

Intégrer la robotique éducative à la salle de classe

Par où commencer pour intégrer la robotique en classe de S&T au secondaire?

Hugo G. Lapierre, Université du Québec à Montréal

INTRODUCTION

Dans les dernières années, les activités de robotique ont graduellement, mais rapidement intégré les établissements scolaires québécois, de sorte qu'elles se révèlent aujourd'hui comme étant une technologie bien ancrée dans plusieurs écoles. Ces activités sont très souvent de nature parascolaire et peuvent prendre plusieurs formes, l'une des plus fréquentes étant celle des compétitions de robotique. Or, bien que ces activités permettent de réaliser des apprentissages intrinsèques à la robotique, il est cependant moins commun qu'elles utilisent celle-ci comme ressource technopédagogique afin d'induire des apprentissages liés à d'autres disciplines, notamment en science et technologie (S&T).

Cet article a donc pour but d'apporter un éclairage supplémentaire en abordant les façons dont cet outil technopédagogique peut servir à contextualiser les apprentissages prescrits par le Programme de formation de l'école québécoise (PFEQ) en S&T, pouvant ainsi contribuer à soutenir l'intérêt des élèves. Il vise également à présenter des activités clés en main, développées en collaboration avec une équipe d'enseignants et d'enseignantes au secondaire et ayant fait l'objet de présentations en congrès professionnels, afin de démontrer concrètement comment l'arrimage entre la robotique et le PFEQ en S&T est possible.

LA ROBOTIQUE ÉDUCATIVE COMME OUTIL TECHNOLOGIQUE

Pour Gaudiello et Zibetti (2013), la robotique éducative (RE) se résume à l'introduction d'une gamme technologique d'intelligences artificielles incarnées (robots) au sein de l'école. La RE émerge ainsi du récent couplage entre les sciences de l'éducation et celles de l'intelligence artificielle, son but étant de favoriser et de renouveler l'apprentissage des élèves et l'enseignement des pédagogues. Jouissant d'avancées technologiques multiples, les robots modernes sont munis de capteurs précis et de processeurs puissants qui leur permettent d'explorer leur environnement et d'interagir avec lui. On les retrouve un peu partout : tant sur la terre ferme qu'au fond des

océans, dans les usines, dans les hôpitaux et, plus récemment, dans les écoles.

La RE peut être abordée à la fois comme objet de savoir et comme outil éducationnel. En effet, le robot en soi est un dispositif technologique qui peut être étudié, construit et programmé. Concrètement, la robotique permet ainsi aux élèves de construire physiquement un robot et de lui attribuer un comportement par la programmation. Les deux apprentissages qui sont le plus intuitivement associés à l'utilisation de la robotique sont donc l'apprentissage de la programmation et l'apprentissage de concepts de base en ingénierie mécanique et électrique. Des liens entre le PFEQ en S&T et l'ingénierie peuvent ainsi être faits grâce à l'utilisation de la robotique. Par ailleurs, la robotique éducative peut également être utilisée comme outil pédagogique en contextualisant des savoirs ou des compétences relatifs à des disciplines externes à la robotique elle-même. La RE peut ainsi devenir une alliée pour l'enseignant ou l'enseignante qui souhaite rehausser l'intérêt des élèves envers les S&T (Lapierre, 2018).

Toutefois, tous les types de matériel ne permettent pas autant de flexibilité; les finalités et le potentiel éducatif de la RE varient en fonction de la technologie utilisée, engendrant ainsi un spectre de finalités éducatives et de pratiques assez diverses.

QUEL MATÉRIEL UTILISER?

En raison du caractère tant mécanique qu'électronique du robot, la RE a évolué différemment, créant par le fait même plusieurs types de technologie éducative. Ces technologies se différencient par leur apparence physique, leur interactivité ou leur programmabilité, mais elles se traduisent surtout par des possibilités éducatives distinctes. Deux types de technologie sont généralement utilisés dans les écoles : l'humanoïde (ou l'animat) et le kit robotique. Toutefois, le premier type de technologie comporte généralement du matériel entièrement préfabriqué et préprogrammé par un fabricant. Le type humanoïde se révèle peu avantageux pour l'apprentissage des S&T. Dans un contexte d'utilisation de la RE comme outil éducationnel permettant de réaliser des apprentissages en S&T, le kit robotique apparaît donc plus approprié.

