

Output 4

Version Finale

***Guide pour
l'enseignement
supérieur***

CHAIN 

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



Partenaires du projet



Auteur : Vítor Ferreira (*IPLeiria*)

Relecture : *Vitor Ferreira (IPLeiria), Maria Helena Antunes (AidLearn), Denitsa Seykova (ECQ), Clemens Fischer (FH JOANNEUM)*

Co-auteurs :

Nom du projet

Changing SME business by industry 4.0

Acronyme du projet

Chain Project

Numéro du projet

Project No 2018-1- PT01-KA203-047330

Durée du projet

01.11.2018 – 31.10.2020



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

Ce projet a été financé avec le soutien du programme Erasmus + de l'Union européenne.

Le soutien de la Commission européenne à la production de cette publication ne constitue pas une approbation du contenu qui reflète uniquement les opinions des auteurs, et la Commission ne peut être tenue responsable de l'utilisation qui pourrait être faite des informations qui y sont contenues.

SOMMAIRE

1.	Abréviations et acronymes	5
1.1.	<i>Introduction</i>	6
1.2.	<i>2. Nouvelles compétences de l'enseignement supérieur et Industrie 4.0</i>	7
1.3.	<i>3. Éléments retenus grâce au projet CHAIN</i>	10
1.4.	<i>4. Analyse des écarts</i>	11
1.5.	<i>5. Suggestions pour développer des programmes et des méthodologies basés sur CHAIN dans l'enseignement supérieur</i>	12
1.6.	<i>6. Discussion et Conclusions – impacts pour les consultants et l'Enseignement supérieur</i> ..	13

1. Abréviations et acronymes

IA – Intelligence Artificielle

RA – Réalité Augmentée

BM – Business Model

CAO – Conception Assistée par Ordinateur

CEO - financial Officer Chief

CPS – Cyber-physical Systems

PME – Petites et Moyennes Entreprises

1. Introduction

La façon dont nous voyons le monde change radicalement à chaque nouvelle révolution industrielle. L'utilisation croissante de la vapeur, de l'électricité, de la production de masse et de l'insertion d'appareils électroniques programmables a marqué les trois premières révolutions. Le quatrième, cependant, était axé sur le développement d'Internet, de petits capteurs puissants et connectables, des logiciels et du matériel de plus en plus sophistiqués, des machines qui apprennent et collaborent en créant de gigantesques réseaux de « choses », le tout à des prix plus abordables.

La quatrième révolution industrielle change profondément la façon dont nous sommes, vivons, travaillons et interagissons. Ce changement affecte l'avenir du travail, créant des modèles commerciaux, nécessitant une reformulation des systèmes de production, de consommation, de transport et de logistique, accélérant la transition d'une économie basée sur les ressources à une économie basée sur la connaissance. Cette réalité nécessite de nouvelles compétences de la part des personnes et des modèles de recrutement, qui ont un impact sur l'élargissement des écarts de compétences sur le marché du travail et exigent une réponse des établissements d'enseignement pour combler ces lacunes.

Ce document est le résultat des leçons apprises dans le cadre du projet CHAIN et vise à fournir la base du changement de programme nécessaire dans l'enseignement supérieur pour répondre aux défis soulevés par l'industrie 4.0.

Tout au long du projet, les concepts de l'industrie 4.0 (I4.0) et l'état de l'art ont été analysés dans la brochure et plusieurs études de cas ont été développées pour comprendre comment les PME font face à la réalité de I4.0. Par la suite, le cours pilote a été développé à partir d'un manuel qui vise à enseigner aux étudiants et aux managers ce qu'est I4.0, mais aussi à préparer les organisations en termes de technologie et de stratégie pour un processus de transformation numérique. La mise en œuvre du cours pilote a permis de tirer des leçons et des conclusions sur la manière de changer les contenus et les méthodologies des cours d'enseignement supérieur.

Par la suite, une analyse curriculaire a été réalisée dans chacun des pays des institutions du projet CHAIN, afin d'identifier les lacunes programmatiques et curriculaires dans les cours d'enseignement supérieur, en tenant compte des exigences de I4.0.

