'espace d'information à partir duquel toutes les procédures (actions ou stratégies) nécessaires pour atteindre le but visé, seront trouvées. Il est représenté par un espace avec des lignes brisées allant du problème posé à l'objectif visé. Finalement, l'objectif final est le point final de la résolution de problème et est représenté par un point unique, indiquant que pour les problèmes, il n'y a qu'une seule réponse correcte.

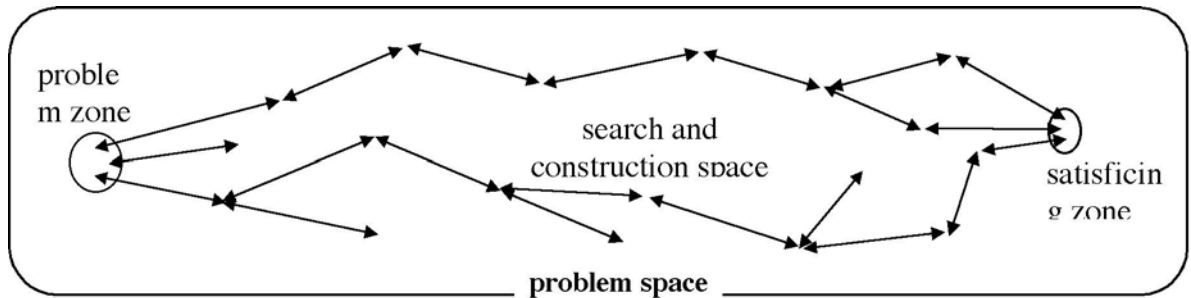
Le modèle de Newell et Simon a été utile pour la caractérisation des sortes de problèmes, incluant quelques problèmes techniques. Cependant, d'autres chercheurs (Schon, 1990) ont questionné le modèle de Newell et Simon. Dans une récente étude, Middleton (1998) argumente que la plupart des recherches en résolution de problème, et les recherches pour lesquelles le modèle de Newell et Simon était développé, ont inclus des problèmes simples et bien définis, comme des problèmes additifs en mathématiques, des jeux ou des puzzles. Il est argumenté ici que les problèmes techniques qui requièrent de la créativité, comme pour le design, sont complexes et ont des caractéristiques qui sont différentes de celles trouvées dans les problèmes qui ont généralement été le sujet des recherches. Les problèmes de design sont complexes car :

1. Ils contiennent un large espace de recherche (de connaissance et de stratégies potentielles, matériaux, process, etc.) où les stratégies de résolution de problèmes sont souvent liées dans les relations complexes (relations par exemple entre matériau, procédé, objet).
2. Ils sont mal définis (relations fonction et apparence)
3. Ils requièrent des approches créatives pour atteindre la solution et ne peuvent être résolus avec des algorithmes

4. Ils contiennent potentiellement des objectifs contradictoires.

Un nouveau modèle de l'espace problème qui incorpore les spécificités des problèmes de design ou d'invention a été synthétisé (Middleton, 1998). Le nouveau modèle remplace *l'espace problème* par une *zone de problème*, *l'espace de recherche* par un *espace de construction et de recherche* et *l'état final* par une *zone de satisfaction*. Ce modèle synthétisé est illustré fig.2.

Figure 2. Conception révisée de l'espace problème (Middleton, 1998)



Le modèle révisé reconnaît qu'il peut y avoir plusieurs points de départ pour les problèmes de design et qu'il est difficile de déterminer lequel prendre. Par exemple, le problème de l'existence d'une population d'un côté de la rivière et des industries où elle travaille de l'autre côté peut être conceptualisé comme un problème de construction d'un pont, d'un ferry ou d'un tunnel, ou bien de déménagement de la population ou des entreprises du même côté de la rivière. Cela suggère que le problème est mal défini et qu'il peut même être difficile de déterminer certains éléments du problème, ce qui signifie qu'il puisse être opaque. Pour ces raisons, le terme "état initial" du problème est remplacé par "zone du problème". Le modèle indique aussi que la démarche pour atteindre le but comprend de la création aussi bien que de la recherche, des stratégies qui émergent au cours de la résolution, et qu'il peut y avoir de multiples solutions possibles à un problème de design (ex. Airbus). Ce sont les descripteurs de "l'espace de recherche" et de construction. Les solutions des problèmes de design ne seront pas justes ou faux, mais le seront plus ou moins, et les critères de satisfaction d'une solution peuvent émerger au cours de la résolution, d'où le terme de "zone de satisfaction" à la place de celui de "état final".

