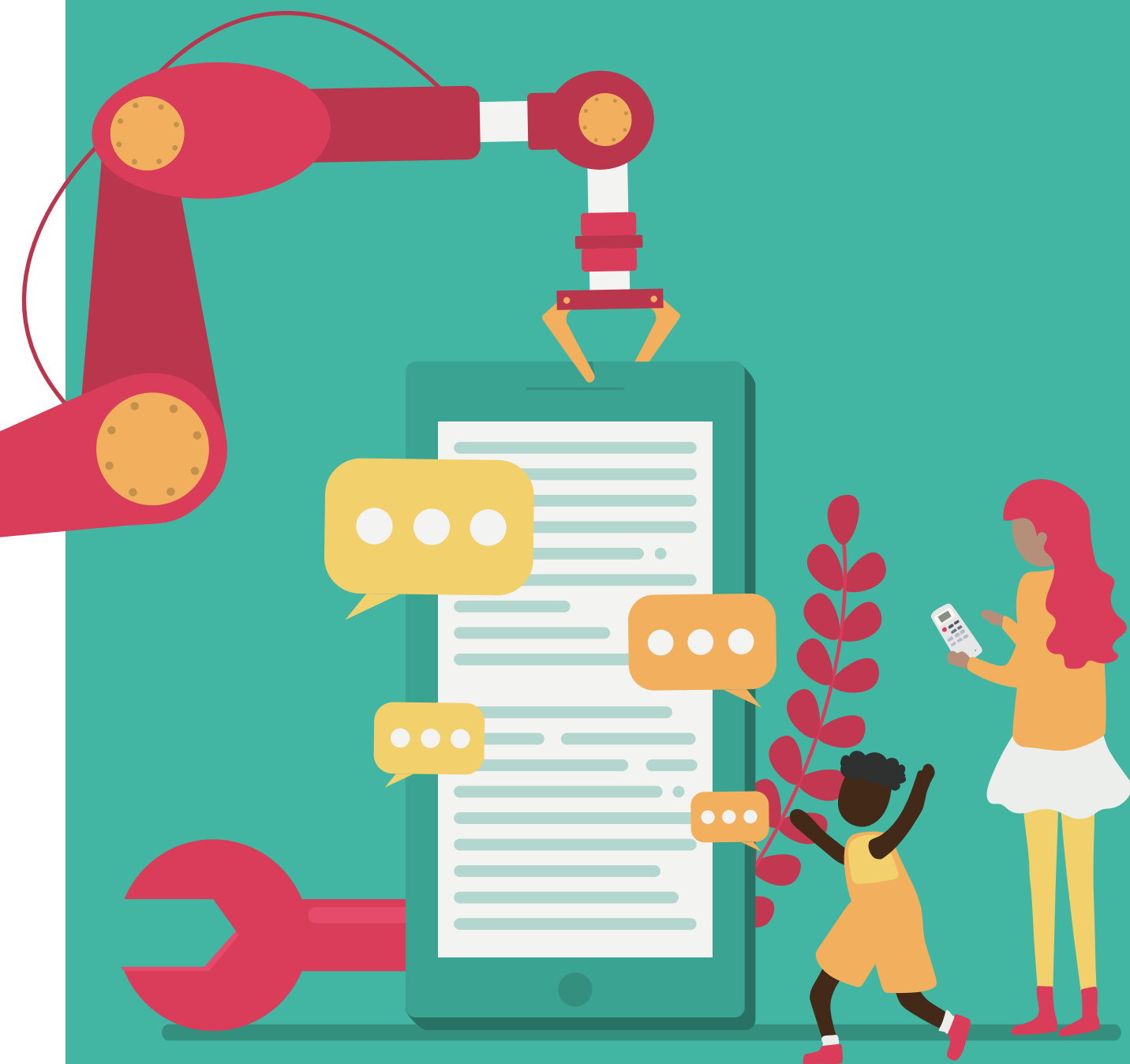


La robotique éducative

eMedia



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

eMedia (MEdia literacy and DIgital citizenship for All)
est un projet du programme Erasmus+ 2018-1-FR01-KA201-048117



Contributeurs

Martina AGNOLETTI
Arci

Daniele BIANCHINI
Arci

Linda DANIELA
Université de Lettonie

Santa DREIMANE
Université de Lettonie

Aurélie GAUDIN
Ligue de l'enseignement

Pia GROENEWOLT
ALL DIGITAL

Shandra LOURIDO
SOS Racismo Arrazakeria

Loira MANZANI
SOS Racismo Arrazakeria

Emanuele MICHELI
Scuola di Robotica

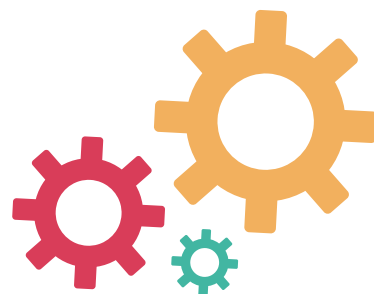
Gianluca PEDEMONTE
Scuola di Robotica

Julie STEIN
Ligue de l'enseignement

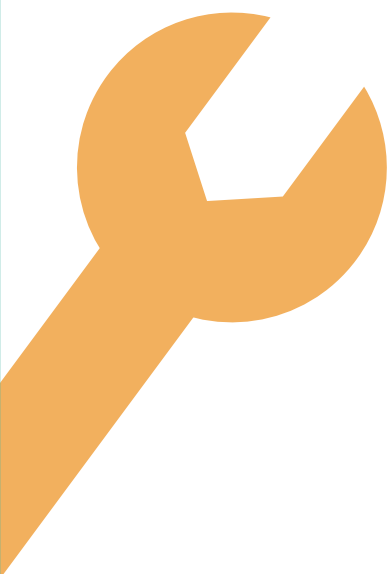
Daniele VALLI
Ligue de l'enseignement

“ Le soutien de la Commission européenne à la production de cette publication ne constitue pas une approbation du contenu, qui reflète uniquement le point de vue de ses auteurs. La Commission ne peut pas être tenue responsable de toute utilisation qui pourrait être faite des informations qu'elle contient. ”

TABLE DES MATIÈRES



| | |
|--|-----------|
| INTRODUCTION | 4 |
| QU'EST-CE QUE LA ROBOTIQUE ? | 5 |
| Histoire de la robotique | 3 |
| Éthique en matière de robotique: la roboéthique | 8 |
| Interactions entre les humains et les robots | 9 |
| EN QUOI LA ROBOTIQUE PEUT-ELLE | 10 |
| Les robots comme vecteurs d'apprentissage | 10 |
| L'importance de mettre en place la robotique en classe | 11 |
| Qu'est-ce que la pensée computationnelle et pourquoi est-elle importante ? | 12 |
| Éducation inclusive et robotique éducative | 14 |
| CONSIDÉRATIONS D'ORDRE TECHNIQUE | 16 |
| Comment et avec quoi se lancer dans la robotique éducative ? | 16 |
| Quelques solutions technologiques disponibles actuellement | 17 |
| • La solution des logiciels libres et open source | 18 |
| • Les plateformes matérielles open source | 19 |
| • Les logiciels et environnements de programmation open source | 21 |
| EXEMPLES PRATIQUES D'ACTIVITÉS ROBOTIQUES À RÉALISER EN CLASSE | 22 |
| Activité 1 • La robotique sans robots | 23 |
| Activité 2 • La fusée sur la Lune | 24 |
| Activité 3 • Concepts électroniques de base | 25 |
| Activité 4 • Le simulateur d'impacts au cerveau | 26 |
| Activité 5 • L'informatique tangible avec Makey Makey | 27 |
| Activité 6 • Construire une voiture-robot sans conducteur | 28 |
| Activité 7 • Les robots sous-marins | 29 |
| Activité 8 • Bras robotique: vers les robots humanoïdes | 30 |
| Activité 9 • Intelligence artificielle et robotique | 31 |
| Activité 10 • Robots humanoïdes | 32 |
| Bonus • Concours de robotique pour stimuler et motiver les élèves | 33 |
| QUELQUES BONNES PRATIQUES EUROPÉENNES | 34 |
| Coding for Inclusion | 34 |
| D-Clics numériques: parcours éducatif « Robotique » | 34 |
| Digital Welcome | 34 |
| Voiture sans conducteur | 35 |
| Projet Erasmus+ RoboESL | 35 |
| Litera-robot: un mélange de robotique et de littérature | 35 |
| Poppy Station | 36 |
| Robo Hub | 36 |
| CONCLUSION | 37 |
| ANNEXES | 38 |
| Concept pédagogique des compétences numériques | 38 |
| Le constructionnisme de Seymour Papert | 40 |
| Références | 42 |



INTRODUCTION

Aujourd'hui, les progrès technologiques sont fulgurants, et cette tendance ne cesse de s'accélérer. Dans ce monde qui évolue rapidement, il est essentiel de s'adapter et d'acquérir de nouvelles compétences et aptitudes. Le développement des technologies numériques et de la numérisation touche tous les citoyens, quel que soit leur âge. Les smartphones, ordinateurs et autres tablettes, qui servent nos besoins sociaux et de divertissement, font partie intégrante de notre vie quotidienne. Désormais, il faut être capable de développer des compétences numériques. Avoir un usage critique et maîtrisé de ces outils numériques (qui peuvent aussi faciliter les apprentissages) devient aussi fondamental que savoir lire, écrire ou compter.

Les compétences numériques impliquent l'utilisation assurée mais critique des médias électroniques pour travailler, communiquer et se divertir. Ces compétences sont associées à un esprit logique et critique, d'excellentes compétences de gestion de l'information et de communication (Ranieri, 2009). La maîtrise du numérique fait partie des huit compétences-clés élaborées par la Commission européenne en 2005. Le Cadre européen des compétences numériques (DigComp) fournit une matrice explicative des connaissances essentielles dont tous les citoyens ont besoin. En comprenant où il se situe sur l'indice DigComp, le citoyen obtient des indications pour améliorer ses compétences numériques en matière de travail, d'accès à l'emploi, d'apprentissage, de loisirs et de participation à la société (Commission européenne, 2019; Union européenne, 2016). Le cadre décrit 21 acquis d'apprentissage répartis dans 5 domaines:

- 1) La maîtrise des informations et des données;
- 2) La communication et la collaboration;
- 3) La création de contenus numériques;
- 4) La sécurité;
- 5) La résolution de problèmes.

Outre le cadre DigComp, il existe également un cadre européen des compétences numériques des éducateurs (DigCompEdu). Celui-ci aide les éducateurs à comprendre ce que signifie « être compétent sur le plan numérique ». Il décrit six domaines de compétences-clés pour les éducateurs: l'engagement professionnel, les ressources numériques, l'enseignement et l'apprentissage, l'évaluation, l'implication des élèves et le développement des compétences numériques des élèves. (ec.europa.eu/jrc/digcompedu)

L'objectif du projet eMedia est de promouvoir l'éducation pour tous en élaborant des directives pédagogiques en rapport avec les pratiques numériques, réparties dans trois manuels. Ces derniers présentent des méthodes d'apprentissage innovantes. Ils s'adressent aux enseignants qui souhaitent développer leurs compétences numériques et améliorer leur compréhension de la robotique éducative. Pour ce faire, différentes approches pédagogiques de l'éducation formelle et informelle y sont proposées. Ces manuels abordent trois aspects:

- 1) La robotique éducative: pour développer la pensée computationnelle grâce à des activités pratiques;
- 2) La maîtrise des médias sociaux: pour comprendre la puissance et les risques liés à l'usage des réseaux sociaux;
- 3) L'expression en ligne: pour promouvoir une éducation aux médias active, par la création de contenus web: blogs, webradio et web-TV.

Ils sont disponibles en version papier mais leur version électronique comprend des informations complémentaires sur le sujet. Sur la plateforme Moodle, des modules de formation à distance et gratuits sont également mis à la disposition des acteurs éducatifs. Ils leur permettent de mieux se saisir des manuels éducatifs.

QU'EST-CE QUE LA ROBOTIQUE?

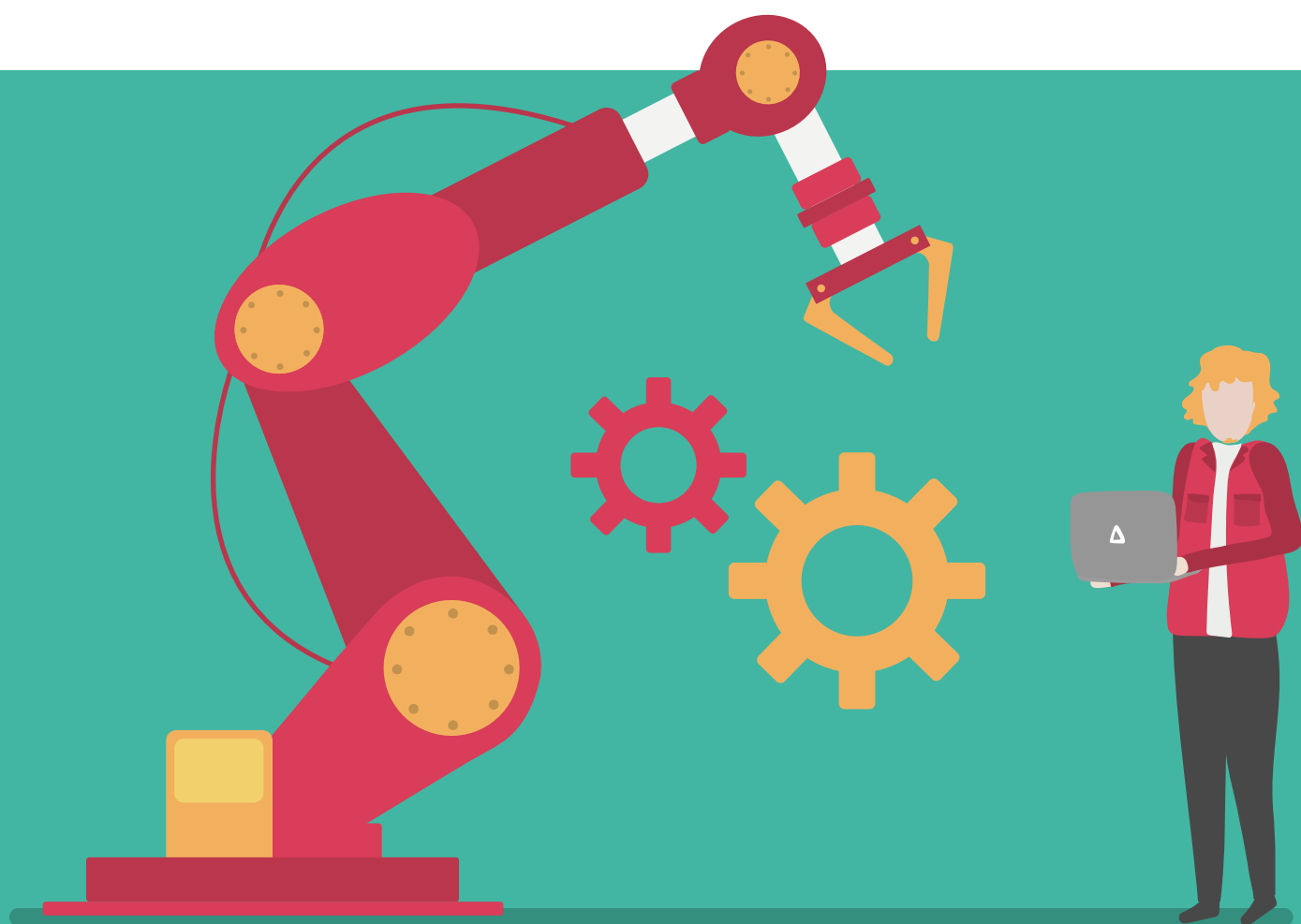
Il est très facile de trouver une [définition de la robotique](#) sur internet: « La robotique est une branche interdisciplinaire de l'ingénierie et de la science qui comprend l'ingénierie mécanique, l'ingénierie électronique, l'ingénierie de l'information, l'informatique, etc. La robotique concerne la conception, la construction, le fonctionnement et l'utilisation de robots et des systèmes informatiques permettant leur commande, leurs retours sensoriels et leur traitement des informations. » Cette définition opérationnelle permet de voir la relation entre la robotique et l'enseignement des disciplines STIM (Science, Technologie, Ingénierie et Mathématiques).

Il existe actuellement trois manières de catégoriser les robots selon le secteur d'application:

- 1) Les robots industriels;
- 2) Les robots de service;
- 3) Les robots éducatifs, eux-mêmes divisés en deux sous-catégories:
 - La robotique éducative;
 - La robotique pour l'éducation.