Dans le même temps, un ensemble de rapports a été analysé et croisé avec les leçons tirées du projet CHAIN pour élaborer des suggestions susceptibles d'améliorer le développement des programmes dans les établissements d'enseignement supérieur.

1.1. Pourquoi un guide ?

Outre les conclusions et les résultats du projet, les leçons apprises peuvent aider les établissements d'enseignement supérieur et la formation professionnelle (EFP) à avoir une stratégie claire pour le développement de nouveaux programmes. D'autant que I4.0 implique des concepts transversaux qui ne sont pas toujours abordés dans les structures curriculaires (les curricula actuels ont été créés pour former des techniciens et des managers de la 3e révolution industrielle et non de la quatrième). Ces suggestions fournissent une meilleure image de ce à quoi l'avenir souhaité devrait ressembler et passent d'une approche réactive à une approche proactive, préparant les étudiants à l'apprentissage tout au long de la vie, offrant une « éducation globale », en gardant à l'esprit comment le futur travail évoluera, en impliquant activement les étudiants dans l'élaboration et la mise en œuvre du curriculum tout en respectant leur diversité.

Dans le même temps, ces directives peuvent améliorer l'environnement d'apprentissage, à la fois physique et virtuel. I4.0 appelle à un apprentissage par problèmes en encourageant les étudiants à travailler sur des problèmes difficiles de la vie réelle, en contextualisant leur apprentissage théorique dans la pratique et en évitant ainsi une réflexion standardisée et en stimulant la créativité. Ainsi, I4.0 met l'accent sur les compétences créatives et de résolution de problèmes, car les réponses standardisées sont développées par des machines. Ces nouveaux environnements d'apprentissage peuvent offrir des expériences pertinentes aux conditions de travail du monde réel. À titre d'exemple, les stagiaires s'impliquent physiquement et / ou virtuellement dans un environnement d'usine, avec des équipements modernes et de pointe et encourageant l'apprentissage collaboratif, qu'il soit physique ou virtuel. Les outils et méthodes pour cela sont, entre autres : les cours en ligne ouverts massifs (MOOC), le m-learning, la gamification, la réalité virtuelle et augmentée, l'intelligence artificielle.

Enfin, le contenu du programme doit être adapté pour inclure des concepts techniques tels que l'apprentissage automatique, la science des données (les étudiants et les travailleurs apprennent comment acquérir des connaissances sur « l'océan » de données en croissance et comment savoir quoi en faire une fois trouvé), additif fabrication, matériaux intelligents, intelligence artificielle, Internet des objets, analyse prédictive, technologies de réalité virtuelle et augmentée. Mais aussi des disciplines non techniques telles que la communication, la gestion de projet, la créativité, l'innovation et la gestion des modèles commerciaux.

Pour vous guider dans cette multitude de sujets différents, ce document est divisé en 6 sections. Le premier, l'introduction donne un bref aperçu des lignes directrices, suivi par le second réfléchissant sur l'enseignement supérieur (HE) et I4.0. La troisième section traite des leçons apprises dans le cadre du projet CHAIN, telles que les exigences en matière de compétences, où dans la quatrième les lacunes dans les programmes disponibles face aux compétences requises pour « l'usine intelligente » sont identifiées. La cinquième section comprend des suggestions pour l'élaboration de programmes basés sur CHAIN et méthodologies de l'enseignement supérieur pour présenter les conclusions et les implications pour les établissements d'enseignement supérieur et l'EPF dans la sixième section.

1.2.2. Nouvelles compétences de l'enseignement supérieur et Industrie 4.0

Les grands changements en cours engendrés par la 4e révolution industrielle en termes de compétences posent des défis à l'enseignement supérieur.

Les données présentées par Lorenz (2015) prévoient qu'en Allemagne, d'ici 2025, environ 610.000 emplois liés à l'assemblage et à la production seront perdus, mais une augmentation estimée de 960.000 nouveaux postes liés aux technologies de l'information, avec une augmentation nette d'environ 350.000 emplois.

Il est essentiel que les nouveaux étudiants et travailleurs disposent de l'accompagnement et des instructions nécessaires pour pouvoir s'adapter et travailler ensemble avec les nouveaux services et les nouvelles technologies dans les nouveaux métiers.