Le modèle de Newell et Simon (1972) et le modèle modifié (Middleton, 1998) sont basés sur le modèle du traitement de l'information humaine. Dans l'intelligence artificielle, la pensée est considérée comme un processus analogue à celui d'un ordinateur. L'approche est basée sur la proposition que s'il est possible de produire un programme informatique qui rend plus performante la résolution de problème ou toute autre activité mentale humaine, alors il est évident que l'esprit peut aussi améliorer l'activité selon un chemin similaire. Les caractéristiques des problèmes de design exprimés dans les termes des trois parties de l'espace problème sont indiquées dans le tableau 1 :

Zone de problème	Zone de construction et de recherche	Zone de satisfaction
Mal définie Opaque	Nombreuses procédures Représentations complexes Opaque Procédures émergentes Procédures construites	Mal définie Représentations complexes Critères contradictoires Critères émergents Créative

Tableau 1. Résumé des caractéristiques de l'espace problème.

Apprendre au travers de problèmes de design

La prémisse initiale dans les programmes d'éducation technologique contemporains est que les élèves engagés dans des résolutions de problèmes, apprennent en faisant, des démarches et des contenus importants (QSCC, 2000). La plupart des programmes fournissent des détails des contenus ainsi couverts et suggèrent un processus, quel que soit le niveau de spécialité, souvent décrit comme une démarche de design. Cette démarche inclut généralement les étapes suivantes :

- identifier le problème
- conduire les recherches
- générer des idées
- préciser les idées
- construire la solution
- évaluer la solution

La démarche est souvent vue comme non problématique. Il est souvent considéré que les étudiants n'ont pas de difficultés dans l'identification du problème et dans la génération d'idées pour la solution. L'expérience des enseignants et quelques recherches (Middleton, 2001a, 2001b) suggèrent que les caractéristiques des problèmes de design identifiées dans la littérature de recherche sont présentes dans les problèmes que les élèves rencontrent dans les classes de technologie. Le point important à noter est que malgré les caractéristiques scolaires, les élèves doivent résoudre ces problèmes complexes et mal définis. Cependant, il est évident qu'ils le font avec des solutions qui sont souvent celles que les enseignants admettent. Quelles sont alors les implications pour l'évaluation en éducation technologique ?

Évaluation en éducation technologique

La conclusion principale que l'on peut tirer de cette section sur la résolution de problème en design est que les problèmes de design sont, ou peuvent être, problématiques dans chacune des trois parties de l'espace problème. La précédente section a indiqué, même brièvement, que ces caractéristiques problématiques sont rencontrées également par les élèves au cours des enseignements d'éducation technologique contemporains. En somme, les problèmes de design que les élèves rencontrent déterminent les différentes situations d'apprentissage, comme dans les travaux artisanaux plus traditionnels. Mais la tâche d'évaluation est différente selon ces deux approches d'enseignement.

Dans les travaux traditionnels, le problème initial est clairement spécifié par le professeur. D'une façon similaire, l'espace de recherche est également spécifié en une série d'étapes spécifiques. Comme la solution est présente par un ensemble de plans et souvent par un modèle de l'objet fini, l'évaluation porte généralement sur le degré de conformité du produit de l'élève par rapport au modèle du professeur.

Dans les termes des objectifs pédagogiques, l'évaluation dans cette approche traditionnelle considère ce que Bloom (1956) définissait comme mobilisation, compréhension et application. Les élèves devaient démontrer qu'ils avaient compris les consignes verbales, les démonstrations gestuelles..., et qu'ils pouvaient s'en souvenir et les appliquer dans la production d'un article défini. Généralement, l'article fini était considéré comme un indicateur du degré avec lequel chaque élève avait atteint ces objectifs.