Le kit robotique comprend un ensemble de pièces mécaniques et informatiques, souvent préfabriquées, que l'élève est amené

Tableau 1. Croisement entre l'apprentissage des S&T et la robotique			
Discipline	Robotique		
	Au sujet	Par	Dans
Science et technologie	<i>Au sujet des S&T et au sujet de la robotique</i>	<i>Au sujet des S&T par la robotique</i>	<i>Au sujet de la S&T dans la robotique</i>

à utiliser pour modeler physiquement un robot. Cela se fait par la conception et la construction du robot pour ensuite lui inculquer un comportement grâce à la programmation au moyen d'un ordinateur ou d'un appareil mobile. Émergeant aujourd'hui comme un outil permettant des activités amusantes de type « main à la pâte » dans un environnement attirant et répondant à la curiosité des élèves, le kit robotique est un dispositif technologique offrant une autre possibilité évidente d'apprentissage par rapport aux cours magistraux et aux activités de laboratoire traditionnelles (Nonnon, 2002). Le kit robotique permet ainsi un large éventail d'activités éducatives, car il peut être utilisé comme objet ou comme outil : il permet, à lui seul, des apprentissages « au sujet de », « par » et « dans » la robotique (Lapierre et Charland, 2018). Pour ces raisons, le kit robotique représente le type de technologie en RE le plus fréquemment intégré à la salle de classe, tant dans le domaine général de l'éducation que dans celui plus spécifique qu'est la S&T.

Il existe actuellement plusieurs fabricants de kits robotiques. Les variations sont nombreuses et offrent des possibilités didactiques légèrement différentes. Par exemple, Arduino se concentre sur l'ingénierie électrique, moins sur la mécanique, en permettant à l'élève de faire des connexions directement sur un microprocesseur. Lego facilite la construction mécanique par des pièces préfabriquées, mais permet moins d'apprentissages en électrique. Enfin, le matériel VEX constitue selon nous un mélange équilibré entre ingénierie électrique et mécanique, mais demeure plus coûteux, et les pièces préfabriquées sont rares.

Actuellement, le kit le plus populaire dans le milieu éducatif au secondaire est le kit EV3 fabriqué par Lego (Waite, 2017). Pour cette raison, la plupart des activités pédagogiques présentées ici ont été développées spécifiquement pour ce type de kits. Toutefois, l'adaptation de ces activités pour un autre type de matériel de robotique demeure facilement réalisable.

COMMENT INTÉGRER LE KIT ROBOTIQUE À LA SALLE DE CLASSE?

Pour un enseignant ou une enseignante qui souhaite commencer à intégrer le kit robotique à sa salle de classe, plusieurs questions peuvent émerger, notamment au regard du temps requis en salle de classe pour effectuer des activités en RE, aux ancrages du PFEQ entre robotique et S&T ainsi qu'aux ressources disponibles afin de s'autoformer. Les paragraphes qui suivent fournissent donc des éléments de réponses et des pistes de réflexion pour ces questions.

D'abord, il apparaît pertinent de spécifier que l'intégration du kit robotique à la salle de classe en S&T peut prendre trois formes différentes, comme le présente le Tableau 1 (adapté de Lapierre et Charland, 2018). Il peut ainsi s'agir :

- d'activités d'apprentissage « au sujet » des S&T et « au sujet » de la robotique;
- d'activités d'apprentissage « au sujet » des S&T contextualisées « par » la robotique;
- d'activités d'apprentissage « au sujet » des S&T « dans » un environnement robotisé.

DES ACTIVITÉS D'APPRENTISSAGE « AU SUJET » DES S&T ET « AU SUJET » DE LA ROBOTIQUE

Durant ces activités, les élèves réalisent de nouveaux apprentissages ou développent des compétences de manière active à la fois en robotique et en S&T. Il s'agit donc d'activités pédagogiques multidisciplinaires d'une certaine envergure qui s'échelonnent généralement sur plusieurs périodes (de type situation d'apprentissage et d'évaluation [SAÉ]). Ainsi, du temps de classe en S&T est utilisé afin de réaliser de nouveaux apprentissages en programmation et en ingénierie. Les élèves sont donc amenés à s'approprier de nouveaux savoirs et compétences, tant en robotique qu'en S&T, afin de résoudre une problématique qui mène habituellement à la construction et à la programmation d'un robot.