Les gens devront être formés aux nouvelles technologies pour que la fusion entre les êtres humains et les machines soit possible et réalisable. Cette fusion est nécessaire pour concilier l'automatisation des processus de production, la maîtrise des outils pour utiliser des systèmes cyber-physiques, ainsi que les ressources informatiques. I4.0 n'a pas l'intention d'éliminer les travailleurs pour la production, mais son approche consiste

à effectuer un travail complémentaire, où les êtres humains et les systèmes automatisés sont liés pour réaliser des améliorations dans la production.

Des domaines tels que la technologie de l'information (TI) et l'ingénierie sont fondamentaux lors de l'intégration de I4.0, car la technologie de l'information est liée au développement des dernières technologies et au développement de systèmes informatiques, à savoir l'intelligence artificielle. Les ingénieurs sont responsables de la fabrication des machines et des systèmes physiques, ainsi que de la connexion des systèmes informatiques aux machines.

Au contraire, il y a des emplois que les développements technologiques ne peuvent intégrer dans les machines et qui nécessitent une intervention humaine, sont appelés tâches non routinières et sont divisés en deux groupes. La première catégorie concerne les tâches « abstraites » qui nécessitent des compétences telles que l'intuition, la créativité et la persuasion pour résoudre des problèmes normalement pas quotidiens, pour lesquelles des travailleurs qualifiés, des spécialistes possédant des compétences analytiques et communicatives dans les deux domaines, sont employés. Le domaine technique en tant que gestion, a été important pour la prise de décision. La deuxième catégorie, appelée tâches « manuelles », nécessite des compétences d'adaptation aux situations, de perception du langage, de capacité à interagir avec le milieu naturel, les personnes et l'environnement, reposant davantage sur un traitement direct pour résoudre les besoins spécifiques de chaque utilisateur.

Par conséquent, I4.0 soulève la nécessité d'investir davantage dans les sciences de l'ingénieur de base, telles que l'informatique, l'électronique et l'ingénierie des machines. Le programme des cours d'ingénierie doit tenir compte des principes de conception de la quatrième révolution industrielle, en plus des approches conceptuelles par le biais de conférences et d'autres cours de formation dans le cadre du contenu à explorer. La connaissance des nouvelles technologies est nécessaire pour créer une vision du développement technologique.

Le système d'enseignement supérieur a besoin d'un transfert permanent de connaissances pour le développement des compétences requises. La coopération entre entreprises et universités devrait se développer dans les années à venir, notamment en ingénierie, en raison du manque de compétences sur les sites de production. Une compréhension de base de la gestion de l'information et de la science des données (ainsi que des questions éthiques et juridiques impliquées) est essentielle pour le sujet de plus en plus important de la création de valeur, ainsi que pour gérer les besoins d'informations internes et externes. Ce rôle est accentué à mesure que les économies de réseau deviennent plus courantes, mais il nécessite également une compréhension de la cybersécurité et le déploiement stratégique d'outils modernes de contrôle de la qualité.

L'apprentissage mobile et l'apprentissage en ligne revêtent également une importance particulière pour l'enseignement, car les processus de travail changent ou ne sont même pas transférables. L'apprentissage doit avoir lieu tout au long du processus et les éducateurs doivent être formés à cet égard, produisant des données qui peuvent être analysées automatiquement et instruisant / enseignant les travailleurs avant qu'ils ne subissent l'impact de la numérisation. Les processus d'apprentissage peuvent être déclenchés par des données provenant de systèmes cyber-physiques résultant de processus de travail, ce qui permet une formation mobile en milieu de travail. Une approche pédagogique qui permet aux étudiants de mettre en œuvre et de tester indépendamment leurs propres projets est importante. En utilisant l'infrastructure du réseau, les étudiants acquièrent des connaissances sur les technologies industrielles émergentes et deviennent des acteurs de l'industrie.