Ce document s'intéresse à la manière dont la robotique éducative peut être intégrée:

- au processus d'apprentissage;
- aux compétences pouvant être développées;
- aux principes pédagogiques à respecter.



Histoire de la robotique

La robotique résulte de la volonté de l'être humain d'innover et de créer. Cette volonté nous pousse à concevoir des outils et des machines capables de résoudre des problèmes et d'effectuer des tâches spécifiques de manière autonome.

Les avancées scientifiques et techniques ont, à travers l'Histoire, rendu possible la création de machines autonomes et efficaces.

Prémices de la robotique

L'horloge hydraulique ou clepsydre inventée par les Babyloniens en 1400 avant J.-C. fut l'un des premiers artefacts mécaniques automatisés connus. Au cours des siècles suivants, la créativité humaine a engendré une série de dispositifs mécaniques tels que le théâtre d'automates de Héron d'Alexandrie (env. 10 av. J.-C. - env. 70 av. J.-C.), les machines hydroélectriques pour récupérer l'eau, les machines humanoïdes d'Al-Jazari (XIII^e siècle) et les dessins ingénieux de Léonard de Vinci (1452-1519), comme l'ornithoptère battant des ailes et la vis aérienne à rotor hélicoïdal. Les automates continuèrent de s'améliorer jusqu'au XVIII^e siècle, à la fois en Europe et en Asie, avec les créations de l'horloger Pierre Jaquet-Droz et les poupées mécaniques Karakuri-Ningyō.

Au cours du XX^e siècle

Selon Dave Catlin (2019), le terme « robot » fut utilisé pour la première fois en 1920 pour désigner les organismes accomplissant de lourdes tâches manuelles. Dans l'opéra « R.U.R » (Rossum's Univer-

sal Robots), de Karel Čapek, les robots ne sont pas des machines automatiques mais plusieurs machines constituées de chair. C'est Joseph Čapek, le frère de Karel, peintre décédé dans le camp de concentration de Bergen Belsen, qui inventa le terme « robot » pour désigner les entités davantage similaires à la créature de Frankenstein et aux androïdes de Philip Dick qu'à des robots mécaniques.

Le scientifique et écrivain Isaac Asimov imagina les conséquences éthiques et sociales qu'engendrerait l'introduction de robots dans la société. En 1940, il tenta de définir les fondements des interactions entre les robots et les humains en présentant les trois lois de base de la robotique dans une nouvelle de science-fiction intitulée « Cercle vicieux ».

Les rapides progrès technologiques réalisés depuis les années 1950 ont permis de débiter des recherches sur les interactions entre les êtres humains et les machines.

La dynamique engagée par ces innovations a donné naissance au secteur de la robotique, c'est-à-dire « la science et la technologie des robots ».

Les premiers robots conçus dans les années 1960 répondaient à différents besoins et ont conduit à la création de machines à commande numérique. Celles-ci servent à la production de haute précision et de téléopérateurs pour la manipulation à distance de matières radioactives.

Par la suite, le développement des circuits intégrés, des ordinateurs et des composants miniaturisés a permis le développement de logiciels nécessaires à la conception et à la programmation de robots. À la fin des années 1970, ces derniers, appelés robots industriels, sont devenus des composants essentiels à l'automatisation de systèmes de fabrication adaptatifs.

Dans les années 1980, la robotique fut définie comme la science qui étudie la connexion intelligente entre « perception » et « action ». L'action d'un système robotique est confiée à un appareil de locomotion qui le déplace dans l'environnement, où des actionneurs adaptés animent les composants mécaniques du robot. La perception est obtenue par les capteurs qui fournissent des informations sur l'état du robot (position et vitesse) et sur le milieu environnant (force et toucher, portée et vision). La connexion intelligente est confiée à une architecture de programmation, de planification et de commande. Elle se base sur la perception de l'environnement et exploite les informations perçues pour apprendre et développer des compétences.

Dans les années 1990, les recherches furent motivées soit par le besoin d'utiliser les robots pour préserver l'intégrité et la santé physique de l'Homme, soit pour concevoir des produits visant à améliorer sa qualité de vie. Plus récemment, les robots ont trouvé de nouvelles applications en dehors des usines, dans des secteurs tels que la recherche, la médecine, l'astronomie, l'aide à la personne ou encore le secourisme.

Au XXI^e siècle

Les années 2000 ont été synonymes de transformation majeure pour la robotique, qui a pris une ampleur et une dimension nouvelles grâce au développement de cette science et aux avancées technologiques associées.

Sur le plan industriel, la robotique se développe rapidement pour répondre aux défis nouveaux auxquels l'être humain est confronté. Les robots nouvelle génération devront évoluer de manière sûre et fiable aux côtés des humains. Présents dans nos foyers, sur nos lieux de travail, ils nous assistent dans de nombreux domaines : divertissements, médecine, éducation, justice...

Éthique en matière de robotique: la roboéthique

Les robots aident déjà les humains dans diverses tâches dangereuses, difficiles ou répétitives mais aussi dans des tâches liées aux services. Par exemple, pour aider les professionnels ou les assister dans les hôpitaux, les écoles, les maisons de retraite et les centres de loisirs (Siciliano, Khatib, 2016).

Toutes ces applications de la robotique ne soulèvent pas nécessairement de problématiques sérieuses sur le plan éthique, juridique et social. Cependant, comme dans tout autre domaine scientifique ou technologique, l'impact des robots sur notre vie devra être évalué selon les recommandations de roboéthique élaborées depuis plusieurs années.

C'est la première fois au cours de l'Histoire de l'humanité que nous devons collaborer avec une intelligence artificielle (IA) dans différents domaines. La convergence de la robotique, de l'IA, des réseaux et du big data, sans compter les avancées en neurosciences, constituent aujourd'hui un extraordinaire « melting-pot » dans lequel la synergie entre ces technologies augmente de manière exponentielle le rythme des progrès et des applications possibles (Veruggio, 2018). Les opportunités et avantages sont tellement nombreux qu'ils soulèvent de nouvelles questions sur le plan éthique. Certains domaines d'application de la robotique ont déjà posé de sérieux problèmes au niveau des droits de l'Homme: la robotique militaire ou les systèmes robotiques appliqués aux systèmes d'armes (robots mobiles et drones armés). C'est également le cas du domaine de la bionique, avec la conception et l'utilisation de systèmes hybrides et d'interfaces cerveau-machine (Tamburrini, 2009).

En outre, les robots peuvent désormais se connecter à internet et à d'autres réseaux, entraînant le développement de systèmes robotiques distribués, des groupes de robots dont les processeurs connectés forment un processeur parallèle. La puissance de ce processeur parallèle permettrait de résoudre des problèmes complexes, de traiter les données provenant de l'ensemble du réseau de robots et, par conséquent, de surveiller aussi bien des organismes unicellulaires que des organismes complexes (Dezhen Song, et al, 2016). Tôt ou tard, l'utilisation des robots sera aussi courante que celle des smartphones à l'heure actuelle. Dans une dizaine d'années, les gens achèteront des robots comme nous

achetons aujourd'hui des gadgets numériques; des robots standards seront disponibles sur le marché et nous les personnalisons avec des applications, des capteurs et d'autres technologies numériques, tout comme aujourd'hui nous téléchargeons des applis pour nos smartphones, en faisant évoluer leur « format standard » selon les fonctionnalités que nous souhaitons.

Les robots ainsi customisés et dotés de l'apprentissage automatique coexisteront avec nous, et apprendront et mémoriseront les schémas de nos environnements, notre profil (état de santé, habitudes, préférences, tâches quotidiennes) et tout autre schéma activé pour les rendre plus « intelligents ».

Ces robots avancés partageront des données et des logiciels avec les humains, avec des bases de données mais aussi entre eux, sans intervention humaine directe, dans le but de stocker, par exemple, des données et solutions déjà trouvées à des problèmes complexes. Dans ces cas, les problèmes relatifs au système juridique-éthique seront plus importants qu'avec les robots dotés de capacités d'apprentissage, dans la mesure où ils impliqueront des questions de confidentialité, d'identité personnelle, de dignité, de discrimination et d'accessibilité (Operto, 2008).

En réalité, l'élément-clé de la roboéthique n'est pas une éthique artificielle mais la discussion et l'étude des principes mécaniques des humains, de ceux qui conçoivent, fabriquent et emploient ces machines.

« Nous devons tenir notre engagement à sensibiliser le public aux problèmes de la robotique afin que la société puisse participer activement au processus de création d'une conscience collective capable de détecter et d'éviter l'utilisation abusive de la technologie. Nous espérons pouvoir parvenir à une éthique partagée par toutes les cultures, nations et religions pour que la fabrication et l'utilisation de robots contre des êtres humains soient considérées comme un crime contre l'humanité » (Veruggio, 2011).

Les progrès technologiques réalisés dans le secteur de la robotique s'accompagnent de préoccupations éthiques qui se font de plus en plus pressantes: les robots doivent-ils être programmés pour suivre un code éthique, et si oui, comment? Comment la société et l'éthique peuvent-elles évoluer avec la robotique?



Interactions entre les humains et les robots

Les robots seront de plus en plus présents dans les foyers, les hôpitaux et les écoles. Nous commençons à voir les robots fonctionner dans nos environnements de travail. De fait, les discours sur la socio-philosophie des robots et leur duplicité (comme incarnations technologiques et totémiques des humains) abordent désormais des aspects sociaux, relationnels, éthiques et juridiques.

La robotique reste une science nouvelle, loin d'avoir atteint sa maturité. Il n'est pas facile de s'y préparer. Toutefois, l'idée que nous nous faisons des robots est souvent tirée de la science-fiction ou de l'industrie: le bras qui peint la carrosserie des voitures fait désormais partie de l'imagination collective. Encore plus lorsque nous pensons à la robotique anthropomorphe, qui représente un seul aspect de cette science. « Dans de nombreux cas, construire des humanoïdes n'aura aucun sens », explique Gianmarco Veruggio. « Des caractéristiques humaines, même sur le plan psychologique, peuvent être appropriées dans le cas d'un majordome électronique. Si un robot est confronté à un environnement hostile, comme les profondeurs de l'abîme, il ne se comportera jamais comme un androïde avec un masque et des palmes.

Quelle relation allons-nous entretenir avec ces machines? La capacité à interagir avec les êtres humains passe par l'intelligence du robot. Mais nous devons comprendre le sens du terme intelligence, qui dans ce domaine désigne la capacité à synthétiser un comportement favorable à la survie d'un individu dans le monde réel ou à l'exécution d'une mission collective. Gianmarco Veruggio note: « Je pense que l'intelligence robotique est essentiellement la capacité à être utile.

C'est simple: si les robots sont faciles à utiliser et font ce qu'ils doivent faire, ils sont intelligents; sinon, ils ne le feraient pas. »

On attribue communément le mérite à Isaac Asimov d'avoir posé, le premier, la question de l'interaction entre robot et humain dans un contexte social. Isaac Asimov a présenté cet ensemble de lois en 1942 dans sa courte nouvelle « Cercle vicieux » (dans le recueil *Les Robots*, de 1950), bien qu'elles aient déjà été annoncées dans quelques nouvelles plus anciennes.

Les trois lois de la robotique, citées comme étant tirées du livre « Handbook of Robotics, 56th édition, 2058 A.D. », sont les suivantes:

- 1) Première loi: un robot ne peut porter atteinte à un être humain, ni, en restant passif, permettre qu'un être humain soit exposé au danger;
- 2) Deuxième loi: un robot doit obéir aux ordres qui lui sont donnés par un être humain, sauf si de tels ordres entrent en conflit avec la première loi;
- 3) Troisième loi: un robot doit protéger son existence tant que cette protection n'entre pas en conflit avec la première ou la deuxième loi.

Environ 80 ans après ces lois théoriques, nous vivons aujourd'hui aux côtés de plus de deux millions de robots industriels, quelques millions de robots domestiques (principalement des aspirateurs et tondeuses robots) et robots spécialisés (chirurgie, drones), et peut-être vingt mille robots humanoïdes (principalement les robots Nao et Pepper). De nos jours, dans la plupart des domaines, la recherche en robotique se concentre sur l'invention de nouvelles formes de complémentarité avec les humains (cobotique) plutôt que sur leur remplacement.

EN QUOI LA ROBOTIQUE PEUT-ELLE JOUER UN RÔLE IMPORTANT DANS L'ÉDUCATION?

Aujourd'hui, la robotique est l'une des clés de la révolution industrielle et culturelle et aura d'importantes conséquences économiques dans un avenir proche.

Selon le Digital Economy and Society Index, 90 % des emplois actuels requièrent un certain niveau de compétences numériques. Les métiers de la programmation ou les métiers techniques ne sont pas les seuls à en avoir besoin. Dans la mesure où l'intelligence artificielle et la robotique prennent désormais en charge les tâches « simples », de plus en plus d'employés doivent développer des compétences créatives et de résolution de problèmes (ec.europa.eu/digital-single-market/en/desi).

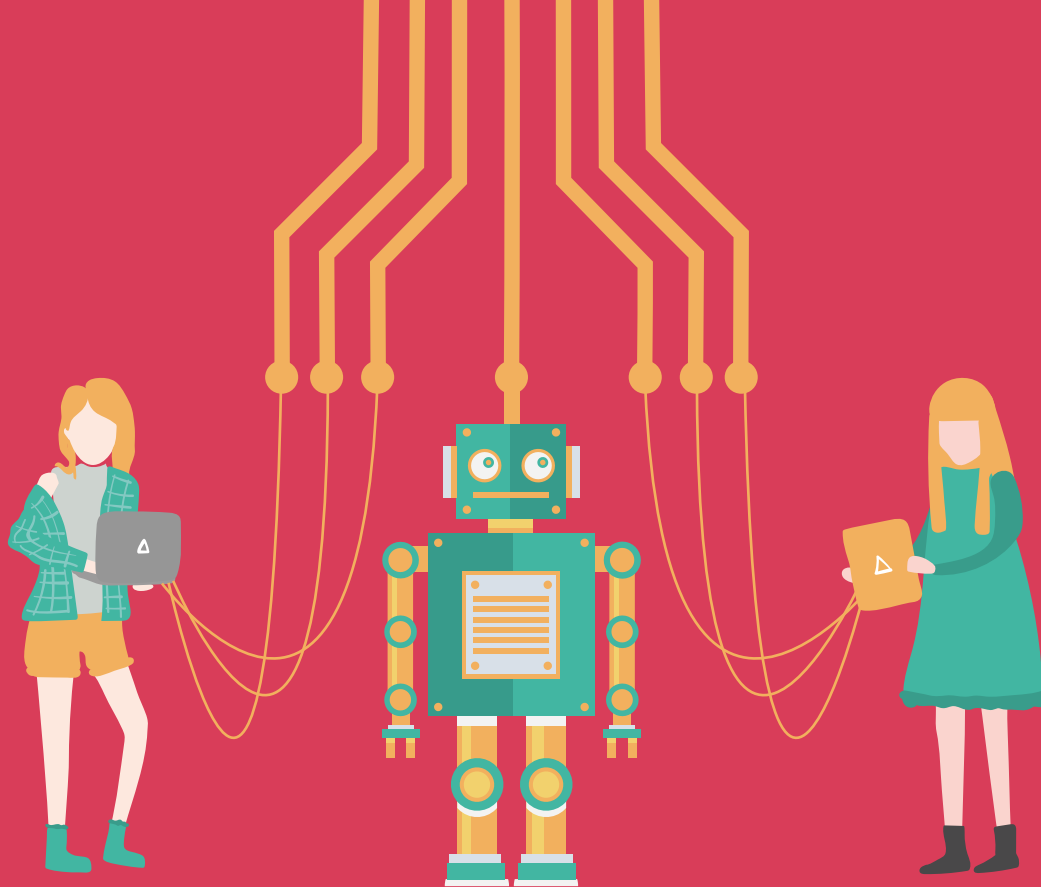
Les robots comme vecteurs d'apprentissage

Les robots sont des objets physiques en trois dimensions qui se déplacent dans l'espace et dans le temps et qui peuvent imiter le comportement humain/animal. D'importantes expériences éducatives ont montré que l'utilisation des robots dans l'enseignement offrait de nombreux avantages :

- Les jeunes apprennent plus rapidement et plus facilement lorsqu'ils font face à des objets physiques concrets que lorsqu'ils travaillent sur des formules et des idées abstraites ;
- Faire fonctionner une machine intelligente augmente la motivation pendant le processus d'apprentissage.

