

## ABORDANDO A INDÚSTRIA 4.0 EM AULAS DE CIÊNCIAS A PARTIR DE INTERVENÇÕES EDUCACIONAIS

### ADDRESSING INDUSTRY 4.0 IN SCIENCE CLASSES FROM EDUCATIONAL INTERVENTIONS

Cleiton Domingos Maciel<sup>1,2</sup>, Maurício Pietrocola<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Instituto Federal de São Paulo, cleiton.maciel@ifsp.edu.br

<sup>2</sup>Universidade de São Paulo/Faculdade de Educação, mpietro@usp.br

#### Resumo

A humanidade está testemunhando um momento único na sua história, o desenvolvimento de um novo modelo industrial conhecido como Indústria 4.0, em referência à Quarta Revolução Industrial. Os profissionais que trabalham neste novo paradigma industrial necessitarão de competências específicas. De acordo com o relatório de 2020 do Fórum Econômico Mundial, as principais competências necessárias aos profissionais a partir do próximo ano, incluem a capacidade de resolver problemas complexos, o domínio das tecnologias de informação e comunicação (TIC), apresentar pensamento crítico e criativo, entre outras. Para além das implicações econômicas, este novo modelo industrial exerce também um forte impacto na educação, uma vez que caberá às escolas formar profissionais qualificados para estas necessidades futuras. Considerando que a educação profissional e tecnológica será uma das principais modalidades para a formação desse perfil profissional, este trabalho apresenta uma proposta de desenvolvimento de uma sequência de ensino-aprendizagem que visa articular os conceitos da Indústria 4.0 e da disciplina de Física com as demais áreas do conhecimento, em um curso técnico integrado ao ensino médio, de forma a contribuir para a formação integral do público-alvo nesse nível de ensino. Para levar a cabo a construção da sequência de ensino-aprendizagem, será adotada a pesquisa baseada em design, metodologia que terá a educação politécnica como um dos princípios que orientará o desenvolvimento desta intervenção educacional.

**Palavras-chave:** Indústria 4.0; Pesquisa Baseada em Design; Sequências de Ensino-Aprendizagem; Educação profissional, Ensino de Ciências.

#### Abstract

Humanity is witnessing a unique moment in its history, the development of a new industrial model known as Industry 4.0, in reference to the Fourth Industrial Revolution. Professionals working in this new industrial paradigm will need specific skills. According to the World Economic Forum's 2020 report, the key skills needed by professionals from next year include the ability to solve complex problems, mastery of information and communication technologies (ICT), and critical and creative thinking, among others. In addition to the economic implications, this new industrial model also has a strong impact on education, as it will be up to schools to

train qualified professionals for these future needs. Considering that vocational and technological education will be one of the main modalities for the training of this professional profile, this paper presents a proposal for the development of a teaching-learning sequence aimed at linking the concepts of Industry 4.0 and Physics with the other areas of knowledge in a technical course integrated in secondary education, in order to contribute to the comprehensive training of the target group at this level of education. To carry out the construction of the teaching-learning sequence, design-based research will be adopted, a methodology that will have polytechnic education as one of the principles that will guide the development of this educational intervention.

**Keywords:** Industry 4.0; Design Based Research; Teaching-Learning Sequences; Vocational educational, Science Teaching.

### **Introdução**

Nas últimas décadas, os periódicos científicos da área de ensino de ciências têm se destacado pela publicação de inúmeros trabalhos focados, principalmente, no desenvolvimento e aplicação de inovações curriculares em sala de aula, nos mais diversos níveis de ensino. As inovações relatadas contemplam os mais diversos aspectos da prática educativa, desde a concepção de currículos (HAAGEN-SCHÜTZENHÖFER; HOPF, 2020) até propostas de ensino de conteúdos ainda pouco explorados nas aulas tradicionais (LOUKOMIES et al., 2016).

Tardif (2000) e Gauthier (2013) apontam que as dificuldades existentes na proposição de transformações na estrutura do contexto escolar tradicional levam o corpo docente a adotar o modelo tradicional de ensino, pautado na memorização como estratégia de ensino. Este tipo de abordagem tem se mostrado frágil diante das necessidades educacionais trazidas pelas novas gerações de estudantes, bem como também apresenta falhas na construção, junto aos estudantes, de habilidade e competências necessárias para lidar com os desafios atuais, inclusive profissionais.