La préparation à I4.0 implique le développement de compétences numériques et la mise en place de programmes d'enseignement technologique. Dans le même temps, les tâches de routine devant être automatisées, la future main-d'œuvre doit être prête à prendre des initiatives, à générer de la créativité et à prendre des décisions. De cette manière, des connaissances interdisciplinaires sont nécessaires pour développer des solutions créatives à des problèmes complexes. Ce type de solutions n'existe pas toujours dans les universités, plus centré sur la spécialisation verticale que sur l'interdisciplinarité, donnant une orientation purement technologique aux cours d'ingénierie et une orientation purement sociale / communicationnelle aux cours de gestion. Il est donc essentiel que les cours de gestion comprennent une compréhension de la culture technologique et des plateformes numériques, mais aussi que les cours d'ingénierie permettent une compréhension plus large de la société, des modèles commerciaux de leadership, de communication et de relations interpersonnelles.

Par conséquent, des compétences personnelles telles que de solides capacités de communication orale et de persuasion, la pensée critique, la coordination avec les autres, l'intelligence émotionnelle, le jugement (lié à la prise de décision), l'orientation vers le service, la négociation et la flexibilité cognitive sont fondamentales. Le cadre de référence européen définit 8 compétences essentielles pour l'avenir : langues maternelles et étrangères, communication, mathématiques, compétences de base en science et technologie, compétences numériques, apprendre à apprendre, compétences sociales et civiques, sens de l'initiative et esprit d'entreprise et sensibilisation à la culture et expression.

Ces compétences nécessitent un apprentissage continu et la création / gestion d'équipes multidisciplinaires, qui comprennent les interactions et les possibilités des différentes technologies. La flexibilité permet un apprentissage mutuel, une meilleure collaboration et la création de nouvelles solutions.

La connaissance de soi et l'apprentissage tout au long de la vie sont essentiels pour les travaux futurs. Les établissements d'enseignement supérieur ont un rôle fondamental à jouer dans la formation des futurs professionnels pour façonner ces solutions.

Enfin, la connaissance des problèmes de durabilité et des solutions existantes doit servir de guide pour le développement technologique. Comprendre l'impact de la technologie, aux niveaux local et mondial, doit devenir une considération centrale dans le processus de prise de décision à long terme, en particulier lorsque la résolution des problèmes de rareté devient une nécessité pour tous.

Néanmoins, il existe des obstacles à la mise en œuvre de ces nouveaux concepts et idées, liés à I4.0. Le changement n'est généralement pas récompensé dans les programmes scolaires. La plupart des cours sont évalués par des agences nationales et ces évaluations nécessitent une stabilité des programmes sur de longues périodes. Des changements considérables dans les programmes exigent la soumission de nouveaux cours à ces organismes nationaux, ce qui prend généralement du temps et est un processus quelque peu bureaucratique. Par conséquent, les enseignants / formateurs ne sont généralement pas récompensés pour l'introduction du changement et peuvent même être « punis » pour s'être écartés de l'approche conventionnelle convenue. Sans le soutien des organismes nationaux ou même de la direction de l'enseignement supérieur, les enseignants / formateurs ne sont guère incités à développer et à adopter des innovations dans les programmes ou dans les méthodologies.

Dans le même temps, la multidisciplinarité abordée est également un obstacle, car les institutions académiques ont tendance à se spécialiser dans les cours (BA, MSc, PhD) mais aussi dans l'organisation. Les départements comme l'informatique, le génie mécanique, l'administration des affaires et l'ingénierie

électronique interagissent généralement rarement avec les uns des autres, ce qui est le contraire de ce qui a été discuté.

Dans le même temps, il y a un manque d'accès aux infrastructures et le besoin d'investissements importants dans les machines, l'IdO, les nouveaux matériaux, etc. De nombreux prestataires d'éducation et de formation n'ont donc pas les moyens d'acheter des équipements de pointe.

Enfin, la plupart des méthodologies d'enseignement sont plus ou moins archaïques, se concentrant sur une livraison passive de contenus, tandis que I4.0 nécessite la résolution de problèmes, la créativité et la pensée systémique. L'objectif ultime devrait être de former des personnes innovantes capables de développer leur autonomie, leur efficacité personnelle et de favoriser un esprit d'entreprise.