Grâce à la fascination exercée par les robots sur les enfants, même les plus jeunes peuvent explorer les domaines de l'ingénierie et des sciences exactes en utilisant des jouets robotisés amusants, intelligents et sophistiqués. Les robots sont assez largement utilisés depuis l'école primaire pour illustrer les concepts fondamentaux de l'ingénierie, de la physique, de l'électronique, de la programmation et de l'automatisation. Selon une étude (Mills, 1996, Greenfield, 1997), les jeunes filles et les élèves issus de minorités ont tendance à se désintéresser des matières scientifiques au collège. Dans ce cas, le travail avec les robots peut susciter leur intérêt pour la science en l'associant au développement des compétences manuelles et du travail coopératif.



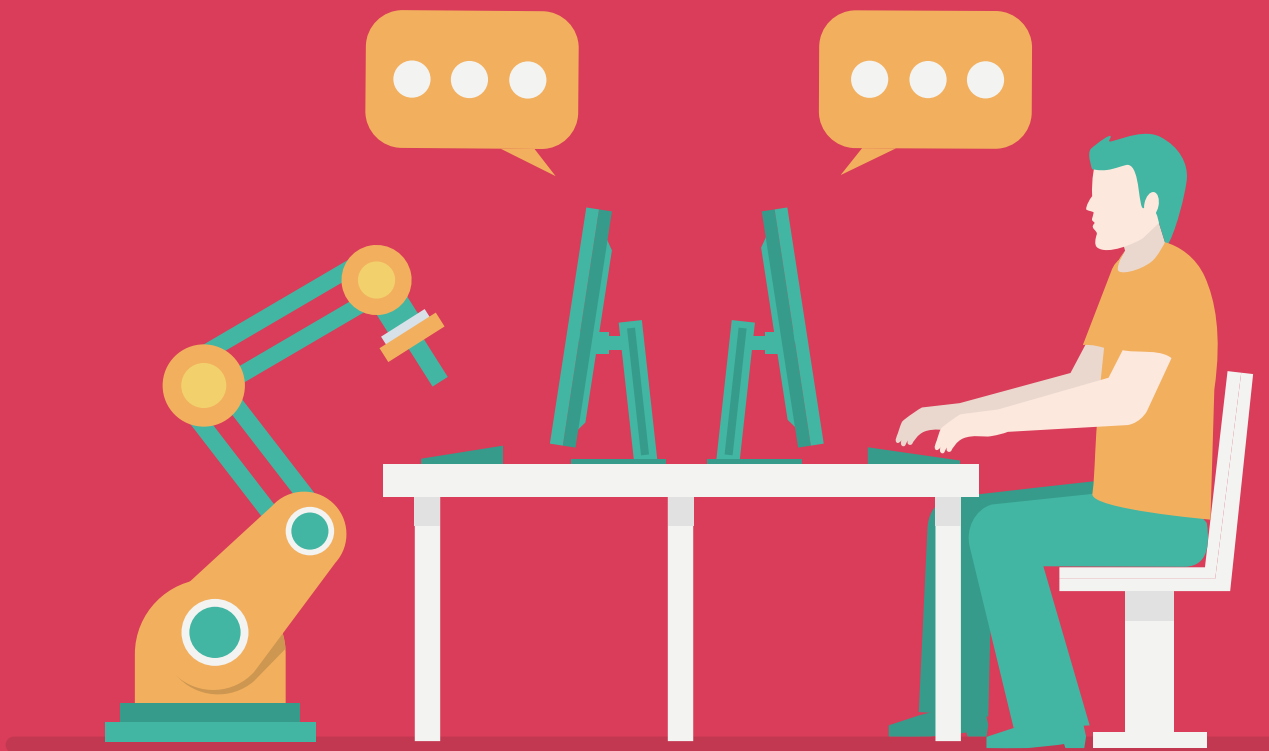


L'importance de mettre en place la robotique en classe

En plus de l'utilisation des robots à l'école, l'étude de la science robotique est une expérience enrichissante pour les enfants. Outre les aspects techniques, il est très important de noter le caractère interdisciplinaire de la science robotique. Il est facile de constater que la construction et la programmation d'un robot nécessitent plusieurs aptitudes et compétences issues de différentes disciplines.

L'étude de la robotique à l'école revêt de nombreux avantages: le plus évident concerne l'acquisition de compétences techniques liées au monde des TIC et le développement de la pensée computationnelle.

La nouvelle approche pédagogique vis-à-vis des disciplines STIAM - Science, Technologie, Ingénierie, Art et Mathématiques -, qui intègre une part de créativité en ajoutant le concept d'art, permet justement l'utilisation de la robotique à l'école sous forme d'activités pratiques. La robotique combinant des approches STIAM et DIY (do-it-yourself - faire soi-même) peut être très efficace pour aider les élèves à améliorer des compétences de base telles que la logique et la communication. Il est possible de croiser la robotique avec les fondamentaux en améliorant la compréhension d'autres matières et savoirs tout en diminuant le temps d'apprentissage.



Qu'est-ce que la pensée computationnelle et pourquoi est-elle importante ?

Le terme a été inventé par Jeannette Wing en 2006, à l'Université Carnegie-Mellon, pour décrire une approche dédiée à la résolution de problèmes.

La pensée computationnelle n'est pas une compétence mais une série de concepts, d'applications, d'outils et de stratégies de pensée pour résoudre des problèmes. Vous pouvez vous entraîner à la pensée computationnelle sans utiliser d'ordinateur.

Jeannette Wing définit quatre aspects majeurs de la pensée computationnelle :

- 1) La décomposition : décomposer un problème en petites parties ;
- 2) La reconnaissance des formes : trouver les similarités et les différences entre les diverses parties pour être en mesure d'effectuer des prédictions ;
- 3) L'abstraction : capacité à trouver les principes généraux dissimulés dans les différents aspects d'un problème ;
- 4) La conception d'algorithmes : élaborer des instructions étape par étape pour résoudre différents problèmes.

La technologie continue de faire évoluer notre société ; c'est pourquoi il est impératif que les élèves et les étudiants apprennent à réfléchir de manière critique et soient capables de contrôler et de créer leur propre expérience numérique. Plutôt que d'être consommateurs de technologies numériques, nous souhaitons que les élèves en deviennent les producteurs.

Il est important d'enseigner la pensée computationnelle aux jeunes et de leur permettre de comprendre comment fonctionnent les technologies afin que les technologies numériques leur confèrent de l'autonomie, et qu'ils n'en soient pas de simples utilisateurs.

S'ils sont confrontés très tôt à des défis liés à la pensée computationnelle, les élèves seront davantage enclins à s'orienter vers les disciplines STIAM. Toutefois, il est important de noter que tous ces enfants ne deviendront pas programmeurs, ingénieurs, architectes ou experts dans des domaines pour lesquels la pensée computationnelle est requise. Il est essentiel de soutenir le développement de la pensée compu-



tationnelle pour enseigner la manière dont le monde est construit et dont les technologies fonctionnent, mais cela ne doit pas se limiter à la programmation.

L'aptitude à la pensée créative est difficile à définir : qu'est-ce que la créativité ? Dans l'essai « Defining systematic creativity in the digital realm » (Ackermann et al., 2009), être créatif se divise en trois activités principales :

- Combiner : avoir des idées et imaginer des objets nouveaux, surprenants et de valeur en combinant des idées et des objets existants ;
- Explorer : étendre notre compréhension d'une spécialité ou d'un domaine créatif en ayant des idées et en imaginant des objets nouveaux, surprenants et de valeur ;
- Transformer : transformer la manière dont nous voyons ou comprenons le monde en ayant des idées et en imaginant des objets nouveaux, surprenants et de valeur.

Il existe une multitude de façons de développer les compétences du XXI^e siècle, en particulier la pensée computationnelle et la créativité. Nous pensons néanmoins qu'enseigner la programmation aux élèves et aux étudiants est une très bonne méthode car elle stimule leur capacité à identifier, extrapoler et créer des formes. Les élèves qui apprennent la programmation ont une meilleure compréhension des systèmes et de leur conception. Ils analysent en permanence les problèmes et imaginent des solutions novatrices pour eux-mêmes. La programmation fournit également aux élèves des outils leur permettant de créer par eux-mêmes.

Plutôt que de consommer la technologie au quotidien sans aucun esprit critique, les élèves peuvent désormais commencer à bâtir leur propre avenir numérique. Au lieu d'être des consommateurs d'applications, ils deviennent des développeurs d'applications. Que ce soit dans un but professionnel ou juste pour s'amuser, apprendre à programmer confère des avantages exceptionnels.

Éducation inclusive et robotique éducative

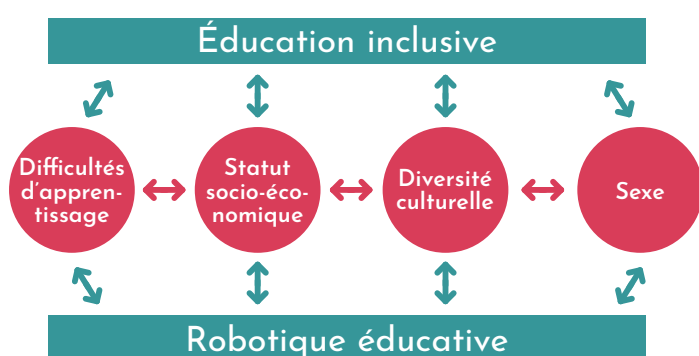
La robotique intègre un éventail de compétences. Si elle est correctement exploitée, elle favorise également une culture de travail en équipe. Elle peut même être utilisée pour aider les étudiants ayant des difficultés à apprendre dans l'environnement d'une salle de classe traditionnelle. Par exemple, le robot AskNAO a été développé pour aider les élèves autistes. Son objectif principal est d'impliquer tout le monde à travers des approches pédagogiques et techniques modernes, dans le milieu universitaire.

Plus d'informations :

- blog.robotiq.com/how-to-get-your-team-on-board-with-robotics
- www.botstem.eu/it/robotics-for-inclusion
- link.springer.com/article/10.1007/s10758-018-9397-5

Dans un système éducatif inclusif, la robotique éducative peut aider à dispenser un meilleur enseignement à tous les enfants en interagissant sur quatre niveaux :

- Les difficultés d'apprentissage ;
- Le statut socio-économique ;
- La diversité culturelle ;
- L'appartenance à un genre.



Graphique 1: Concept d'interrelations entre l'éducation inclusive et la robotique éducative (Daniela, Lytras, 2018).

Mais parallèlement et paradoxalement, un soutien spécifique peut également, s'il n'est pas bien encadré, mener à l'exclusion sociale. Cela peut survenir à différents niveaux: exclusion des systèmes éducatifs ou de domaines éducatifs particuliers comme la technologie.

Voici quelques exemples où les activités de robotique pédagogique sont susceptibles d'entraîner une exclusion sociale (Daniela, Lytras, 2018) :

- Les difficultés d'apprentissage peuvent à la fois réduire l'accès à l'éducation en général et limiter l'accès à des domaines éducatifs en particulier. Par exemple, les enfants atteints de daltonisme ou de dyschromatopsie partielle peuvent être confrontés à des difficultés lors de la programmation des robots LEGO où l'accent est fortement mis sur les couleurs. Par conséquent, dans le cadre de l'éducation inclusive, non seulement les handicaps diagnostiqués et apparents doivent être pris en compte, mais aussi tous les types de difficultés d'apprentissage.
- Le statut socio-économique (SES) peut influencer l'accès à l'éducation si les supports d'apprentissage, les documents de soutien et la participation à des activités non formelles doivent être financés par la famille de l'élève. Si la robotique éducative n'est pas utilisée dans l'éducation obligatoire, alors les familles ayant un faible SES ne pourront faire bénéficier leurs enfants de ces activités d'apprentissage innovantes, et par la même des résultats positifs de la robotique éducative.
- La dimension culturelle peut également jouer un rôle important: intérêt des filles pour les filières scientifiques; implication de publics tels que les enfants du voyage ou Roms, ou dont les parents sont primo-arrivants; ou encore les croyances religieuses vis-à-vis du progrès et de l'innovation.
- Le principe d'égalité des sexes implique que chacun doit bénéficier de chances égales. Or, dans certains pays, l'accès à l'éducation des filles reste problématique alors que des études montrent qu'elles développent de meilleures capacités que les garçons dans certains domaines comme la maîtrise de la lecture par exemple.

Ces difficultés sont interconnectées et peuvent parfois être cumulées par un individu. Les dimensions de l'éducation inclusive définies dans ce modèle conceptuel sont données uniquement à titre indicatif; il est tout à fait possible d'y ajouter d'autres dimensions.

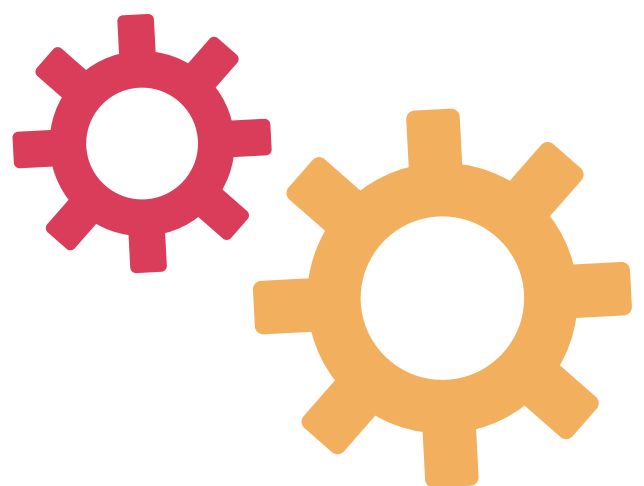
La robotique éducative peut servir d'outil pour acquérir des connaissances et assister les élèves rencontrant des difficultés dans certains domaines. Elle peut également être utilisée pour changer le comportement des élèves vis-à-vis de l'apprentissage et favoriser une « culture de classe » permettant l'acceptation et l'implication de tous les élèves. L'analyse des résultats d'un tel processus montre souvent que la robotique éducative n'a pas énormément d'impact sur l'amélioration des connaissances. En revanche, elle peut jouer un rôle significatif pour entretenir l'engagement et la motivation des élèves. Ce qui réduit, en outre, le risque d'exclusion sociale et de décrochage scolaire (Daniela & Strods, 2018; Alimisis, 2014; Moro, Agatolio & Menegatti, 2018; Karkazis et al., 2018; Karampinis, 2018) offrant ainsi une éducation inclusive pour tous avec pour principe « aucun enfant laissé pour compte ». Tout le monde doit se rappeler les principes de zone proximale de développement (Vygotski, 1978), les principes de motivation (Bandura, 1997; Migdley & Urdan, 2001), et les connaissances antérieures.

Pour autant, la robotique éducative ne doit pas non plus être considérée comme la panacée pour résoudre tous les problèmes dans l'éducation. D'un côté, elle aide à atteindre des résultats, mais de l'autre, elle s'accompagne de nouveaux défis à relever, qui peuvent avoir un effet inverse si la tâche à accomplir est trop complexe ou si aucun accompagnement pédagogique n'a été fourni. Un autre défi concerne l'hypothèse selon laquelle la robotique éducative omettrait certains objectifs importants visant à aider les élèves à devenir des acteurs actifs de leurs apprentissages. De plus, des difficultés peuvent survenir si les activités de robotique éducative sont dispensées dans un cadre non formel, et réservées à un groupe particulier d'élèves; ceux dont les familles

peuvent payer ces activités par exemple ou ceux dont les familles habitent à proximité de l'établissement. En effet, si les activités sont dispensées dans l'établissement à des horaires qui ne correspondent pas au ramassage scolaire du bus, seuls les élèves proches de l'établissement ou pouvant être ramenés chez eux en voiture pourront y participer.

Pour en savoir plus:

link.springer.com/journal/10758



CONSIDÉRATIONS D'ORDRE TECHNIQUE

Comment et avec quoi se lancer dans la robotique éducative ?

Il est possible de débiter la robotique en classe de différentes façons, selon le type de compétences que les éducateurs veulent enseigner, le degré d'approfondissement visé dans l'étude et la compréhension de ces compétences et, bien sûr, le budget qu'ils peuvent allouer au projet. Plusieurs options sont possibles: depuis un robot prêt à l'emploi jusqu'au kit robotique, en passant par la création d'un robot de A à Z avec quelques composants.

Quelles sont les différences entre ces options ?

Un robot prêt à l'emploi peut coûter cher mais offre un gain de temps. En général, il ne s'agit pas d'une solution évolutive; elle peut donc permettre de travailler une compétence spécifique mais s'appliquera plus difficilement à un projet interdisciplinaire.