Le modèle de problème de design (fig. 2) montre clairement qu'un processus différent de résolution problème est inclus lorsque qu'on conçoit ; et il est argumenté ici dans les termes de la taxonomie de Bloom. Lorsque les élèves apprennent au cours du design, différents objectifs d'apprentissage peuvent être atteints. Si la résolution de problèmes de design est conforme aux caractéristiques précédemment soulignées, les élèves doivent engager des processus intellectuels d'analyse, de synthèse et d'évaluation, en plus de la mobilisation, la compréhension et l'application notées précédemment pour les activités traditionnelles de réalisation. Étant donné ces différences dans les activités d'apprentissage, quelles sont les implications pour l'évaluation de l'apprentissage des élèves ?

Qu'évaluer en éducation technologique ?

La recherche de Walmsley (2001) apporte des éléments intéressants sur ce qui est appris dans l'enseignement centré sur le design. Walmsley utilise le *Cognitive Holding Power Questionnaire* (CHPQ) (Stevenson & Ryan, 1999) pour l'étude des différents environnements d'apprentissage. Il compare des classes où l'enseignement est décrit comme traditionnel et des classes où l'enseignement est centré sur le design. Le CHPQ mesure le degré avec lequel l'environnement "pousse" les élèves pour penser de différentes façons. Les environnements d'apprentissage forts, décrits comme ayant une forte implication cognitive, tendent à pousser des processus intellectuels d'analyse, de synthèse et d'évaluation, considérés comme des opérations cognitives de second ordre. Les environnements d'apprentissage plus faibles en sollicitation cognitive, associés aux opérations de mobilisation, compréhension et application sont appelés de premier ordre. Walmsley a trouvé que les environnements d'enseignement de technologie centrés sur le design sollicitaient chez les élèves des opérations de second ordre tandis que les travaux d'atelier plus traditionnels sollicitaient des opérations du premier ordre.

L'étude de Walmsley est intéressante car elle a indiqué que les environnements d'enseignement centrés sur le design étaient perçus par les élèves comme sollicitant leurs hautes performances cognitives. Cependant, il n'est pas sûr que cette perception de leur environnement d'enseignement, par les élèves, soit identifiable dans l'évaluation de leur travail en technologie. De plus, il n'est pas plus sûr que les professeurs utilisent ces mesures pour évaluer l'enseignement. Si Walmsley a raison et que les élèves dans les classes de design s'engagent dans l'analyse, la synthèse et l'évaluation, comment préciser ce qui se passe ?

Afin d'évaluer au-delà des objets finis, les enseignants ont inclus des carnets de design dans la procédure d'évaluation. Cependant, comme McCormick (2003) l'a observé, ils étaient souvent renseignés après la fin des activités et n'étaient donc pas intégrés au processus même. C'était plutôt une tâche séparée, complétée pour satisfaire la demande des professeurs. La demande explicite ou implicite de ces carnets contribuait à un document bien présenté, plutôt qu'une trace du processus intellectuel. L'évaluation des carnets ne pouvait pas alors être un moyen pour l'évaluation de la pensée design. Peut-être les professeurs devront-ils changer leurs exigences de soin de ces carnets privilégier des dossiers qui conservent davantage la trace du processus individuel et itératif avec lequel les élèves génèrent et développent leurs idées de solutions. Une caractéristique de ce processus possible de l'évaluation est toutefois la nécessité de considérer tous les aspects de l'espace problème.

L'adoption de pratiques d'évaluation plus authentiques, qui tiennent davantage compte de la part des élèves dans la conception, requiert quelques réflexions si les problèmes d'équité et de cohérence sont abordés. Cependant, le problème de ce qui doit être évalué devient plus problématique que dans un régime d'évaluation centrée sur les produits. C'est, dans un régime où il est requis d'être capable de spécifier ce que les élèves auront à connaître et devront être capables de faire en fin d'enseignement. L'approche la plus évidente est de fixer des critères

pour l'évaluation qui prennent en compte les différents aspects du processus de conception. Cependant, deux problèmes potentiels sont liés à cette orientation. Le premier est l'existence du phénomène appelé « régression de la moyenne », où l'augmentation du nombre de critères induit un tassement des notes. Ce phénomène tend à désavantager les bons élèves et avantager les élèves plus faibles. Il détourne donc les évaluations produits. Le second problème d'évaluation des compétences individuelles est que cette évaluation critériée tend inévitablement à l'enfermement dans une démarche design. Le problème est que généralement les relations entre les différents aspects de la performance en design sont omises, donnant une appréciation fautive de la valeur du travail. En somme, comme Kimbell (1997) l'avait mentionné, les professeurs qui développent une évaluation globale du travail de design des élèves parviennent à une évaluation plus juste que les professeurs qui évaluent à partir d'une série de critères. Kimbell signalait que la méthode d'évaluation globale était plus sûre car le processus de design est un exemple où la totalité est supérieure à la somme des éléments.