Ce besoin s'est accru avec l'émergence de la Pandémie en 2020. L'impact soudain des changements de routine au travail, à l'étude, dans les relations, dans les besoins, en ces temps d'isolement social, a provoqué des ruptures avec des habitudes enracinées et des réflexions sur l'essentiel et ce qui est superflu, en plus de demander de la patience, développer les activités différemment.

L'utilisation des ressources virtuelles a été mise au point et ses qualités et ses problèmes se font ressentir. Tout cela a ébranlé les convictions et le confort concernant les sens et le sens de la formation des générations futures. La question de l'humain dans et avec son environnement est apparue, qui en elle-même renvoie à ce que ce projet avait déjà découvert avant cette situation. Le travail et l'éducation étaient déjà transformés par la numérisation. La classe virtuelle est l'occasion de préparer les étudiants à de nouvelles formes de travail, d'interagir avec des outils qui seraient déjà fondamentaux dans le monde I4.0.

1.3.3. *Éléments retenus grâce au projet CHAIN*

Les différentes étapes du projet CHAIN nous ont permis d'affiner les concepts d'I4.0 et de comprendre comment les PME s'adaptent et développent des stratégies de transformation numérique.

Nous avons pu discerner que les voies de transformation numériques réussies nécessitaient une réflexion systémique, une nouvelle vision et l'adaptation du modèle commercial pour accueillir les nouvelles technologies afin de créer de la valeur d'une manière différente. Dans le même temps, les compétences liées à l'informatique ont commencé à imprégner toutes les tâches industrielles, exigeant des PME de former du personnel et d'embaucher des professionnels dotés d'un ensemble de compétences différent. L'automatisation accrue, l'utilisation de CFS et les capacités de réseau conduisent à différents types d'usine (usine intelligente), qui nécessitent des connaissances en analyse de données, en technologies de communication ainsi que des connaissances sur la fabrication numérique avancée.

Avec l'aide de notre brochure, les leçons tirées de nos études de cas, nous avons conçu un manuel de l'enseignant, qui englobe la multidisciplinarité dont nous avons discuté au chapitre précédent, qui prend en compte les technologies issues de différents domaines de l'ingénierie (robotique, communication, génie mécanique, informatique, etc.) ainsi que des concepts de gestion et d'innovation. Le cours CHAIN était une opportunité d'apprentissage innovante pour autonomiser, étendre et développer les connaissances et les compétences des étudiants de l'enseignement supérieur et des PME (gestionnaires et propriétaires) pour les aider à répondre aux besoins des entreprises vers I4.0. Ce cours et ce manuel comprenaient les principaux concepts et l'histoire de I4.0 (permettant aux étudiants de comprendre les impacts, les avantages, les obstacles et les exigences au changement), la stratégie pour I4.0 (permettant aux étudiants de comprendre de nouveaux

modèles commerciaux et comment créer une feuille de route organisationnelle), suivi de l'identification des dimensions technologiques et humaines nécessaires à la mise en œuvre de I4.0. Enfin, les étudiants devaient mettre en œuvre un projet pilote, utiliser ces concepts dans la pratique.

De ces projets, nous avons appris que cette réalité complexe nécessite une nouvelle approche des aptitudes et des compétences. Comprendre les nouvelles technologies est nécessaire pour créer une vision du développement technologique et est aussi important que d'investir dans la formation aux concepts d'ingénierie. Ces concepts sont entre autres la programmation, la science des données, les interfaces homme-machine, la communication de données et les réseaux et les protocoles de communication, la fabrication additive, l'apprentissage machine / intelligence artificielle, l'IoT, la simulation avancée et la modélisation d'installations virtuelles, les solutions cloud, pour n'en nommer que quelques-uns. Nous avons compris que les processus d'apprentissage peuvent être déclenchés par des données provenant de systèmes cyber-physiques résultant de processus de travail, ce qui permet la création de nouveaux produits, stratégies ou modèles commerciaux. En utilisant l'infrastructure de l'usine intelligente, les étudiants deviennent des acteurs de l'industrie, générant de nouvelles solutions et minimisant les interactions et les possibilités des différentes technologies.

Dans le même temps, des compétences telles que de solides compétences en communication orale et en persuasion, la pensée critique, la résolution de problèmes, la flexibilité (soulignée par le fait que le changement est plus rapide) que le travail d'équipe, la prise de décision, l'orientation vers le service, la négociation et la flexibilité cognitive étaient fondamentales, dans un contexte qui permet un apprentissage continu et la création.