Un kit de construction d'un robot est une bonne solution si vous souhaitez réaliser un atelier avec une approche axée sur la fabrication. Assembler un robot permet aux élèves d'effectuer un travail manuel tout en impliquant des compétences telles que la compréhension de lecture de documents techniques et la communication. Il s'agit d'un excellent exercice pratique à coût abordable.

Fabriquer un robot de A à Z peut être une solution économique mais chronophage. Apprendre à construire un robot constitue un véritable défi. Cela implique plusieurs compétences et un processus clair pour choisir tous les composants, concevoir le robot et écrire le code du programme principal. Cela peut être une expérience très enrichissante si vous suivez une approche pédagogique basée sur les essais et les erreurs.

Posez-vous les questions suivantes afin de vous aider à déterminer la solution qui conviendra le mieux pour introduire la robotique dans votre classe.

- 1) De combien de temps disposez-vous pour le projet ?
- 2) Avez-vous un budget spécifique ?
- 3) Quelles aptitudes et compétences souhaitez-vous développer ?

Des connaissances préliminaires en électronique comme la loi d'Ohm peuvent être utiles mais l'éducateur peut toujours inclure ces connaissances dans le parcours pédagogique. Dans ce cas, les élèves découvriront cette loi pendant l'activité. Par exemple, envisageons la possibilité de créer leur propre robot à l'aide d'une plateforme matérielle open source telle qu'Arduino (voir la section suivante). Pour comprendre comment elle fonctionne, il convient d'abord d'utiliser la carte afin de commander une diode électroluminescente (LED). Cet exercice peut servir à présenter [la loi d'Ohm](#) et les [lois sur les circuits de base](#) aux élèves, ainsi que le fonctionnement de la carte Arduino, comment connecter un composant externe à la carte, comment communiquer avec la carte Arduino grâce à un logiciel spécifique (lire page 19 pour en savoir plus sur Arduino IDE).

Au cours d'un atelier plus avancé, l'enseignant peut ajouter l'étude de l'effet Joule à cette première expérience, puis passer aux lois de la thermodynamique et finir par aborder la production d'énergie et les conséquences environnementales de la technologie.

Quelques liens utiles:

- Semaine européenne du code: codeweek.eu
- KlasCement: www.klascement.net/?hl=en
- eTwinning: www.etwinning.net/en/pub/index.htm
- Scientix: scientix.eu/live



Quelques solutions technologiques disponibles actuellement

Quelle solution technologique adopter dans un projet de robotique en classe? Tout dépend de l'objectif du projet. Pour effectuer le bon choix, il convient de répondre aux questions suivantes :

- 1) Quelles compétences techniques les élèves doivent-ils acquérir au cours du projet?
- 2) Combien d'heures de cours peuvent être affectées à la construction des robots?
- 3) Souhaitez-vous faire évoluer les robots?

Par exemple, si l'éducateur souhaite réaliser un projet basique d'introduction à la robotique, il pourra se concentrer sur la pensée computationnelle, la créativité et la construction d'un robot. S'il veut réutiliser le robot pour d'autres projets plus avancés, il devra privilégier une solution open source. Enfin, si le but de l'éducateur est que les élèves se concentrent sur un aspect spécifique de la pensée computationnelle sans perdre de temps avec la phase d'assemblage et sans intention de créer un projet plus avancé, alors une solution propriétaire peut s'avérer plus pratique.

La solution des logiciels libres et open source

Ce manuel sur la robotique éducative se concentre sur les logiciels libres et les solutions open source.

Les logiciels libres présentent quatre qualités principales :

- 1) La liberté d'utiliser le logiciel ;
- 2) La liberté de le modifier ;
- 3) La liberté de le redistribuer ;
- 4) La liberté de le redistribuer en l'ayant modifié.

Ces quatre libertés fondamentales ne sont pas accordées en totalité par tous les logiciels ; certaines sont accordées uniquement à un certain degré. Par exemple, vous pouvez être autorisé à utiliser un logiciel sur votre ordinateur, mais pas à le modifier ni à le redistribuer.

Les logiciels libres ont la particularité d'avoir un code open source. Le terme « open source » désigne le fait pour un code source d'être ouvert et transparent, afin d'être vu du public. Attention, tous les codes open source ne sont pas libres. De nombreux programmes sont open source, leur code source est transparent mais les utilisateurs ne sont pas autorisés à le modifier ni à le redistribuer.

Depuis les années 1990, la définition d'« open source » est devenue de plus en plus répandue dans le contexte des technologies de l'information. Dans le cas de l'open source, le code source est public afin d'encourager son étude et de permettre aux programmeurs indépendants d'y apporter des modifications et des extensions.

Les logiciels à source fermée ou propriétaires ont connu leur heure de gloire au tournant du millénaire lorsque des entreprises comme Microsoft se sont autodéclarées « ennemies » des systèmes open source. À cette époque, l'intérêt était surtout porté sur les systèmes d'exploitation des ordinateurs tels que Windows. Récemment, la tendance s'est inversée en faveur des logiciels libres et open source grâce à l'arrivée sur le marché de nouveaux appareils et services tels que les smartphones, les services de Cloud et la robotique de service. Ce processus a atteint son

point culminant en juin 2018 avec l'achat de GitHub par Microsoft (pour en savoir plus : news.microsoft.com/2018/06/04/microsoft-to-acquire-github-for-7-5-billion)

GitHub est la plus grande plateforme de partage de code ouvert au monde. GitHub héberge plus de 57 millions de dépôts de code, dont 28 millions sont publics, utilisés par plus de 40 millions d'utilisateurs. Au fil du temps, la plateforme est devenue un outil de plus en plus populaire pour le développement des logiciels d'entreprises (pour en savoir plus : www.bloomberg.com/news/articles/2018-06-03/microsoft-is-said-to-have-agreed-to-acquire-coding-site-github).

Au cours de la dernière décennie, d'autres grandes entreprises du secteur ont également commencé à investir dans le monde de l'open source : Google a développé le système d'exploitation des smartphones Android sous Linux, tandis qu'Apple a développé les logiciels macOS et iOS en code ouvert. (Pour en savoir plus : www.wired.it/gadget/computer/2018/06/25/microsoft-github-open-source)

Le fait que les plus grandes entreprises de logiciels propriétaires du monde aient décidé d'investir dans le monde du libre et de l'open source montre bien les avantages potentiels de cette solution pour le développement de nouvelles opportunités pour les entreprises et l'enseignement.

Dans le contexte de la robotique, en revanche, il serait plus juste d'utiliser le terme « matériel open source ».

Les plateformes matérielles open source

Pour construire un robot en combinant une approche orientée « fabrication » et « do-it-yourself » (faire soi-même), il est nécessaire de posséder une structure mécanique, comme un châssis ou un squelette, et les composants électroniques (capteurs, actionneurs, unité de commande, alimentation). Les pièces et composants mécaniques peuvent être achetés sur le marché, imprimés sur une imprimante 3D ou fabriqués en utilisant des matériaux recyclés. Les composants électroniques doivent être achetés sur le marché. Le composant électronique le plus important d'un robot est l'unité de commande ou microcontrôleur, le « cerveau » du robot. Le choix du microcontrôleur détermine le choix des autres composants (capteurs, actionneurs, alimentation). Les capteurs et actionneurs doivent être parfaitement compatibles avec le microcontrôleur. En d'autres termes, le microcontrôleur doit reconnaître les composants et savoir comment piloter les composants externes à l'aide d'une bibliothèque spécifique. Cette section se concentre sur les unités de commande (microcontrôleurs) open source les plus populaires disponibles aujourd'hui sur le marché.

Arduino

Arduino est une entreprise italienne qui produit une série de microcontrôleurs monocarte open source à bas coût destinés à la construction d'appareils numériques et d'objets interactifs capables de détecter et de contrôler physiquement et numériquement. Les cartes Arduino sont disponibles dans le commerce sous forme pré-assemblée, de kits do-it-yourself (DIY) ou de composants détachés.

La carte fonctionne avec un environnement de développement intégré libre, appelé Arduino IDE, à installer sur l'ordinateur. Il existe également une version en ligne de l'environnement Arduino IDE.

Récemment, Arduino a présenté au grand public Arduino Education: une équipe dédiée composée d'experts en éducation, de développeurs de contenus, d'ingénieurs et de designers du monde entier. Arduino Education est orienté vers le développement de la prochaine génération de systèmes STIAM et l'accompagnement des éducateurs et des élèves tout au long du parcours pédagogique.

Arduino possède une vaste communauté mondiale d'utilisateurs qui partagent des projets open source, des suggestions et des tutoriels pour les utilisateurs expérimentés et les nouveaux utilisateurs.

Liens utiles:

- www.arduino.cc
- www.arduino.cc/en/Main/Education

Elegoo

Elegoo est une entreprise chinoise spécialisée dans la recherche, le développement, la production et la commercialisation de matériel open source. Les kits et composants d'Elegoo sont bien connus pour être parfaitement compatibles avec la plateforme Arduino.

Lien utile:

- www.elegoo.com

Makey Makey

Makey Makey est un appareil simple et amusant. Il permet à l'utilisateur de connecter des objets du quotidien à un ordinateur afin d'en exploiter la conductivité électrique. Le kit se compose de quelques pinces crocodile, d'un câble USB et d'un circuit imprimé.

Le circuit peut remplacer le clavier de l'ordinateur. Par conséquent, lorsqu'il est connecté par l'entrée USB, les quatre flèches, le clic de la souris, la barre d'espace et même quelques lettres répondent à l'appareil. L'utilisateur peut ainsi tirer parti des caractéristiques de conductivité électrique de nombreux éléments tels que des fruits, des légumes, de la pâte à modeler, du papier aluminium, des pièces, etc. Les fruits sont un excellent compromis car ils sont très riches en eau. Utiliser des épluchures de légumes peut aussi être une bonne idée. Il faut évidemment utiliser une interface graphique comme Scratch par exemple.

Liens utiles:

- makeymakey.com
- makeymakey.com/pages/educators#resources
- roboable.scuoladirobotica.it/it/newsroboable/1022/Robotica_creativa_e_disabilit___intervista_a_Elena_Parodi.html

Micro:bit

La plateforme matérielle open source Micro:bit est un petit dispositif (5 cm sur 4 cm) entièrement équipé pour réaliser des expériences électroniques avec une connectivité Bluetooth, un accéléromètre et une boussole intégrés.

Elle a été créée en 2015 par la BBC (British Broadcast Company) en association avec 29 autres partenaires, dans le but d'offrir 1 million d'appareils aux élèves du Royaume-Uni.

Liens utiles :

- www.bbc.co.uk/mediacentre/mediapacks/microbit/specs
- microbit.org/teach
- arstechnica.com/gadgets/2015/07/bbc-microbit-a-free-single-board-pc-for-every-year-7-kid-in-the-uk

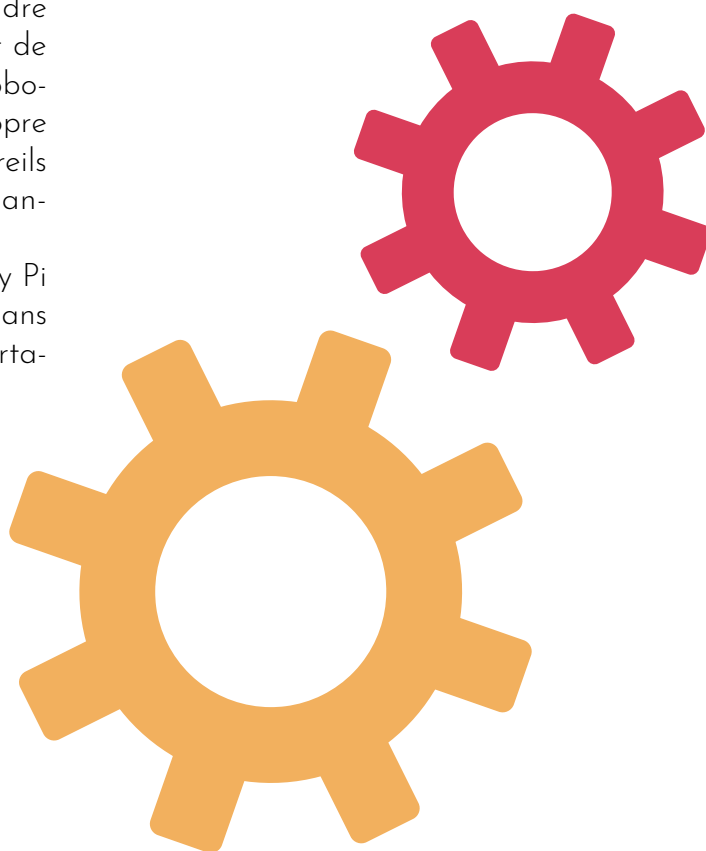
Raspberry Pi

Le Raspberry Pi est un ordinateur low cost de fabrication britannique qui permet à tous d'apprendre l'informatique, de commencer à programmer et de découvrir les bases de l'électronique et de la robotique. Avec Raspberry Pi, vous installez votre propre système d'exploitation, connectez tous vos appareils et créez vos propres programmes à l'aide de langages tels que Scratch ou Python.

Tout comme la plateforme Arduino, le Raspberry Pi possède une grande communauté d'utilisateurs dans le monde entier prêts à apporter leur aide et partager des projets très intéressants.

Liens utiles :

- www.raspberrypi.org
- projects.raspberrypi.org/en





Les logiciels et environnements de programmation open source

Un robot est un système électromécanique autonome. Les composants électroniques conjuguent leurs capacités pour exécuter un programme principal installé dans la mémoire interne du microcontrôleur. Pour créer ce programme et l'importer dans le robot, il est nécessaire d'utiliser une interface logicielle et un environnement de programmation capables de communiquer avec le microcontrôleur. Cette section décrit les plateformes logicielles open source les plus populaires compatibles avec les microcontrôleurs présentés dans la section précédente.

IDE-Arduino

L'environnement de développement intégré (IDE) Arduino est une application compatible avec Windows, macOS et Linux. Il établit la communication avec la carte Arduino. Il comprend un éditeur de code et une zone de message, une console texte, une barre d'outils avec des boutons pour réaliser les fonctions courantes et des menus d'exploitation hiérarchisés. Il inclut également des bibliothèques générales pour piloter différents types de capteurs et d'actionneurs. Arduino IDE prend en charge les langages C et C++ par l'intermédiaire de règles spéciales de structuration de code.

Lien utile: www.arduino.cc/en/Main/Software

Open Roberta

L'environnement de programmation « Open Roberta Lab », développé par Fraunhofer IAIS, permet aux enfants et aux adolescents de programmer des robots. Divers blocs de programmation sont fournis pour programmer les moteurs et capteurs du robot. Open Roberta Lab utilise une approche de programmation graphique permettant aux débutants de programmer sans difficulté.

Quelques liens utiles:

- lab.open-roberta.org
- github.com/OpenRoberta

Scratch 3

Scratch est l'environnement de langage de programmation graphique par blocs le plus populaire, développé par Lifelong Kindergarten Group au MIT Media Lab. Il permet aux utilisateurs de créer des histoires, des animations et des jeux interactifs pour apprendre à penser de manière créative, raisonner de façon systématique et travailler de manière collaborative par l'intermédiaire d'une plateforme en ligne et hors ligne. Des modules d'extension peuvent être créés et ajoutés à Scratch 3 pour permettre à la plateforme de communiquer avec un microcontrôleur spécifique. C'est le cas pour Makey Makey ou Raspberry Pi.

Quelques liens utiles:

- scratch.mit.edu
- scratch.mit.edu/educators

Snap4Arduino

Snap4Arduino est une modification de Snap!, un langage de programmation graphique permettant d'interagir avec la plupart des versions des cartes Arduino/Elegoo. Snap4Arduino est une plateforme hors ligne; l'utilisateur doit donc l'installer sur son ordinateur. Pour commencer à travailler dans l'environnement Snap4Arduino, un microprogramme (Firmata) doit être téléchargé sur le microcontrôleur Arduino/Elegoo. Firmata permet la communication entre le microcontrôleur et les différents capteurs et actionneurs. Une fois ce microprogramme installé sur Snap4Arduino, il est possible de programmer le robot, comme sur Scratch. Remarque: pour installer Firmata sur la carte Arduino, vous avez besoin d'Arduino IDE.

Lien utile: snap4arduino.rocks

EXEMPLES PRATIQUES D'ACTIVITÉS ROBOTIQUES À RÉALISER EN CLASSE

Ce chapitre présente 10 activités à durée définie, destinées à travailler la robotique éducative en classe. Ces activités sont conçues pour stimuler les élèves avec des projets « fabrication » orientés vers l'étude des principes robotiques et le développement de compétences techniques et personnelles. Les activités sont proposées par ordre progressif, de la plus facile à la plus difficile. La discussion sur les conséquences sociales et environnementales de la robotique et de la technologie, ainsi que la prise en compte de l'aspect éthique, font partie intégrante de toutes les activités.