Conclusions

Que peut-on conclure ? La première conclusion est que le processus de design est une activité complexe et pédagogiquement intéressante pour les élèves qui la vivent. Les élèves engagent des processus cognitifs de haut niveau mais nous avons quelques difficultés pour trouver des moyens authentiques d'évaluation des apprentissages. Ce problème est aggravé par l'enthousiasme actuel des autorités qui orientent les pratiques d'évaluation vers des référentiels très précis. La réconciliation entre les besoins d'évaluation authentique dans les programmes d'éducation technologique contemporains avec les demandes pour des pratiques d'évaluation réglées est un challenge important pour tous les éducateurs en éducation technologique.

Références

- Anderson, J. R. (1987). Skill acquisition: compilation of weak-method problem solutions. *Psychological Review*, 94 (2), 192-210.
- Bloom, B. S. (1956). Taxonomy of educational objectives, the classification of educational goals, handbook. 1: cognitive domain. New York: David McKay.
- Curriculum Corporation (1994a). *Technology - a curriculum profile for Australian schools*. Victoria: Curriculum Corporation.
- Curriculum Corporation (1994b). *A statement on technology for Australian schools*. Victoria: Curriculum Corporation.
- Gott, S. P. (1994). *Rediscovering learning: Acquiring expertise in real world problem solving tasks*. Keynote paper presented at the Annual Conference of the Centre for Skill Formation, Research and Development, Faculty of Education, Griffith University.
- Gott, S. (1989). Apprenticeship instruction for real-world tasks: the coordination of procedures, mental models, and strategies. *Review of Research in Education*. 15, 97-169.
- International Technology Education Association (2000). Standards for technological literacy: Content for the study of technology. Reston, VA: ITEA.
- Johnson, S. D., & Thomas, M. (1994). Implications of cognitive science for instructional design in technology education. *The Journal of Technology Studies*, XX, (1). 33-45.
- Kotovsky, K., & Fallside, D. (1989). Representation and transfer in problem solving in D. Klahr & K. Kotovsky (Eds), *Complex information processing: the impact of Herbert Simon*. Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum.
- Kotovsky, K., Hayes, J. R. & Simon, H. A. (1985). Why are some problems hard?: evidence from the Towers of Hanoi. *Cognitive Psychology*, 17, 248-294.
- McCormick, R. (in press). Issues of Learning and Knowledge in Technology Education. *The International Journal of Technology and Design Education*,

- Middleton, H. E. (2003). Some new ideas on new ideas: Creative, inventive thinking as a critical ability in Design and Technology Education, in J. Dakers, (Ed.). *Proceedings of the 13th Pupil's Attitude to Technology Conference*.
- Middleton, H. E. (2003). Higher order thinking, New Ideas and Industrial Technology Education. Presentation at the *Making Things and Developing Human Resources*. Conference, Nagoya, Japan, July.
- Middleton, H. E. (2001). Technology education: more than making, shaking and breaking. *Education through Technology*. Occasional Series
- Middleton, H. E. (1998). *The role of visual mental imagery in solving complex problems in design*. Unpublished doctoral thesis, Griffith University.
- Newell, A. & Simon, H. A. (1972). *Human problem solving*. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice-Hall.
- Queensland School Curriculum Council (QSCC), (2000). *Technology Education Syllabus*. Brisbane: Education Queensland.
- Schon, D. A. (1990). The design process. In V. A. Howard (Ed), *Varieties of thinking: essays from Harvard's philosophy of education research centre*. New York: Routledge.
- Stevenson, J. C., & Ryan, J. (1994). *Cognitive Holding Power Questionnaire. Manual with Questionnaire and Scoring Key*. Brisbane: Centre for Skill Formation Research and Development, Griffith University.
- Walmsley. B. D. (2001). *Technology Learning environments and higher order thinking*. Unpublished honours thesis. Griffith University.