1.4. 4. *Analyse des écarts*

Une analyse rapide a été menée en France, en Bulgarie, au Portugal et en Autriche. Nous avons analysé les programmes des cours de l'enseignement supérieur en ingénierie, gestion et sciences sociales. Néanmoins, ce document ne présente pas une liste exhaustive des formations autour de l'Industrie 4.0 L'analyse réalisée se base uniquement sur un travail de veille et sur l'interprétation des programmes de formation dispensés en ligne.

Nous avons découvert que :

- La plupart des diplômes en sciences sociales ne faisaient aucune mention d'Industrie 4.0. Néanmoins, certains ont abordé l'innovation (et sa gestion), la gestion de la technologie et plusieurs compétences générales importantes pour l'industrie 4.0.
- En termes d'ingénierie et de gestion, il existe plusieurs masters et cursus spécialisés (au Portugal, en France et en Autriche) qui abordent non seulement plusieurs dimensions de l'Industrie 4.0, mais qui s'y concentrent (comme « Master - Génie Industriel 4.0 », « Master Industrialisation Manager 4.0 », Master - Transformation Digitale pour l'Industrie, Master - Industrie 4.0 et systèmes intelligents)
- Néanmoins, certains cours n'abordent pas tous les sujets technologiques (le plus souvent Big Data, VR, Cybersécurité, IA et certains cours de fabrication additive) mais les cours à orientation technologique manquent de sujets en gestion du changement ou de sujets généraux en management et psychologie)

1.5. 5. Suggestions pour développer des programmes et des méthodologies basés sur CHAIN dans l'enseignement supérieur

Sur la base des sections précédentes, de l'analyse des lacunes menée sur les pays du CHAIN-Consortium, de plusieurs études décrites dans notre liste de référence et de plusieurs rapports européens, nous avons compilé une liste de compétences qui devraient faire partie des curricula des établissements d'enseignement supérieur afin pour préparer des étudiants qui s'intègrent mieux dans un monde I4.0.

Nous avons divisé nos suggestions en 3 compétences spécifiques à une discipline : l'ingénierie, la gestion et l'innovation. Si les compétences en ingénierie sont un peu plus complexes à mettre en œuvre dans les cours d'ingénierie spécialisés, mais nous considérons que toutes devraient aborder, plus ou moins, ces sujets (de manière plus intensive ou moins intensive, en tenant compte de chaque spécialisation en ingénierie). Les suggestions de management et d'innovation intègrent une perspective plus en phase avec la spécialisation actuelle.

Dans le même temps, nous proposons des compétences comportementales, qui ne sont pas basées sur la discipline, mais qui devraient être enseignées / formées dans tout type de cours, afin de préparer une main-d'œuvre plus adaptée à la nouvelle réalité.

Tableau 1 - Compétences pour l'industrie 4.0

Base de compétences par discipline			Savoir-être
Ingénierie	Management	Innovation	
Analyse de données avancée	Gestion du changement	Conception pour l'interaction Homme-Machine	Compétences humaines Soft Skills (Capacité travailler en équipe, Leadership, Compétences relationnelle et sociale, compétences en communication, négociation)
Interfaces Homme-Machine	Business Strategie et Business Models	Design Thinking	Compétences en résolution de problèmes
Technologies de transfert numérique-physique	Compétences numériques	Créativité	Pensée systémique
Communication de données et réseaux et protocoles de communication	Communication	Ergonomie	Pensée technologique
Technologies de transfert numérique-physique (Impression 3D)	Leadership Innovant		
Simulation avancée et modélisation d'usine virtuelle	Processus technologiques : prévision et		

	planification, mesures, planification		
Systèmes intégrés de contrôle et de gestion de la qualité des produits et des processus en boucle fermée.	Talent Management		
Intelligence Artificielle et Machine Learning	Analyse de systèmes		
Robotique	Stabilité		
Inventaire temps réel et système d'optimisation logistique	Gestion des connaissances		
Automatisation	Instruction et compréhension technologiques		
Programmation			
Mécatronique			
Cybersécurité			
Réalité Augmentée et Réalité Virtuelle			
IoT			
Cloud Solutions			

1.6. 6. Discussion et Conclusions – impacts pour les consultants et l'Enseignement supérieur

La formation future pour I4.0 devra offrir un apprentissage engageant, en utilisant des méthodologies actives. À travers eux, l'élève cesse d'assimiler passivement les connaissances et est constamment incité par les enseignants - qui acquièrent le rôle de mentors - dans la recherche de réponses et la résolution de problèmes.