Une activité à durée définie pousse l'élève à se concentrer sur le sujet afin de trouver rapidement une première solution. En suivant une approche de développement flexible, une solution peut ensuite être améliorée et évoluer vers une deuxième ou troisième version permettant une étude plus approfondie du sujet. Finalement, il faut espérer que la curiosité motivera les élèves à chercher des informations complémentaires en dehors de la classe pour approfondir leurs connaissances sur le sujet.

En classe, chaque solution proposée par les élèves doit être accueillie positivement. L'objectif principal reste le développement de la pensée computationnelle et critique.

Selon le DigComp 2.0 (le Cadre européen des compétences numériques pour les citoyens), les activités proposées ci-après permettront aux élèves d'acquérir les compétences suivantes :

- La consultation, la recherche et le filtrage de données, informations et contenus numériques ;
- L'évaluation de données, informations et contenus numériques ;
- La gestion de données, informations et contenus numériques ;

- L'interaction par l'intermédiaire des technologies numériques ;
- La collaboration par l'intermédiaire des technologies numériques ;
- La programmation ;
- La protection de la santé et du bien-être ;
- La protection de l'environnement ;
- La résolution de problèmes techniques ;
- L'identification des besoins et des réponses technologiques ;
- L'utilisation créative des technologies numériques ;
- L'identification des lacunes en matière de compétences numériques.

Le rôle de l'éducateur se situe entre celui de l'enseignant, du gestionnaire de projet et du modérateur afin d'aider les élèves à organiser leur travail et à rester concentré sur l'objectif du projet. L'éducateur guidera les élèves dans le processus d'apprentissage tout en le découvrant lui-même.

Selon le Cadre européen des compétences numériques des éducateurs (DigCompEdu), à travers ces activités, l'éducateur peut travailler sur :

- La communication organisationnelle en améliorant son engagement professionnel ;
- L'apprentissage collaboratif et autorégulé ;
- Le fait d'impliquer les élèves de manière active ;
- Le développement des compétences numériques des élèves.

Activité 1 • La robotique sans robots

Durée de l'activité

30 à 45 minutes

De quoi avez-vous besoin ?

Quelques feuilles de papier, post-it, stylos ou crayons.

Introduction

Un robot est une machine autonome capable d'interagir avec l'environnement extérieur pour accomplir une tâche spécifique en exécutant un programme. Un programme, un algorithme est une séquence claire et sans ambiguïté d'instructions pour résoudre un problème spécifique. L'une des idées fausses les plus communes est que la robotique est une activité coûteuse, difficile à expliquer et à comprendre. Comme toute science multidisciplinaire, la robotique nécessite l'usage d'une terminologie technique et de connaissances spécifiques. Tôt ou tard, elle impliquera quelques dépenses, comme un robot prêt à l'emploi, un kit ou des composants détachés pour le construire. Toutefois, les concepts de base peuvent être présentés facilement avec quelques activités sans ordinateur pour « briser la glace », utilisées pour contourner la théorie et les définitions formelles et pour motiver les élèves.

« Les robots et moi » et « Harold le Robot » sont deux activités simples, sans ordinateur, que les enseignants peuvent utiliser en classe pour présenter ce qu'est un robot (avec ses composants principaux comme l'unité de commande, les capteurs et les actionneurs) et comment il fonctionne (avec quelques principes de programmation), en introduisant en même temps la terminologie spécifique et une première définition du robot.

Ces activités peuvent également servir à engager une discussion avec les élèves afin de dissiper certaines idées reçues sur la robotique et la programmation, ou de présenter le concept d'éthique dans la robotique et la technologie.

Progression de l'activité

Les robots et moi

- Divisez la classe en groupes de 2 ou 3 élèves. Chaque groupe choisit un chef qui sera en charge de rédiger et de parler au nom du groupe. Les groupes auront 5 minutes pour écrire sur un papier une brève définition de ce qu'est un robot (3-4 lignes max.) et 3 exemples de robots qu'ils voient tous les jours. L'accès à internet n'est pas autorisé pendant cet exercice.

- Ensuite, les chefs de chaque groupe collent leur définition au tableau.

- L'enseignant donne une définition générale des principaux composants d'un robot. En s'appuyant sur

la définition donnée précédemment, les élèves auront 5 minutes pour dessiner sur un papier le schéma fonctionnel d'un robot. L'accès à internet n'est pas autorisé pendant cet exercice. Les chefs de groupe collent leur schéma au tableau.

- Enfin, l'enseignant donne la définition et le schéma formels d'un robot puis lance la discussion:

- Quelles sont les 3 définitions se rapprochant le plus de la définition formelle? Pourquoi?

- Quelles sont les 3 définitions les plus éloignées de la définition formelle? Pourquoi?

Harold le robot

Que peut faire un robot? Est-il intelligent?

- Au cours de l'activité précédente, les élèves ont commencé à se familiariser avec une première définition du robot et de ses principaux composants. La deuxième activité vise à leur transmettre l'idée qu'un robot, tout comme un ordinateur, suit les instructions reçues par un programme.

- L'activité peut être réalisée sous la forme d'un défi entre deux groupes. Le groupe 1 crée un chemin dans la classe, tel qu'un labyrinthe ou un chemin parsemé d'obstacles. Il détermine ensuite une série d'instructions (par exemple, X pas en avant, pivote d'un quart de tour à droite, pivote d'un quart de tour à gauche, etc.) qu'il donne au groupe 2. Pendant ce temps, le chef du groupe 2 se place au milieu du labyrinthe.

Le groupe 2 a maintenant 3 minutes pour écrire un programme basé sur la série d'instructions reçue, puis le communique au chef qui doit le mémoriser et le suivre pour s'échapper du labyrinthe, exactement comme un robot le ferait. Remarque: dans cette version, le robot ne possède aucun capteur, il ne fait qu'exécuter le programme. Comment modifier l'expérience pour permettre à l'élève qui joue le robot de trouver automatiquement le chemin vers la sortie?

- À la fin de l'activité, l'enseignant dirige une brève discussion avec les élèves: Est-il possible de comparer un corps humain à un robot? Quelle est la définition de l'intelligence? Quelle est la différence entre l'intelligence et l'intelligence artificielle?

Cette activité soulève également la problématique générale de la communication. Comment choisir la série d'instructions: Vaut-il mieux avoir une longue série d'instructions basiques ou une courte série d'instructions complexes mais efficaces?

Quelques liens utiles

- d-clicsnumeriques.org - Parcours « Robotique »
- classic.csunplugged.org/harold-the-robot-2

Activité 2 • La fusée sur la Lune

Durée de l'activité

1 heure

De quoi avez-vous besoin ?

Un microcontrôleur open source tel qu'Arduino ou Elegoo, un montage électronique expérimental, une résistance de 100 Ohm, une LED 3V et 5V, un module de commutation à bouton-poussoir, un ordinateur avec accès à internet, quelques feuilles de papier, post-it, stylos ou crayons.

Introduction

Un robot interagit avec l'environnement extérieur grâce à ses capteurs. Les capteurs détectent une information spécifique qu'ils traduisent en un signal électrique qui sera transmis à l'unité de commande du robot. L'unité de commande (le microcontrôleur) traite ces informations par l'intermédiaire de son programme principal puis pilote les actionneurs d'une manière spécifique.

Le but de cette activité est de simuler le comportement d'un robot grâce à un programme simple et de comprendre le rôle des capteurs. Le robot, la fusée sont simulés grâce à un programme utilisant Snap4Arduino. Le module de commutation à bouton-poussoir permet au robot d'interagir avec l'environnement extérieur.

Progression de l'activité

- Les élèves téléchargent et installent le programme Arduino IDE, puis téléchargent StandardFirmata sur la carte Arduino. Ils sont autorisés à utiliser internet pour trouver les informations et la procédure requises.
- Les élèves ont 10 minutes pour accomplir la tâche.
- Les élèves téléchargent et installent Snap4Arduino sur leur ordinateur, puis créent un petit programme qui simulera le comportement d'une fusée. La fusée doit interagir à l'aide du module de commutation à bouton-poussoir. Les élèves peuvent choisir l'action que la fusée peut effectuer lorsqu'ils appuient sur le bouton. Les élèves ont 40 minutes pour accomplir l'exercice.

Idée d'exercice alternatif: il est possible de reproduire l'expérience en utilisant différents types de capteurs. Il peut être intéressant, par exemple, d'utiliser un capteur d'humidité ou de température pour discuter des systèmes de sécurité domestiques.

Activité 3 • Concepts électroniques de base

Durée de l'activité

1 heure

De quoi avez-vous besoin ?

Un robot open source déjà construit et parfaitement opérationnel (tel qu'un robot basé sur Arduino ou Raspberry Pi), quelques résistances, quelques LED, une mini-enceinte ou des écouteurs (facultatif), un montage électronique expérimental (facultatif). Quelques feuilles de papier, post-it, stylos ou crayons.

Introduction

Un robot est un système électromécanique autonome capable de recevoir des informations provenant de l'environnement extérieur et de les traiter afin de réaliser en toute autonomie une tâche prédéfinie grâce à ses actionneurs.

4 sous-systèmes ou unités principaux peuvent être isolés au sein d'un robot: le bloc d'alimentation, l'unité de commande, les capteurs et les actionneurs. Chaque unité accomplit une tâche spécifique et coopère avec les autres unités de manière synchronisée.

Chaque unité, en tant que sous-système, possède au moins deux ports pour recevoir ou transmettre les informations (une entrée et une sortie). Selon sa complexité, chaque sous-système est capable de traiter les informations reçues par le port d'entrée et de permettre la transmission de ces informations à une autre unité.

En partant de la définition ci-dessus, les objectifs de cette activité sont les suivants:

Observer et isoler les composants du robot apporté en classe, définis comme sous-systèmes, pour comprendre comment ils fonctionnent séparément et comment ils fonctionnent ensemble au sein de ce robot;

Reproduire une simple procédure d'entrée-sortie en programmant un microcontrôleur open source (un Arduino ou un Raspberry Pi par exemple) pour allumer une LED ou pour reproduire automatiquement un son lorsqu'une entrée est saisie sur le clavier ou sur un autre dispositif d'entrée;

Présenter quelques procédures de sécurité de base en électronique en faisant exploser une LED ou une résistance.

Progression de l'activité

- L'enseignant montre le robot aux élèves répartis en petits groupes.
- Les élèves observent le robot en action puis ont 15 minutes pour décrire sur papier le comportement du robot et identifier les principaux composants ou sous-systèmes. Les élèves doivent rédiger une courte définition pour chaque sous-système identifié et en décrire le fonctionnement d'après leurs observations. L'accès à internet n'est pas autorisé pendant cet exercice.
- Les groupes ont maintenant 30 minutes pour construire un robot en carton équipé d'une véritable antenne à LED clignotante et utiliser un langage de programmation par blocs pour créer un robot jumeau qui émet des bips. L'enseignant autorisera l'utilisation d'internet après 5 minutes d'activité pour trouver des solutions.
- Les élèves ont 15 minutes pour modifier le programme ou le circuit déjà créé pour faire exploser la LED ou la résistance. Les procédures de sécurité de base sont ensuite discutées.

Quelques liens utiles

- projects.raspberrypi.org/en/projects/robot-antenna
- d-clicsnumeriques.org - parcours « Robotique »

Activité 4 • Le simulateur d'impacts au cerveau

Durée de l'activité

2 heures

De quoi avez-vous besoin ?

1 patron de chapeau-cerveau en papier; 5 bandes de papier cartonné de 3 cm x 12 cm; 10 bandes de ruban de cuivre de 2,5 cm x 5,5 cm; 10 bandes de Velostat de 3 cm x 6 cm; 17 câbles de raccordement mâle-mâle; 10 câbles de raccordement femelle-femelle; des résistances de 5100 ohms; 1 balle de tennis; au moins 50 rondelles métalliques; 1 bobine de fil; 1 assiette en carton; 1 ballon de 30,5 cm. Matériel réutilisable: 1 microcontrôleur (Arduino ou micro:bit); 1 connecteur plat si vous utilisez micro:bit; 1 câble USB A vers USB B pour Arduino; 1 câble Micro USB pour micro:bit; 1 montage électronique expérimental.

Introduction

Un robot interagit avec l'environnement extérieur grâce à ses capteurs. Le rôle des capteurs est de détecter des informations spécifiques dans l'environnement et les traduire en un signal électrique qui sera transmis à l'unité de commande. L'unité de commande (le microcontrôleur) traite ces informations puis pilote les actionneurs pour accomplir une tâche.

Le but de cette activité est de comprendre le rôle des capteurs dans un robot, et plus généralement dans un système électronique. En suivant les instructions fournies dans le lien ci-dessous, les élèves construiront des capteurs de pression à l'aide de matériaux simples. Ils les connecteront ensuite à une carte Arduino ou micro:bit. Enfin, ils simuleront les capteurs grâce à un modèle graphique prêt à l'emploi (ce qui se passe lorsque le cerveau entre en collision avec le crâne).

Cette activité permet également de travailler des disciplines telles que la physique, les sciences de la vie, la santé, l'ingénierie et la science des données.

Progression de l'activité

- Les élèves sont répartis en petits groupes.
- Ils disposent d'1h30 pour réaliser l'expérience.
- Ils sont autorisés à utiliser internet pour trouver des informations. Les élèves peuvent suivre la procédure décrite dans le lien ci-dessous.
- Les 30 dernières minutes sont consacrées à la rédaction d'un bref rapport sur l'expérience.

Lien utile

www.microsoft.com/en-us/education/education-workshop/brain-impact-simulator.aspx

Activité 5 • L'informatique tangible avec Makey Makey

Durée de l'activité

1 heure

De quoi avez-vous besoin ?

Ordinateurs/ordinateurs portables; kit Makey Makey; assortiments de matériaux conducteurs d'électricité comme des bananes, des pommes, des oranges...; papier d'étain; aluminium ou ruban de cuivre; pâte ou argile à modeler; cuillères et fourchettes en métal.

Introduction

Makey Makey suscite la curiosité, stimule les capacités de résolution des problèmes et favorise la créativité. Avec ce dispositif, les objets du quotidien sont transformés en pavés tactiles donnant aux élèves la possibilité d'utiliser les ordinateurs comme outils créatifs. L'ordinateur devient un prolongement de leur créativité et favorise l'imagination et la découverte.

Cette activité permet d'interagir grâce à des commandes de jeu originales comme des fruits, des couverts, du papier d'étain, etc. Par exemple, il sera possible de jouer au jeu PacMan grâce à quelques cuillères ou de jouer du piano sur des pommes et des bananes. Cet exercice aidera les enseignants à présenter les principes de la conductivité électrique et peut faciliter la compréhension de la connexion entre la réalité et le monde de la programmation numérique.

Progression de l'activité

- Présentez le contrôleur Makey Makey grâce à une courte vidéo, comme celle-ci disponible sur YouTube: bit.ly/intro-makey
- Installez vos ordinateurs, chacun avec une application (différente) compatible avec Makey Makey. Vous pouvez utiliser des jeux rétro tels que PacMan ou Super Mario, ou la plupart des jeux Scratch en ligne.
- Disposez, près de chaque ordinateur, un kit Makey Makey (pas encore branché), une feuille d'instructions sur la façon de le brancher, et quelques objets conducteurs d'électricité.
- Les élèves se répartissent en petits groupes devant

chaque ordinateur afin qu'ils puissent installer les dispositifs Makey Makey et tester leur premier jeu ou leur première application. Au bout d'environ 15 minutes, ils passent au jeu suivant. Puis, toutes les 10 minutes, changent d'activité.

- La vidéo montre le classique « piano banane » mais il existe une multitude d'autres idées et jeux. Rendez-vous sur labz.makeymakey.com/d/ pour trouver de l'inspiration et choisissez les projets que vous préférez.

Attention: le jeu fonctionnera uniquement si le joueur tient le câble de mise à la terre (et touche l'extrémité métallique). La raison est simple: Makey Makey utilise un « circuit » électrique pour transmettre les informations et ce circuit doit toujours être fermé. Ne le dites pas à vos élèves à l'avance: laissez-les le découvrir par eux-mêmes au cours de l'expérience.