À titre d'exemple, cette SAÉ réalisée en laboratoire de chimie de cinquième secondaire, d'une durée de deux périodes, porte sur la vitesse de réaction de l'acide chlorhydrique avec le magnésium. Afin de réaliser ce laboratoire, les élèves doivent eux-mêmes construire et programmer un chronomètre avec le matériel EV3 qui permet la journalisation automatique des données sur la vitesse de la réaction chimique dans Excel.

Cette autre SAÉ, cette fois de plus grande envergure, s'échelonne sur plusieurs périodes. Elle porte sur la construction d'un thermomètre analogue à l'aide d'un kit Arduino. Cette SAÉ cible pour sa part des apprentissages sur la loi d'Ohm, la programmation et l'ingénierie électrique.

DES ACTIVITÉS D'APPRENTISSAGE « AU SUJET » DES S&T CONTEXTUALISÉES « PAR » LA ROBOTIQUE

Les activités « au sujet » des S&T contextualisées « par » la robotique mobilisent la robotique éducative comme stratégie pédagogique afin de dynamiser des apprentissages qui sont extrinsèques à la robotique. Pour ces activités, la robotique constitue donc une ressource pédagogique et un agent d'apprentissage et peut être utilisée afin de contextualiser des apprentissages en S&T. Les savoirs déjà acquis et les compétences antérieures en robotique sont alors mobilisés afin d'engendrer de nouveaux savoirs ou des compétences nouvelles « au sujet » des S&T. Il est ainsi possible de miser sur le caractère motivant et ludique du kit robotique pour contextualiser et dynamiser les apprentissages en S&T. Bien que ces activités soient généralement moins chronophages que le premier type d'activité, il demeure toutefois nécessaire d'avoir préalablement investi du temps de classe pour former minimalement les élèves à la robotique afin de pouvoir les réaliser.

Par exemple, la déconstruction et l'explication du fonctionnement d'un capteur de luminosité, généralement présent dans le kit robotique, peut mener à l'apprentissage des propriétés de la lumière, des couleurs et de la transformation de l'énergie. À titre d'exemple, le laboratoire suivant a pour objectif d'amener les élèves à enregistrer l'intensité lumineuse à l'aide d'un capteur de luminosité durant la combustion de la paraffine, afin d'en faire un graphique présentant la vitesse de réaction. Pour ce faire, les élèves doivent rapidement construire et programmer un dispositif robotisé efficace permettant l'enregistrement des données, mais surtout comprendre le lien entre l'intensité lumineuse enregistrée et la vitesse de la réaction. La robotique représente donc ici un outil pédagogique afin de bonifier les apprentissages en S&T. Dans cet exemple, il faut néanmoins que les élèves aient été formés à utiliser ce genre de matériel.

DES ACTIVITÉS D'APPRENTISSAGE « AU SUJET » DES S&T « DANS » UN ENVIRONNEMENT ROBOTISÉ

Finalement, il est également possible d'utiliser la RE dans le cadre d'activités où le kit robotique est employé comme outil pour réaliser de nouveaux apprentissages seulement en S&T. Dans ce cas, aucune connaissance ou compétence préalable en robotique n'est requise de la part des élèves, et aucun nouvel apprentissage en robotique n'est visé. Le robot est alors simplement utilisé comme matériel que les élèves manipulent et utilisent afin d'appuyer l'apprentissage en S&T. Ces activités ne nécessitent habituellement pas plus de temps qu'une période « classique », étant donné qu'aucun temps de classe n'est utilisé pour réaliser ou réactiver des apprentissages en robotique.

Un exemple de ce genre d'activité est cet atelier pratique d'une seule période portant sur les mouvements rectilignes en physique de cinquième secondaire. Cet atelier permet de concrétiser les différents mouvements rectilignes qui sont abordés en mécanique grâce à de petits véhicules robotisés EV3 préconstruits et préprogrammés par l'enseignant ou l'enseignante. L'atelier comporte six stations; à chacune d'elle, les élèves observent une série de mouvements. Ils doivent ensuite représenter sur papier cette série de mouvements par : 1) un graphique du déplacement en fonction du temps, 2) un graphique de la vitesse en fonction du temps et 3) un graphique de l'accélération en fonction du temps. Les élèves n'ont donc pas à savoir comment programmer ou construire les robots; l'accent est entièrement mis sur la compréhension graphique de ces mouvements afin de faciliter la suite.