Ce nouveau modèle d'éducation (Education 4.0) est centré sur le concept de « l'apprentissage par l'action ». Le modèle donne la priorité au développement personnel des élèves et à la construction de valeurs, de connaissances et de compétences basées sur l'expérience de différentes activités. L'apprentissage est plus rapide et plus riche lorsqu'il se produit à travers des expériences pratiques et des activités appelées « pratiques ». Encore mieux si elles se produisent dans les espaces des fabricants, un autre concept d'innovation. Le but des activités « pratiques » est de rendre l'apprentissage plus significatif pour les élèves, et cela peut se produire même avec des articles recyclables et des rebuts. Ce qui est en jeu dans ce type d'exercice, c'est le processus de construction, et pas nécessairement le produit.

Mais en même temps, la technologie apparaît comme un atout pour rendre l'apprentissage flexible et augmenter. Dans Education 4.0, la qualité des plates-formes d'enseignement technologique est presque aussi importante que celle des enseignants. Par conséquent, les gestionnaires doivent avoir une connaissance approfondie des logiciels éducatifs disponibles sur le marché. Ce n'est qu'alors qu'ils pourront choisir la

solution la plus cohérente face à la réalité de l'institution. L'environnement d'apprentissage virtuel (VLE) et les plates-formes d'enseignement adaptatif en font partie.

Outre l'utilisation de méthodologies actives, l'hybridité dans l'enseignement est un autre instrument important de l'innovation dans l'éducation 4.0, en particulier dans l'enseignement supérieur. Le mélange de rencontres en personne et d'activités à médiation technologique a déjà démontré qu'il optimise l'apprentissage et est mieux adapté aux besoins des étudiants. Le modèle préconise l'intégration d'approches en ligne et hors ligne pour créer un environnement propice à l'éducation basée sur l'expérience. Cela va au-delà de la simple insertion de smartphones et d'ordinateurs dans la salle de classe.

L'enseignement hybride propose l'utilisation conjointe de ressources qui stimulent réellement les compétences numériques et l'intelligence des étudiants. La pratique a même son propre environnement pour se produire : on les appelle des makerspaces - des espaces de création. Les makerspaces sont un laboratoire d'expérimentation, équipé de plusieurs ressources - des scies et des coupeurs de bois aux imprimantes 3D et aux logiciels de programmation. Aussi connus sous le nom de pôles d'innovation, ces environnements encouragent le développement de produits et de projets, encourageant les étudiants à être créatifs et tolérants à l'erreur.

Un point important pour l'adoption de la culture maker dans les EES est d'associer des pratiques à des projets interdisciplinaires, qui peuvent non seulement développer les compétences socio-émotionnelles des étudiants, mais également offrir des améliorations pour la société. De plus, l'outil stimule la capacité des étudiants à faire face aux nouvelles technologies et innovations. Ce n'est d'ailleurs pas un défi réservé aux étudiants.

Les programmes devraient également être mis à jour avec l'4.0. Ils deviennent beaucoup plus transversaux, éliminant l'idée de disciplines séparées par des « boîtes ». Après tout, les connaissances ne se construisent pas de manière départementale.

Cependant, la mise en œuvre des innovations prévues par l'Education 4.0 nécessite des changements. Le premier et le plus essentiel est la formation des enseignants, qui continuent à jouer un rôle pertinent et fondamental dans l'enseignement de l'avenir. Ces professionnels devront avoir la sagesse et les qualifications nécessaires pour faire face à la fois aux nouvelles technologies et aux différentes méthodes pédagogiques. Les établissements d'enseignement doivent également adapter leurs infrastructures. En plus d'investir dans la technologie pour l'enseignement et l'apprentissage à distance, il vaut la peine de repenser la salle de classe pour les activités en face à face. Les espaces de création où les étudiants peuvent créer des prototypes et expérimenter sont des alliés importants de l'innovation. Le résultat est la formation d'un étudiant plus autonome, avec une pensée critique et beaucoup plus préparée à faire face aux défis du marché du travail.