Informations complémentaires

- Des vidéos plus détaillées expliquant comment utiliser Makey Makey sont disponibles ici: www.youtube.com/watch?v=-X3hb__YynM
- Outils et ressources pour les enseignants tels que le guide pour éducateurs (Educator's Guide) (makeymakey.com/education) et le plan de cours (Lesson Plans) (makeymakey.com/lessons/lesson-plans.pdf)
- Vous recherchez d'autres inspirations? Jetez un œil ici: labz.makeymakey.com.

Activité 6 • Construire une voiture-robot sans conducteur

Durée de l'activité

1h30 + 1h30 pour l'activité bonus.

De quoi avez-vous besoin ?

Un kit pour construire le robot Rosa ou Byor robot, plusieurs tournevis, un ordinateur avec accès internet, des matériaux de recyclage (bouteilles en plastique, carton), de la colle, des papiers et des crayons.

Introduction

Un robot est un système autonome programmé pour accomplir une tâche spécifique en interagissant avec l'environnement extérieur. Les actionneurs sont les sous-systèmes que le robot utilise pour accomplir sa tâche.

Un robot open source, tel que le robot Rosa, est facile à fabriquer et évolutif. Il permet de présenter la robotique open source et les connaissances de base en robotique aux jeunes et aux citoyens en général. Rosa est l'acronyme de Robot Open Source Arduino. Ce robot a été conçu par l'organisation française à but non lucratif Maison du Libre pour le projet français « D-Clics numériques ». Rosa se compose d'un microcontrôleur Arduino One, d'un seul capteur (capteur à ultrasons), de deux moteurs et d'un module de commande moteur. Tous ces composants peuvent être assemblés pour créer une voiture sans conducteur capable d'éviter les obstacles.

Un robot similaire est proposé par la Scuola di Robotica, appelé le robot Byor, acronyme de Build Your Own Robot.

Au cours de cette activité, les élèves devront assembler une simple voiture-robot sans conducteur en écrivant le code du programme principal qui permet au robot de se déplacer et d'éviter les obstacles grâce à un capteur à ultrasons. En raison du choix d'utiliser un robot open source et de l'approche DIY, les élèves seront confrontés à certains problèmes mécaniques, électriques et de logiciels qu'ils devront résoudre. Cette activité met l'accent sur l'approche d'« apprentissage contextualisé » et la méthode de résolution de problèmes basée sur les essais et les erreurs.

Progression de l'activité

- Les élèves fabriqueront la totalité du robot Rosa en 30 minutes sans le mode d'emploi mais en partant de l'observation d'une photo du robot déjà assemblé.
- Ils simuleront le comportement de Rosa à l'aide du simulateur OpenRoberta.
- Ils écriront le code du programme principal de Rosa avec OpenRoberta puis Snap4Arduino, afin qu'elle évite les obstacles.

Activités bonus pour aller plus loin

Modifier le châssis du robot Rosa en utilisant des matériaux de recyclage pour créer l'« Éco-Rosa » ou modifier le châssis de manière amusante pour créer l'« Ugly-Rosa ».

Découvrir Arduino IDE et améliorer les connaissances en programmation en modifiant le programme principal déjà créé.

Quelques liens utiles

- d-clicsnumeriques.org - parcours « Robotique »
- byor.scuoladirobotica.it

Activité 7 • Les robots sous-marins

Durée de l'activité

2 heures

De quoi avez-vous besoin ?

Pour créer le robot, le kit distribué aux élèves se compose : de tuyaux d'arrosage et de raccord en PVC réutilisé, d'attaches de câble réajustées par l'électricien, des bouts de tube flottant, des hélices imprimées en 3D à l'aide de plastique recyclé, des moteurs et des modules de commande. Il est possible de réutiliser les composants électroniques du kit Rosa ou Byor.

Introduction

Le but de cette activité est de fabriquer un mini-robot sous-marin à l'aide de matériaux de récupération.

Elle permet d'initier les élèves à :

- l'écosystème marin et à sa pollution par le plastique ;
- l'importance de recycler et de réutiliser les matériaux en plastique.

Progression de l'activité

- Pour simplifier l'activité et encourager le travail en groupe, les élèves sont répartis en groupes de 2 ou 3. Pour commencer, chaque groupe dessine sur un papier une idée du robot qu'il souhaite créer. Après avoir créé le squelette du robot, puis le mini ROV (véhicule sous-marin téléguidé) équipé de moteurs et de modules de commande, les élèves passent au test pratique dans l'eau.
- Chaque groupe testera le mini robot dans une grande cuve remplie d'eau et pourra observer l'hydrodynamique du robot et voir s'il a atteint une attitude neutre (principe de la poussée d'Archimède). Une fois qu'ils ont obtenu la forme et la performance idéales, ils téléguideront le robot dans l'eau.

Cette activité a pour objectifs pédagogiques l'éducation à l'environnement (pollution des mers due au plastique) et au recyclage (réutilisation des matériaux). Cette activité, sans sa dimension scientifique, explique également aux enfants le principe de la poussée d'Archimède et de l'hydrodynamique.

Activité 8 • Bras robotique: vers les robots humanoïdes

Durée de l'activité

1 heure + 30 minutes supplémentaires si les élèves doivent assembler le robot.

De quoi avez-vous besoin?

Un kit Poppy Ergo Jr, un ordinateur avec accès à internet, quelques feuilles de papier et des crayons.

Introduction

Un robot est capable de réaliser une tâche spécifique avec une grande précision et sans jamais se fatiguer.

La robotique est présente dans de nombreux secteurs. Dans l'automobile et la santé, les bras robotiques sont notamment utilisés pour construire des voitures sur une chaîne d'assemblage ou pour assister un médecin durant un acte de chirurgie. Avec pour maîtres-mots minutie et précision afin d'éviter aux humains d'éventuels accidents.

Cette activité permet aux élèves de se familiariser avec les bras robotiques à l'aide du robot Poppy Ergo Jr, en testant et modifiant les programmes de démonstration.

Ergo Jr est un bras robotique contrôlé par une carte Raspberry Pi. Il est composé de 6 moteurs permettant des mouvements presque naturels, ainsi que d'éléments imprimés en 3D. Une caméra peut être intégrée pour aider le robot à interagir avec le monde.

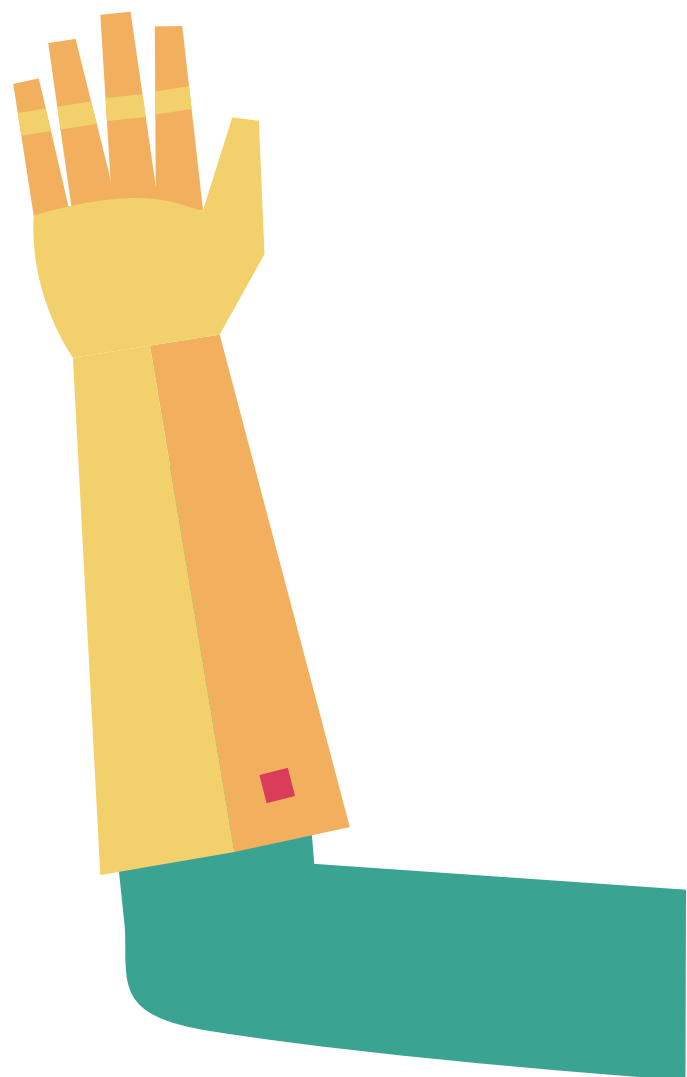
Ergo Jr est utilisé pour promouvoir une approche éducative, une technologie interactive et une introduction aux robots humanoïdes.

Progression de l'activité

- Les élèves travaillent en équipes.
- En utilisant les programmes de démonstration déjà existants, les élèves ont 1 heure pour créer un programme permettant au bras robotique de lancer une balle.

Quelques liens utiles

- www.poppy-project.org/en/robots/poppy-ergo-jr
- drive.google.com/uc?export=download&id=OB-2jV8VX-lQHwTUxXZjF3OGxHVGM
- www.generationrobots.com



Activité 9 • Intelligence artificielle et robotique

Durée de l'activité

1 heure + 45 minutes supplémentaires si les élèves doivent assembler le robot et installer le logiciel pilotant le robot.

De quoi avez-vous besoin ?

Un kit robot Poppy et plusieurs tournevis; un ordinateur avec accès à internet; un routeur pour créer un LAN en Wi-Fi; du papier et un crayon.

Introduction

Selon A. Kaplan et M. Haenlein, l'intelligence artificielle (IA) est définie comme la capacité d'un système à correctement interpréter des données externes, à apprendre de ces données et à utiliser ces enseignements pour atteindre des objectifs spécifiques.

La robotique et l'intelligence artificielle sont étroitement liées. L'intelligence artificielle est un sujet hautement sensible de nos jours. Il est important de lancer une discussion pragmatique à ce sujet dans les écoles afin d'encourager les élèves à s'informer et à réfléchir en profondeur à l'impact social de la technologie et à son utilisation responsable au quotidien.

Le but de cette expérience est de familiariser les élèves au concept d'IA et de son impact social. Comment un robot distingue-t-il un objet d'un autre, puis comment prend-il une décision ?

L'algorithme de détection des objets est utilisé à la fois dans l'IA et l'apprentissage automatique. L'apprentissage automatique est une sous-catégorie de l'IA qui implique l'apprentissage statistique, ce qui est le cas ici. L'algorithme a été appris à l'aide de don-

nées « de référence » annotées à la main. Le terme encore plus spécifique ici serait l'apprentissage profond appliqué à la vision (l'apprentissage profond, ou « deep learning », est un type particulier d'apprentissage statistique très en vue en ce moment).

Les élèves doivent tester tous les programmes de démonstration créés pour le robot et en déduire quels programmes utilisent un algorithme proche d'un algorithme d'IA. Les élèves dresseront une liste de 5 éléments « pour » et 5 éléments « contre » l'IA dans la vie quotidienne en partant de ce qu'ils ont appris durant la démonstration. Puis ils débattront de l'impact social de l'IA dans notre quotidien.

Progression de l'activité

- Assembler le robot.
- Installer l'environnement Python (Anaconda) sur l'ordinateur pour communiquer avec le robot.
- Configurer le robot afin qu'il reconnaisse le LAN et communique avec l'ordinateur.
- Trouver et tester tous les programmes de démonstration. Déduire les objectifs de chaque programme en observant le comportement du robot. Sélectionner les programmes qui utilisent un algorithme proche d'un algorithme d'IA.
- Dresser une liste de 5 éléments « pour » et 5 éléments « contre » l'IA dans la vie quotidienne en vous inspirant de votre observation du robot.
- Lancer un débat sur l'IA, modéré par l'enseignant.

Lien utile

- github.com/pollen-robotics/rosa

Activité 10 • Robots humanoïdes

Durée de l'activité

1h30 + 1h30 pour l'activité bonus.

De quoi avez-vous besoin ?

Le robot NAO

Introduction

NAO Actor Studio est une activité pédagogique dont la durée dépend de la complexité des exercices proposés par l'enseignant à ses élèves.

Cette activité implique l'utilisation d'au moins un robot humanoïde NAO dans la classe et vise à introduire la robotique humanoïde comme outil.

L'un des principaux objectifs pédagogiques est l'importance de la relation robot/humain à travers l'utilisation de la robotique humanoïde. Grâce aux robots humanoïdes, il est possible de créer une « relation » ou un « engagement » en utilisant les mouvements du robot et en les mettant en relation avec l'être humain.

Progression de l'activité

- NAO Actor Studio vise à synchroniser les mouvements du robot humanoïde avec un fichier audio afin de reproduire la scène d'un film choisie par les élèves. Le monde du cinéma offre de nombreuses inspirations pour cet exercice ; il est en effet possible de disposer de dialogues, bandes-son et mouvements sans avoir à les inventer.

- De nombreux films se prêtent bien à cet exercice : Rocky, Titanic, Superman, 007, Indiana Jones, Harry Potter, Star Wars, etc.

- Idéalement, des groupes de 3-4 élèves doivent être formés mais il est également possible de travailler avec un seul robot humanoïde par classe.

- L'objectif de l'exercice est de faire bouger le robot humanoïde de sorte qu'il reproduise les mouvements et les sons d'une scène donnée ; chaque groupe de travail devra donc en choisir une. Les élèves devront créer un story-board pour décider des mouvements à reproduire avec le robot.

- C'est là que le robot NAO entre en jeu. Vous pouvez adopter deux méthodes différentes :

- sans le robot, en utilisant le logiciel de simulation Coregraphe pour faire bouger les articulations ;

- avec le robot en montrant les mouvements à la classe.

- Après avoir déterminé la séquence des mouvements, les groupes programmeront le robot afin qu'il la reproduise, à l'aide des deux méthodes décrites ci-dessus. De plus, l'enseignant peut développer des compétences parallèles, multimédia par exemple, en utilisant le logiciel pour éditer les fichiers audio qui serviront à reproduire la scène.

- À la fin de l'activité, un moment sera consacré au partage du travail réalisé et chaque groupe montrera le film choisi et la représentation du robot.

Pour en savoir plus :

- www.softbankrobotics.com

- www.naochallenge.it

Bonus • Concours de robotique pour stimuler et motiver les élèves

NAO Challenge

Le NAO Challenge est un concours annuel organisé par la Scuola di Robotica, en collaboration avec SoftBank Robotics, lancé pour la première fois en France en 2014 et en Italie en 2015.

L'objectif principal de la compétition est de sensibiliser et former les élèves à l'utilisation de la robotique humanoïde via le développement de projets multi-technologiques et innovants. Cette compétition vise ainsi à développer l'esprit d'initiative et d'innovation des étudiants, ainsi que leurs compétences scientifiques et technologiques.

Chaque édition propose de nouvelles épreuves afin d'explorer le potentiel des robots humanoïdes dans différents domaines de la vie quotidienne.

Concours First

La First® LEGO® League est une compétition robotique et scientifique mondiale destinée aux enfants âgés de 9 à 16 ans. Créée en 1998, elle est le fruit de la synergie entre First® (pour Inspiration and Recognition of Science and Technology), une association américaine qui promeut la science et la technologie, et LEGO. Réservée aux enfants âgés de 6 à 10 ans, la First® LEGO® League Junior a été créée, quant à elle, en 2015.

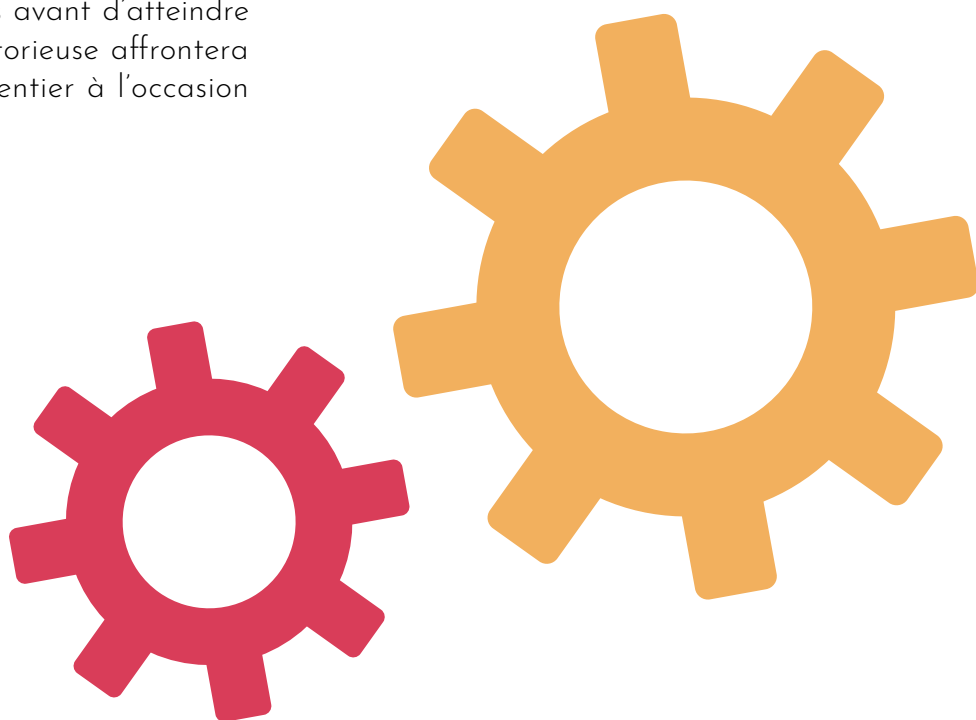
Chaque année, le thème choisi est commun à l'ensemble des pays. Les équipes doivent d'abord se qualifier lors d'étapes régionales avant d'atteindre la finale nationale. L'équipe victorieuse affrontera ensuite des équipes du monde entier à l'occasion d'épreuves internationales.