Par ailleurs, plusieurs concepts prescrits de l'univers technologique peuvent également être couverts grâce à l'utilisation de la robotique comme matériel pédagogique tels que les types de liaison, la transformation du mouvement, la transformation de l'énergie et les machines simples. En ce sens, cet autre laboratoire d'une seule période en quatrième secondaire porte sur la transformation et la transmission du mouvement et ne nécessite aucune programmation de la part des élèves. Ces derniers doivent activer des moteurs robotisés afin d'observer différents systèmes où il y a transformation ou transmission du mouvement.

Vous pouvez accéder à l'atelier pratique (<http://robotiqueeducative.wixsite.com/robotiqueeducative/mouvement-rectiligne>) et au laboratoire en ligne (<http://robotiqueeducative.wixsite.com/robotiqueeducative/transformation-et-transmission>).

COMMENT S'INITIER À LA ROBOTIQUE ÉDUCATIVE?

Les types d'activités présentées ci-haut mettent en évidence le fait que l'intégration de la robotique à la salle de classe dépend en grande partie du temps dont dispose le personnel enseignant. En effet, plus une activité génère de nouveaux apprentissages ou nécessite la réactivation d'apprentissages antérieurs en robotique, plus l'enseignant ou l'enseignante devra investir du temps de classe afin de réaliser des activités qui permettront aux élèves de s'approprier la robotique.

Outre ces contraintes pratiques liées à la disponibilité du matériel de robotique et au temps de classe nécessaire à la réalisation des activités, le sentiment de compétence de l'enseignant ou de l'enseignante à l'égard de la robotique est aussi un élément important qui influencera son intérêt ou sa propension à intégrer la RE à sa salle de classe. Un faible sentiment de compétence pourrait aussi limiter les apprentissages effectués par les élèves en classe, surtout si l'enseignant ou l'enseignante ne se sent pas suffisamment compétent en programmation (Benitti, 2012). Ces trois outils peuvent s'avérer utiles afin d'amorcer un processus d'autoformation en programmation :

- Cette séquence pédagogique comprend une série de 20 défis permettant de désamorcer graduellement la programmation visuelle du robot EV3.
- Cette autre séquence constitue pour sa part une initiation à l'utilisation d'un langage de programmation textuel pour le robot EV3.
- Ce tutoriel développé par l'équipe pédagogique de SmallBasic vise à s'initier à la rédaction de lignes de code, sans même avoir besoin de posséder un robot.

Il est à noter que ces activités peuvent également être réinvesties en salle de classe afin de former les élèves à la programmation.

CONCLUSION

En somme, bien qu'elle comporte plusieurs défis pour l'enseignant ou l'enseignante qui souhaite l'introduire à sa pratique, la robotique éducative, spécialement avec le kit robotique, se révèle être une technologie accessible, complète et motivante. Il demeure toutefois important de garder en tête l'intention pédagogique poursuivie lors de l'intégration de la robotique à la salle de classe en S&T. Son utilisation doit en effet être réfléchie afin d'ajouter une réelle valeur à l'enseignement des S&T, car l'aspect ludique du matériel de robotique ne représente pas en lui-même une finalité éducative.

Sur ce, à vos robots!

RÉFÉRENCES

- Benitti, F.B.V. (2012). Exploring the educational potential of robotics in schools: A systematic review. *Computers & Education*, 58(3), 978-988.
- Gaudiello, I. et Zibetti, E. (2013). La robotique éducationnelle : état des lieux et perspectives. *Psychologie française*, 58(1), 17-40.
- Lapierre, H. G. (2018). Effet de la robotique éducative sur l'apprentissage et l'intérêt des élèves en science et technologie. Mémoire de maîtrise en éducation. Université du Québec à Montréal, Montréal, Canada.
- Lapierre, H. G. et Charland, P. (2018). Utiliser la robotique éducative en science et technologie : proposition d'un modèle d'intégration adapté à la salle de classe. Dans F. Fournier, M. Riopel, P. Charland et al. (dir.). *Utiliser les TIC dans le contexte de l'enseignement de la science et de la technologie* (p. 25-40). Montréal : EREST-Publications.
- Nonnon, P. (2002). Robotique pédagogique et formation de base en science et technologie. *Aster*, 34, 33-49.
- Waite, J. (2017). Pedagogy in teaching. Computer science in schools: A literature review. Repéré à <https://royalsociety.org/-/media/policy/projects/computing-education/literature-review-pedagogy-in-teaching.pdf>