Em 2020, o Fórum Econômico Mundial apresentou um relatório onde são mencionadas as principais competências profissionais necessárias a partir do ano de 2025. Dentre as competências citadas, destacam-se: capacidade de resolução de problemas complexos, domínio das Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC), desenvolvimento crítico pensamento, criatividade, etc. (WORLD ECONOMIC FORUM, 2020). Essas competências estão alinhadas ao perfil profissional necessário para atuação do profissional em cargos que requerem conhecimento

mínimo de tecnologia, coincidindo com perfil semelhante ao daqueles profissionais que atuarão na Indústria 4.0 (I4.0) (SPÖTTL; WINDELBAND, 2021).

Este novo paradigma da indústria está trazendo impactos para a educação, ao exigir o surgimento de um novo perfil profissional, com habilidades e competências capazes de atender as novas demandas da Indústria 4.0. No Brasil, as principais instituições aptas a formar esse tipo de profissional fazem parte da rede federal no âmbito dos cursos de Ensino Médio integrados à educação profissional.

Considerando o importante papel que a educação profissional e tecnológica desempenha na formação de profissionais com expressivo conhecimento tecnológico, este trabalho pretende responder a seguinte questão: “Quais as estratégias poderiam contribuir para articulação do ensino de ciências com o desenvolvimento de habilidades e competências requeridas pelos profissionais da Indústria 4.0?” Para responder a este questionamento, propõe-se a aplicação de uma Sequência de Ensino-Aprendizagem (TLS), elaborada a partir da metodologia da Pesquisa Baseada em Design (DBR). A elaboração deste artefato educacional à luz desta metodologia, ao mesmo tempo que oportuniza uma formação humana e integral, como desejado em um ensino politécnico, irá gerar conhecimento didático sobre o ensino de conceitos da Indústria 4.0 integrados à disciplina de Física.

### **Metodologia**

Para proporcionar uma conexão entre as habilidades e competências profissionais exigidas pela Indústria 4.0 e a formação profissional e tecnológica oferecida no âmbito das instituições de ensino profissional e tecnológico brasileiras, entende-se que práticas inovadoras devem ser incorporadas nas metodologias empregadas nesses espaços de formação profissional. Uma proposta metodológica inovadora que vem ganhando destaque na literatura de ensino de ciências é a pesquisa baseada em design (DBR, do inglês *Design-Based Research*), metodologia que tem sido aplicada com sucesso em ambientes reais de ensino-aprendizagem. A DBR é definido como uma metodologia de pesquisa que conecta a teoria com aplicações educacionais práticas (DESIGN-BASED RESEARCH COLLECTIVE, 2003).

Associada à DBR, em particular no ensino de ciências, a implementação de inovações curriculares vinculadas a conteúdos específicos deu origem a uma nova

linha de pesquisa denominada Sequências de Ensino-Aprendizagem (TLS, do inglês *Teachin-Learning Sequences*). Nestas duas linhas metodológicas, o planejamento das atividades, bem como a implementação e análise dos dados obtidos ocorrem num processo iterativo que, aplicado em contextos reais, pode ser continuamente melhorado e tem como base os chamados princípios de design (Méheut; Psillos, 2004), que norteiam o desenvolvimento da inovação e estão associados com uma dimensão teórica do conhecimento.

### ***Etapas de desenvolvimento de uma TLS a partir da DBR***

O desenvolvimento das sequências de ensino-aprendizagem elaboradas a partir da DBR requer o cumprimento de algumas etapas (KNEUBIL; PIETROCOLA, 2017), descritas a seguir: a) seleção do tema e proposição dos princípios de design; b) design, c) implementação; d) validação; e) avaliação e f) redesenho.

#### **a) Seleção do tema e proposição dos princípios de design:**

A escolha de conteúdos específicos para a elaboração do TLS pode ser de natureza didática ou científica. Na fase de design, um grupo de profissionais desenvolve colaborativamente a TLS seguindo os princípios de design previamente definidos. Os princípios de design são os pressupostos teóricos que orientam a produção de uma TLS (MÉHEUT; PSILLOS, 2004). São esses pressupostos que servem de base para a concepção e planejamento do artefato educacional a ser produzido. Os princípios de design estão associados a uma dimensão teórica do conhecimento, podendo ser de natureza epistemológica, didática, etc., ou mesmo uma combinação destes.