RoboCup

RoboCup est une compétition internationale qui a lieu chaque année et dont l'objectif est de promouvoir la recherche en robotique et en intelligence artificielle en proposant un défi attractif pour le public. Actuellement, le concours propose six principaux domaines de compétition: RoboCup Soccer, RoboCup Rescue, RoboCup@Home, RoboCup@Work, RoboCup Logistics League et RoboCupJunior. Pour en savoir plus: www.robocup.org/

Les écoles peuvent participer à la compétition en inscrivant des groupes d'élèves à la RoboCupJunior. La RoboCupJunior est une initiative éducative qui s'organise à travers des épreuves robotiques locales, régionales et internationales. Elle est conçue pour présenter la RoboCup aux élèves du primaire et du secondaire, ainsi qu'aux élèves de premier cycle universitaire qui n'ont pas encore les ressources nécessaires pour participer aux ligues seniors.

Pour en savoir plus: junior.robocup.org



QUELQUES BONNES PRATIQUES EUROPÉENNES

Coding for Inclusion

Belgique

Coding for Inclusion est une méthodologie de pair à pair. À l'école, les adolescents sont formés suivant un cycle d'une durée de 15 heures qui s'appuie sur une méthodologie basée sur la pensée computationnelle et l'usage de logiciels comme Scratch, Makey Makey, et micro:bit. Les adolescents vont ensuite enseigner la méthodologie à leurs jeunes pairs, des élèves des écoles primaires. Le projet de programmation donne aux étudiants plus âgés une chance de se voir comme enseignants et leur offre leur première opportunité d'emploi. La méthodologie est très efficace pour promouvoir l'inclusion dans les écoles situées dans des zones défavorisées.

Pour en savoir plus: robohub.lv

D-Clics numériques: parcours éducatif « Robotique »

France

D-Clics numériques est un projet mené par la Ligue de l'enseignement. Son objectif est d'aider les jeunes à devenir acteurs des technologies numériques en promouvant et en développant la culture numérique et la pensée critique. Le parcours éducatif « Robotique » propose une initiation à la science robotique à travers la découverte du robot Rosa (robot open source d'Arduino). Ce parcours éducatif prêt à l'emploi est divisé en 12 leçons avec plusieurs jeux éducatifs hors ligne. Tous les fichiers et documents techniques sont disponibles sous licence Creative Commons (BY-NC-SA).

Pour en savoir plus: d-clicsnumeriques.org

Digital Welcome

Belgique

L'objectif du programme Digital Welcome est d'accompagner les jeunes, en particulier réfugiés ou migrants, pour leur donner de l'autonomie et leur transmettre des compétences numériques et personnelles. Le développement de ces compétences leur permet de mieux s'intégrer dans la société et d'avoir plus de chances de trouver un emploi. Le programme s'appuie sur une méthodologie de tutorat de pair à pair. Le cœur du programme est axé sur quatre modules: la programmation avec Scratch, le storytelling numérique, le journalisme numérique et les compétences personnelles.

Pour en savoir plus: digitalwelcome.eu

Voiture sans conducteur

Italie

Cette activité se concentre sur les questions d'éthique soulevées par l'essor des voitures sans conducteur. Pendant le cours, les élèves peuvent construire un robot mobile capable d'éviter les obstacles avec l'aide d'une plateforme robotique. Grâce aux exemples pratiques, ils pourront comprendre certaines des problématiques éthiques soulevées. Cette activité offre l'opportunité de traduire des problématiques éthiques en actions. La Scuola di Robotica utilise ce cours à différents niveaux scolaires: de 12 à 30 ans.

Pour en savoir plus: byor.scuoladirobotica.it

Projet Erasmus+ RoboESL

Lettonie

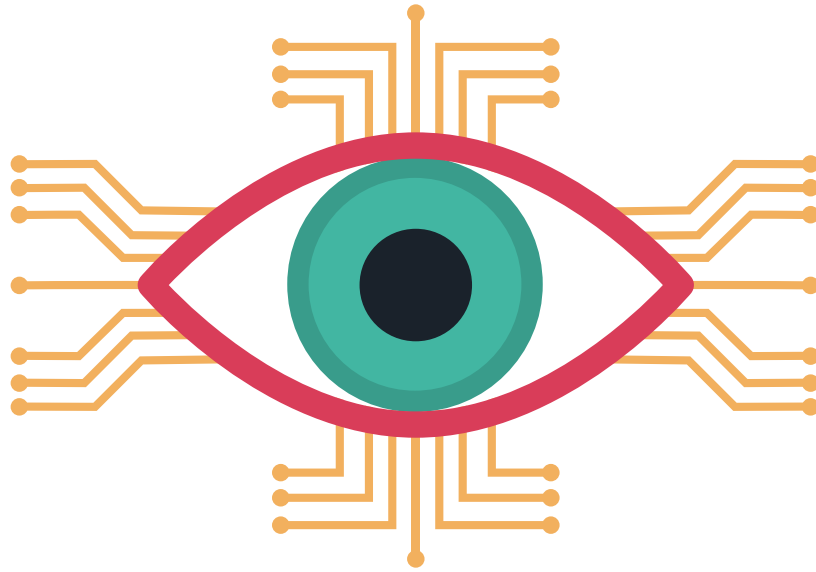
10 projets ont été élaborés sur des activités robotiques (à l'aide de la plateforme Lego Mindstorm) pour les élèves présentant un risque de décrochage scolaire précoce.

Pour en savoir plus: roboesl.eu

Litera-robot: un mélange de robotique et de littérature

Italie

Il s'agit d'un programme en sept leçons destiné à donner aux jeunes et aux lycéens le goût de la littérature internationale à travers l'utilisation des robots. Le programme intègre certains textes pertinents et les associe à une présentation de la robotique de base à l'aide des kits pédagogiques Lego Ev3. L'approche didactique adoptée permet aux participants de développer un goût pour la littérature et maîtriser les bases de la robotique éducative et les aspects éthiques associés. Cette activité permet d'améliorer la capacité de l'élève à interpréter et comprendre la littérature et les conséquences éthiques de l'utilisation des robots et des nouvelles technologies, tout en les sensibilisant à l'importance de la robotique éducative dans la société actuelle et future. Malgré les difficultés d'apprentissage de nombreux participants et leur appartenance à un milieu peu favorisé sur le plan culturel, tous les élèves ont obtenu des résultats satisfaisants et ont beaucoup apprécié l'approche didactique et les outils innovants utilisés pendant le cours.



Poppy Station

France

Poppy Station est le fruit d'un transfert de la recherche Inria de son écosystème robotique open source Poppy vers une structure externe multipartenaires. L'écosystème Poppy comprend des outils logiciels et matériels pour créer et programmer des robots, ainsi que des contenus pédagogiques pour l'éducation et la formation, et une importante communauté interdisciplinaire d'utilisateurs. Cet écosystème a été créé et développé par l'équipe Flowers d'Inria, avec l'objectif de faciliter l'expérimentation et la création d'outils robotiques novateurs dans les domaines de l'éducation, de la recherche et des arts.

Poppy Station est dédié au développement et à la préservation des écosystèmes robotiques et des technologies libres ou open source associées, dans tous les domaines où leur utilisation peut permettre leur développement et leur préservation, dans un esprit de transparence et d'ouverture.

Pour en savoir plus: www.poppystation.org

Robo Hub

Lettonie

Il s'agit d'une formation à la robotique destinée aux enfants âgés de 3 à 12 ans, d'après un programme de formation développé par Lego Education. Robo Hub permet l'acquisition de connaissances techniques sous forme de jeux. À travers le modelage et la construction, les enfants apprennent à penser de manière logique et créative. Des connaissances de base en programmation leur donnent confiance en leur capacité à résoudre les problèmes sans l'aide des adultes. La formation à la robotique s'inscrit dans le cursus des écoles maternelles, écoles primaires et foyers de jeunes, à l'initiative de ces institutions éducatives. Pour en savoir plus: robohub.lv

CONCLUSION

Aujourd'hui, les smartphones, ordinateurs, tablettes et autres technologies numériques servent nos besoins sociaux et de divertissement, en particulier ceux de la jeune génération.

Certains émettent des réserves quant à leur utilisation, les considérant néfastes pour le développement de la personne.

Au contraire, un usage réfléchi de ces technologies peut être bénéfique à bien des égards, notamment dans un cadre scolaire. Elles peuvent notamment contribuer à améliorer l'apprentissage en classe, susciter l'envie d'apprendre, favoriser le développement de la pensée computationnelle... Plus largement, cet apprentissage des technologies permet de préparer et d'accompagner les nouvelles générations, non seulement en tant qu'utilisateurs mais aussi en tant que créateurs de nouvelles solutions.

Ce manuel donne un aperçu de la robotique et de sa mise en œuvre dans le monde éducatif. Il peut servir de guide et de source d'inspiration pour les enseignants qui souhaitent étendre leurs connaissances et leurs compétences, et apprendre aux côtés des enfants dans un environnement créatif.

Annexe 1

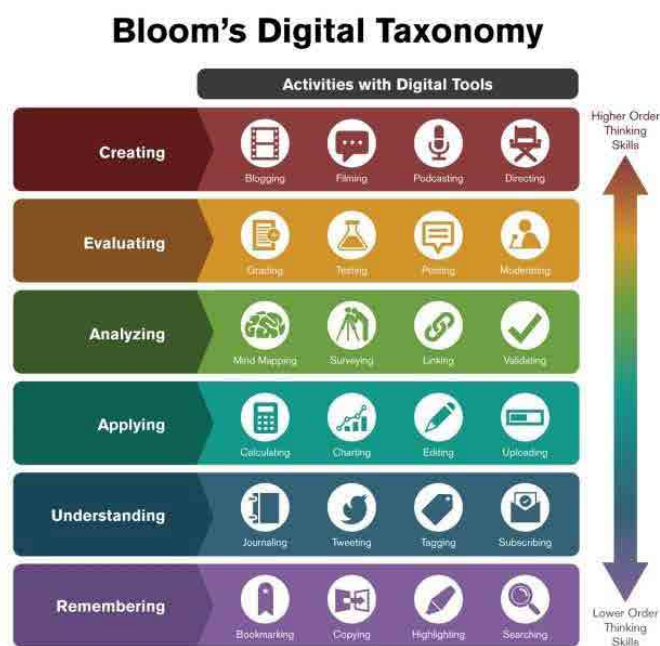
Concept pédagogique des compétences numériques

Nous ne pouvons ignorer l'impact des avancées technologiques sur chacun des aspects de notre vie. En raison du développement rapide des technologies, les nouvelles générations grandissent dans des conditions radicalement différentes de celles qu'ont connues les générations nées avant l'ère du numérique. Cela a des conséquences sur les centres d'intérêt, les valeurs et les besoins des personnes, ainsi que sur leur perception du monde, car les technologies font partie intégrante de notre vie quotidienne et contribuent aux relations sociales et de divertissement.

En 1999, Edgar Morin a écrit que le rôle de l'éducation est de préparer un individu à intégrer la société et de préparer les individus pour l'avenir (Morin, 1999). Cela est toujours d'actualité; le rôle de l'éducation n'est pas seulement d'éduquer les élèves. Au XXI^e siècle, l'un des objectifs essentiels de l'éducation est de continuer à apprendre tout au long de la vie à travers l'acquisition volontaire et motivée de connaissances. Comme mentionné précédemment, les compétences numériques figurent parmi les compétences les plus importantes aujourd'hui. Le processus d'enseignement et d'apprentissage est une forme de compréhension mutuelle par la communication, partageant les mêmes connaissances spécifiques et le même système linguistique (Fernandes et al., 2018). Pour les enseignants, par conséquent, le développement des compétences numériques est fondamental pour trouver un terrain d'entente avec leurs élèves et pouvoir appliquer ces compétences dans le processus éducatif.

Tout comme le monde et la société qui sont en perpétuelle évolution, la pédagogie est une science qui évolue et cherche constamment de meilleures méthodes d'enseignement et d'implication des élèves dans le processus éducatif. L'année 1956 marque un tournant considérable pour la science de la pédagogie avec l'élaboration de la première taxonomie pédagogique, appelée taxonomie de Bloom, sous la direction du psychologue de l'éducation Benjamin Bloom (Bloom et al., 1956). La pédagogie ne consiste plus uniquement à se rappeler de faits, mais à pro-

mouvoir des formes de raisonnement supérieures. La taxonomie de Bloom originale explique les objectifs éducatifs et les processus cognitifs en partant des connaissances, suivies par la compréhension, l'application, l'analyse, la synthèse et enfin, l'évaluation. Mais en 2001, des scientifiques ont élaboré une version révisée de la taxonomie de Bloom, s'appuyant sur des années de recherches. La taxonomie révisée est plus communément connue sous le nom de taxonomie d'Anderson et a été catégorisée comme suit: mémoriser, comprendre, appliquer, analyser, évaluer et créer de nouvelles connaissances (Anderson et al., 2001). Aujourd'hui, pour la génération numérique, une version fortement modifiée de la taxonomie de Bloom originale est développée comme modèles pour les compétences relatives à la maîtrise du numérique (Phuapan et al., 2016). Les six catégories de la taxonomie d'Anderson de 2007 ont été adaptées au développement des compétences numériques, du niveau inférieur au niveau supérieur, pour former ce qu'on appelle désormais la taxonomie numérique de Bloom (Churches, 2007). La taxonomie numérique de Bloom représente les activités utilisant des outils numériques, comme illustré dans la figure ci-dessous.



L'acquisition de compétences numériques est importante pour que les enseignants puissent intégrer l'utilisation des technologies dans le processus pédagogique car celles-ci sont une source de motivation pour les élèves. Il est essentiel de recourir à des technologies ou des méthodes que les élèves issus de la génération numérique trouveront intéressantes ou stimulantes et qui capteront leur attention plus longtemps. Il faut également retenir que l'apprentissage est un processus actif et que l'apprenant est un explorateur, un fabricant, un créateur (Saltmarsh, 1996, p. 15). Cela rejoint l'idée de l'apprentissage par la pratique de John Dewey. Pour développer des compétences numériques supérieures ou des processus

cognitifs, il est important de bénéficier d'une expérience pratique et de comprendre les applications pratiques des connaissances. La robotique éducative permet tout cela; elle améliore les compétences numériques aussi bien des élèves que des enseignants, et pousse les élèves à s'impliquer davantage dans les matières où l'enseignant s'appuie sur la robotique.

Une URL utile

Le projet Erasmus+ Mentep a élaboré l'outil TET-SAT, une évaluation en ligne servant à évaluer les compétences pédagogiques des enseignants relatives à l'introduction de la technologie en classe: mentep.eun.org



Annexe 2

Le constructionnisme de Seymour Papert

Le chercheur qui s'est intéressé à la manière de concevoir la technologie numérique dans l'éducation est Seymour Papert. Il a repris la théorie du constructivisme de Jean Piaget selon laquelle le savoir ne peut pas être transmis brut d'une personne à une autre. D'après le spécialiste, la construction conceptuelle est plus efficace si elle s'appuie sur la construction d'objets concrets.

S. Papert travailla longtemps au Centre international d'épistémologie génétique de Piaget. Par conséquent, lorsqu'il rejoignit le Massachusetts Institute of Technology en 1964, il était déjà fortement influencé par les théories de J. Piaget sur l'apprentissage. Il parvint à élaborer des langages informatiques faciles à utiliser, même pour les très jeunes enfants, et fut responsable du projet qui a donné naissance au langage Logo, considéré comme le langage de programmation à visée pédagogique le plus célèbre. De plus, S. Papert fut le fondateur du groupe de travail sur l'épistémologie et l'apprentissage du MIT Media Laboratory. Il y étendit le langage Logo à un kit de robotique permettant ainsi aux enfants de disposer d'outils pour concrétiser la pensée abstraite mais aussi de créer des créatures artificielles.