Références

Adolph S, Tisch M, Metternich J. CHALLENGES AND APPROACHES TO COMPETENCY DEVELOPMENT FOR FUTURE PRODUCTION. J Int Sci Publ. 2014;12. <https://www.scientific-publications.net/get/1000008/1409891931462307.pdf>. Accessed May 29, 2018.

BAYGIN, Mehmet; YETIS, Hasan; KARAKOSE, Mehmet; AKIN, Erhan. An effect analysis of industry 4.0 to higher education. Information Technology Based Higher Education and Training (ITHET), 2016. 15th International Conference on, 2016. IEEE. p.1-4

European Parliament C of the EU. Recommendation of the European Parliament and of the Council of 18 December 2006 on Key Competences for Lifelong Learning.; 2005. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/ALL/?uri=celex:32006H0962>. Accessed September 25, 2018.

Executive Agency for Small and Medium-sized Enterprises (European Commission) , PwC (2020), INDUSTRY 4.0 IMPLICATIONS FOR HIGHER EDUCATION INSTITUTIONS, Luxembourg: Publications Office of the European Union (2020), ca. 214 S.

FLYNN, Joseph.; DANCE, Steven.; SCHAEFER, Dirk. Industry 4.0 and its potential impact on employment demographics in the UK. Advances in Transdisciplinary Engineering, 2017. Conference Paper. p.239-244.

HIDAYAT, Taufiq; SUSILANINGSIH, Endang; KURNIAWAN, Cepi. The effectiveness of enrichment test instruments design to measure students' creative thinking skills and problem-solving. Thinking Skills and Creativity, v. 29, p. 161-169, 2018/09/01/ 2018.

JACQUES, Harald; LANGMANN, Reinhard. Dual study: A smart merger of vocational and higher education. IEEE Global Engineering Education Conference, EDUCON, 2016. Conference Paper. p.434-437.

JÄGER, Andreas; BAUER, Jörg; HUMMEL, Vera; SIHN, Wilfried. LOPEC – Logistics Personal Excellence by Continuous Self-assessment. Procedia CIRP, v. 25, p. 69-74, 2014/01/01/ 2014.

JASCHKE, Steffen. Mobile learning applications for technical vocational and engineering education: The use of competence snippets in laboratory courses and industry 4.0. Interactive Collaborative Learning (ICL), 2014 International Conference on, 2014. IEEE. p. 605-608.

KORTELA, Jukka; NASIRI, Babak; SMIRNOV, Alexander; LAHNALAMMI, Antton; JÄMSÄ- JOUNELA, Sirkka-Liisa. Educational Setup for Service Oriented Process Automation with 5G Testbed. IFAC-PapersOnLine, v. 50, n. 2, p. 127- 132, 2017.

KURUCZLEKI, Eva; PELLE, Anita; LACZI, Renata; FEKETE, Boglarka. The Readiness of the European Union to Embrace the Fourth Industrial Revolution. Management (18544223), v. 11, n. 4, 2016.

Miller R. Futures literacy: A hybrid strategic scenario method. Futures. 2007;39(4):341-362. doi:10.1016/J.FUTURES.2006.12.001

Schwab K. The Fourth Industrial Revolution: what it means and how to respond | World Economic Forum. World Economic Forum. <https://www.weforum.org/agenda/2016/01/the-fourth-industrial-revolution-what-it-means-and-how-to-respond>. Published 2016. Accessed April 11, 2018.

Stanwick, J., and Frazer, K.Kelly (Ed).(2013). Glossary of VET, Updated September 2013, NECVER.



WORLD ECONOMIC FORUM. The Future of Jobs: Employment, Skills and Workforce Strategy for the Fourth Industrial Revolution. Global Challenge Insight Report, Jan. 2016.