En 1980, il publia l'ouvrage « Jaillissement de l'esprit » (« Mindstorms » en version originale) dans lequel il aborde la relation entre les enfants et les ordinateurs, ce qui a fait évoluer la culture pédagogique et la prise en compte des nouvelles technologies dans l'éducation. Selon S. Papert, chaque fois qu'une nouvelle technologie est inventée, son utilisation change la vie de ceux qui l'emploient, mais il faut du temps pour qu'une nouvelle culture de cette technologie s'établisse et que l'ensemble de la communauté concernée s'y adapte (Papert, 1980).

L'intégration de nouvelles technologies dans le système éducatif met beaucoup plus de temps que le développement et la création de nouvelles technologies. Par conséquent, les élèves vont souvent dans des écoles qui ne leur apprennent aucune compétence utile avec les nouvelles technologies alors qu'ils les utilisent pourtant depuis leur plus jeune âge.

« De manière générale, l'éducation est considérée comme un processus cyclique, où le processus d'apprentissage inclut les dernières innovations, modifiant le contenu et les stratégies d'enseignement, développant de nouveaux supports de cours, déterminant quelles compétences seront requises dans le futur, quels emplois seront recherchés sur le marché du travail, etc. Toutefois, le progrès technologique, qui continue de s'accélérer grâce aux possibilités offertes par la numérisation, risque de créer un effet centrifuge dans le processus éducatif en le fragmentant, en poussant les acteurs du monde éducatif à agir de manière indépendante et en diminuant le rôle de la pédagogie, ce qui nuira également à la qualité de l'enseignement. Les causes sont diverses. L'une d'entre elles est que les possibilités offertes par la technologie sont intéressantes et stimulantes et peuvent détourner l'attention des élèves du reste du processus éducatif. Elles sont souvent exclues dans la mesure où la technologie est jugée inutile pour le développement cognitif des élèves, étant donné qu'il faut tenir compte des régularités du développement des élèves et du besoin de favoriser le développement de leur capacité d'attention. Il faut évidemment laisser les élèves acquérir les connaissances nécessaires pour analyser les informations et prendre des décisions éclairées, et favoriser le développement de processus cognitifs supérieurs afin de créer de nouvelles innovations. Que le processus d'apprentissage

nécessite d'être intéressant et stimulant n'est pas un fait nouveau pour les éducateurs.

Cependant, la fascination exercée par la technologie nécessite d'analyser les risques potentiels que représente le concept de l'« intéressant », dans la mesure où les élèves détournent invariablement leur attention vers les technologies intéressantes. Ce processus de détournement d'attention peut mener au manque de développement de l'attention à long terme, c'est-à-dire qu'une information ou des fragments d'information sont stockés dans la mémoire, mais ne sont pas analysés dans une vision d'ensemble qui permet la synthèse des nouvelles informations et la construction de nouvelles connaissances.

Cela peut mettre en danger le développement métacognitif. Cela ne signifie pas pour autant que pour favoriser le développement de la métacognition, il faille fournir un environnement d'apprentissage exempt de toute technologie. Au contraire, il convient de mettre l'accent sur le travail pédagogique qui apportera la solution concernant la façon d'intégrer la technologie au processus éducatif et d'utiliser la force motrice du concept de l'« intéressant » de manière à focaliser l'attention des élèves et ainsi atteindre des niveaux supérieurs de développement cognitif (Linda Daniela, Smart Pedagogy, 2019).

S. Papert a élaboré un concept fondamental: le « micromonde ». Il s'est rendu compte qu'avant l'école primaire, tout le monde acquérait les compétences linguistiques propres à son environnement culturel et que dans un contexte formel, tout le monde n'était pas capable d'acquérir de nouvelles compétences. Il a donc proposé un environnement scolaire où il est possible de mettre en place des situations d'apprentissage reproduisant un apprentissage naturel. Et

c'est avec cet objectif qu'il faut voir l'importance du robot comme un outil permettant l'apprentissage en dehors des règles rigides imposées par les écoles. Ce concept est le point de départ du projet « Connected Mathematics » qui, par l'approche constructionniste, tente de changer la manière dont les mathématiques sont considérées et enseignées. Dans ce projet, nous essayons de montrer les mathématiques non plus comme une activité de « résolution de problèmes » mais comme une activité de « construction » dans le sens où les nouvelles technologies permettent de rendre concrets des concepts mathématiques abstraits.

Ces éléments ont fait grandir l'intérêt pour les activités coopératives et, par conséquent, pour l'apprentissage coopératif qui prend racine dans le constructionnisme.

Pour en savoir plus: connectedmath.msu.edu

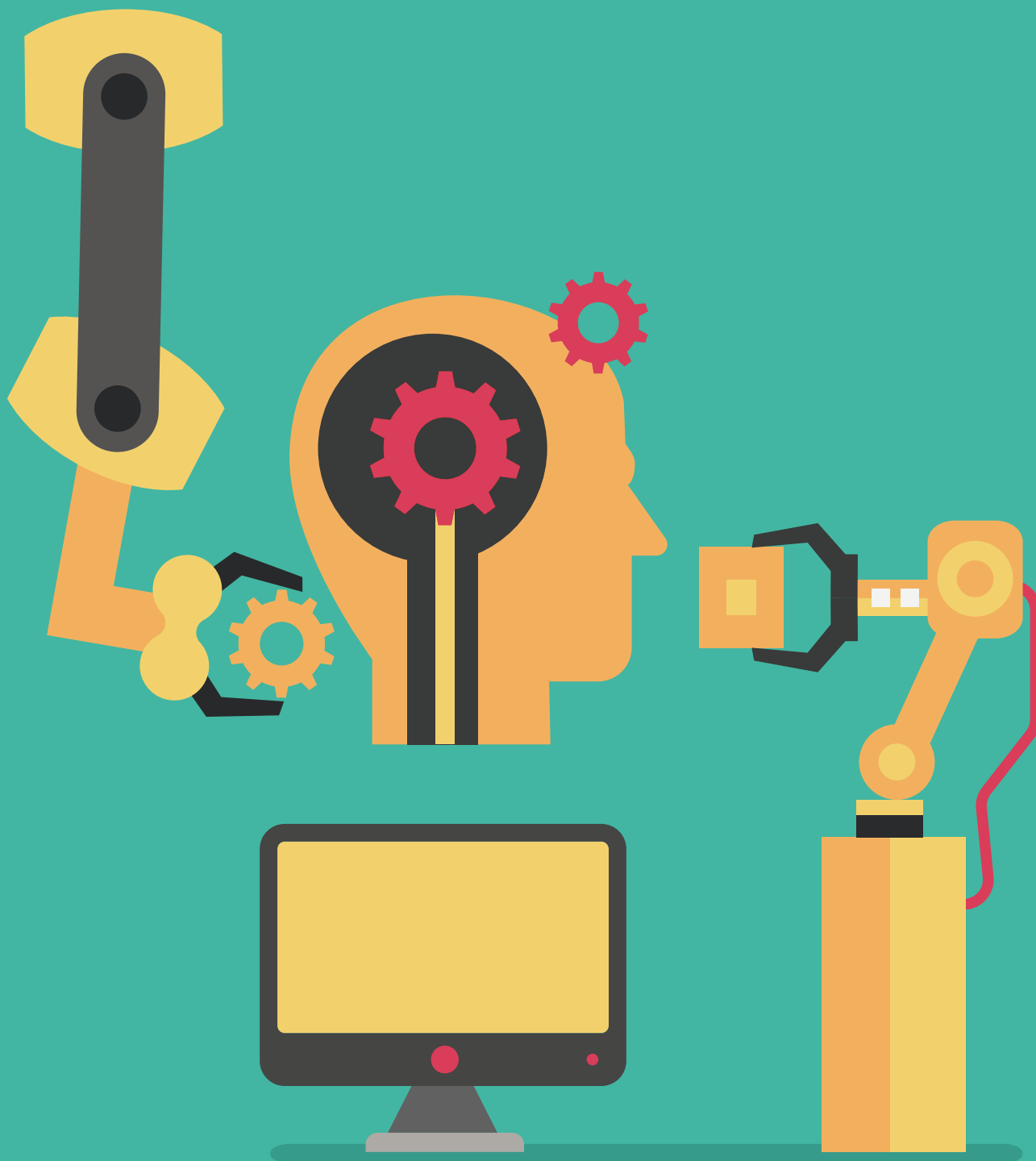
Références

- 1) Ackermann, E. (2001). Piaget's constructivism, Papert's constructionism: What's the difference. *Future of learning group publication*, 5(3), 438.
- 2) Alimisis, D. (2014). Educational robotics in teacher education: An innovative tool for promoting quality education. In *Teacher of the 21st century: Quality education for quality teaching* (p. 28-39). ISBN: 978-1-4438-5612-6.
- 3) Anderson, J. (2018). From the old new republic to a great community: Insights and contradictions in John Dewey's public pedagogy. *Media and Communication*, 6(1), 34-42. doi:10.17645/mac.v6i1.1172
- 4) Bandura, A. (1997). *Auto-efficacité: Le sentiment d'efficacité personnelle* Paris: De Boeck, 2007, 2e éd. (1^{re} éd. 2003)
- 5) Bell, R. L., Maeng, J. L., & Binns, I. C. (2013). Learning in context: Technology integration in a teacher preparation program informed by situated learning theory. *Journal of Research in Science Teaching*, 50(3), 348-379, <http://dx.doi.org/10.1002/tea.21075>
- 6) Catlin, D. (2019) *Beyond Coding: Back to the Future with Education Robots// dans Smart Learning with Educational Robotics Using Robots to Scaffold Learning Outcomes*. Ed. L.Daniela, Springer ISBN 978-3-030-19912-8
- 7) Catlin, D., Kandlhofer, M., Cabibihan, J.-J., Angel-Fernandez, J., Holmquist, S., Csizmadia, A.P. (2019) *EduRobot Taxonomy// dans Smart Learning with Educational Robotics Using Robots to Scaffold Learning Outcomes*. Ed. L.Daniela, Springer ISBN 978-3-030-19912-8
- 8) Collis, B., & Moonen, J. (2012). *Flexible learning in a digital world: Experiences and expectations*. London and New York: Routledge, Taylor & Francis Group.
- 9) Daniela, L. (2019) *Smart Pedagogy for Technology Enhanced Learning. Didactics of Smart Pedagogy: Smart Pedagogy for Technology Enhanced Learning*, ed. L.Daniela, Springer ISBN 978-3-030-01550-3, p. 3-22.
- 10) Daniela, L., Lytras, M.D., (2018) *Educational robotics for inclusive education// Technology, Knowledge and Learning*, pp 1-7, DOI: 10.1007/s10758-018-9397-5
- 11) Daniela, L., Strods, R. (2018) *Robot as Agent in Reducing Risks of Early School Leaving in: Innovations, Technologies and Research in Education*, ed. L.Daniela, Newcastle upon Tyne, Cambridge Scholars Publishing, pp 140-158, ISBN (10): 1-5275-0622-3.
- 12) Commission européenne[SD1]. (2005). *Éducation et formation tout au long de la vie et compétences clés pour tous: des contributions essentielles à la prospérité et à la cohésion sociale*. Bruxelles. Source: ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/fr/IP_05_1405
- 13) Fernandes, J. P. M., Araújo, A. F., & del Dujo, A. G. (2018). Democracy, intelligence and (sound) education in the perspective of John Dewey. *Educacao e Pesquisa*, 44(1). doi:10.1590/S1678-463420170916925.
- 14) Henry, T., & Murray, J. (2018). How does it feel? the affective domain and undergraduate student perception of fieldwork set in a broad pedagogical perspective. *Tuning Journal for Higher Education*, 5(2), 45-74. doi:10.18543/tjhe5(2)-2018pp45-74
- 15) Karampinis, T. (2018). Activities and experiences through RoboESL project opportunities. *International Journal of Smart Education and Urban Society*, 9(1), 13-24. doi: 10.4018/IJSEUS.
- 16) Karkazis, P., Balourdos, P., Pitsiakos, G., Asimakopoulos, K., Saranteas, I., Spiliou, T., & Roussou, D. (2018). To water or not to water: The Arduino approach for the irrigation of a field. *International Journal of Smart Education and Urban Society*, 9(1), 25-36. doi: 10.4018/IJSEUS.

- 17)** Migdley, C., & Urdan, T. (2001). Academic self-handicapping and performance goals: A further examination. *Contemporary Educational Psychology*, 26, 61-75.
- 18)** Morin, E. (1999). *Les Sept Savoirs nécessaires à l'éducation du futur*. Paris: Organisation des Nations Unies pour l'éducation, la science et la culture (Unesco).
- 19)** Moro, M., Agatolio, F., & Menegatti, E. (2018). The development of robotic enhanced curricula for the RoboESL project: Overall evaluation and expected outcomes. *International Journal of Smart Education and Urban Society*, 9(1), 48-60. doi: 10.4018/IJSEUS
- 20)** Phuapan, P., Viriyavejakul, C., Pimdee, P. (2016). An Analysis of Digital Literacy Skills among Thai University Seniors. *International Journal Of Emerging Technologies In Learning*, 11(3), 24-31.
- 21)** Ranieri, M. (2009). Cyberspace's Ethical and Social Challenges in Knowledge Society. In A. Cartelli, & M. Palma (Eds.), *Encyclopedia of Information Communication Technology* (p. 132-138). Hershey, PA: IGI Global. doi:10.4018/9781-59904-845-1.ch018
- 22)** Saltmarsh, J. (1996). Education for Critical Citizenship: John Dewey's Contribution to the Pedagogy of Community Service Learning. *Michigan Journal of Community Service Learning*. 13-21.
- 23)** Scaradozzi, D., Screpanti, L., Cesaretti, L. (2019) Towards a Definition of Educational Robotics: A Classification of Tools, Experiences and Assesments //dans *Smart Learning with Educational Robotics Using Robots to Scaffold Learning Outcomes*. Ed. L.Daniela, Springer ISBN 978-3-030-19912-8
- 24)** Commission européenne. Being digitally competent - a task for the 21st century citizen. 2019. Source: ec.europa.eu/jrc/en/digcomp
- 25)** Union européenne. (2016). Cadre européen des compétences numériques pour les citoyens (DigComp). Source: ec.europa.eu/social/main.jsp?catId=1315&langId=fr
- 26)** Mevarech, Z. R. & Kramarski, B. (1993), Vygotsky and Papert: social cognitive interactions within Logo environments. *British Journal of Educational Psychology*, 63: 96-109. doi: 10.1111/j.2044-8279.1993.tb01044.x
- 27)** Papert, S. (1980). *Jaillissement de l'esprit. Ordinateurs et apprentissage*. Paris: Flammarion, 1980.
- 28)** Scaradozzi, D., Screpanti, L., Cesaretti, L., Storti, M., & Mazzieri, E. (2018). Implementation and Assessment Methodologies of Teachers' Training Courses for STEM Activities. *Technology, Knowledge and Learning*, 1-21.
- 29)** Scaradozzi, D., Sorbi, L., Pedale, A., Valzano, M., & Vergine, C. (2015). Teaching robotics at the primary school: an innovative approach. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 174, 3838-3846.
- 30)** Vygotski, L. S. (1978). Interaction entre apprentissage et développement. Dans *Mind in Society* (p. 79-91). Cambridge, MA: Harvard University Press.
- 31)** Vygotsky, L. S. (1968). *Pensée et langage*. Paris: Éditions La Dispute, 1997
- 32)** Graham, C. R. (2013). Emerging practice and research in blended learning. Dans *Handbook of distance education*, (vol. 3, p. 333- 350).
- 33)** Bonk C.J., Graham C.R. (2013). *The handbook of blended learning: Global Perspectives, Local Designs*, books.google.lk/books?hl=en&lr=&id=2u2Tx-KO6PwUC&oi=fnd&pg=PT14&dq=what+is+blended+learning&ots=a1BVA-76Ecg&sig=bMkRdmroz21v9oaFnZHAMXNHPTM&redir_esc=y#v=onepage&q=what%20is%20blended%20learning&f=false
- 34)** Isaac Asimov, *Avant-propos, Handbook of Industrial Robotics*, 1985.

La robotique éducative

eMedia



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

eMedia (MEdia literacy and DIgital citizenship for All)
est un projet du programme Erasmus+ 2018-1-FR01-KA201-048117