#### **b) Design**

O desenvolvimento da TLS é efetivado durante a fase de design. Para a concepção da TLS, uma equipe formada por professores que atuam no mesmo nível de ensino para o qual a TLS será aplicada é constituída para trabalhar na produção da TLS. A participação de professores nesta equipe é fundamental para trazer ao trabalho considerações importantes do cotidiano de sala de aula. É desejável também que seja somado a essa equipe o professor responsável pela implementação da sequência didática, caso seja possível.

### c) Implementação

Deverá ocorrer em um ambiente educacional, preferencialmente, por um docente que participou da fase de elaboração da TLS, ou seja, da etapa de design.

### d) Validação

A validação é uma etapa onde é verificado se os objetivos da TLS estão sendo cumpridos. O cumprimento dos objetivos da TLS está relacionado com os objetivos definidos na primeira etapa de elaboração da TLS.

### e) Avaliação

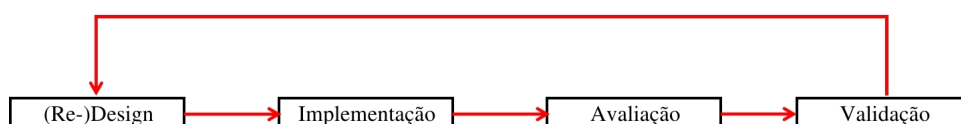
A etapa de avaliação tem como propósito analisar os dados obtidos durante a implementação da sequência didática. Os instrumentos de avaliação criados na etapa de design são aplicados na etapa de implementação da sequência didática e, em seguida, analisados. Estes instrumentos tem como função mensurar se os objetivos da TLS, designados no início do processo de elaboração da TLS foram cumpridos ao longo do desenvolvimento da sequência.

### f) Redesenho

Nesta etapa, propõe-se um replanejamento da sequência didática a partir da avaliação realizada na etapa anterior e dos resultados coletados durante a fase de implementação da intervenção. Estes resultados compreendem não apenas as avaliações aplicadas durante a implementação, mas podem ser complementados com os registros escritos, registros audiovisuais da sequência aplicada, entrevistas com alunos e professores, etc.

A Figura 1 resume as etapas da produção de uma sequência didática usando a metodologia DBR.

Figura 1 - Etapas do design de uma sequência didática usando a metodologia DBR.



Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

### ***Princípios de design de uma TLS sobre Indústria 4.0***

A intervenção educação proposta tem como ambiente de implementação o Instituto Federal de São Paulo (IFSP), uma tradicional instituição de educação profissional e tecnológica. Nesta instituição, o processo de formação do aluno baseia-se na integração de dimensões fundamentais da vida, que incluem a ciência, o trabalho e a cultura, viabilizada pela formação omnilateral. Todas estas dimensões da vida são contempladas de forma satisfatória no contexto de uma educação politécnica (RAMOS, 2008; SAVIANI, 2003), que proporciona aos alunos o acesso ao conhecimento, à cultura e ao trabalho como uma conquista humana.

A partir de uma educação politécnica é possível compreender a integração entre a formação profissional e a formação obtida no ensino de nível médio. Uma das propostas da TLS é tornar essa integração visível para os alunos. Para a Indústria 4.0, a integração entre conhecimentos de diferentes dimensões é essencial para que o sujeito tenha uma compreensão ampla do processo produtivo. Neste sentido, a politecnia se apresenta como um princípio de design adequado para orientar a elaboração desta TLS.

### **Uma proposta de TLS**

No ano letivo de 2023, foi realizada a aplicação de atividades idealizadas por uma equipe de elaboração, que esboçou e aplicou uma sequência didática em caráter piloto. A equipe de aplicação propôs uma sequência de aulas com atividades planejadas para abordar, em uma sequência de oito semanas, conceitos da Indústria 4.0. A sequência didática em desenvolvimento está sendo estruturada para ser aplicada aos alunos de um curso técnico em Mecânica integrado ao ensino médio. Este curso tem duração de três anos letivos e é ministrado em tempo integral. O público-alvo da aplicação desta TLS são os alunos do terceiro ano, especificamente na disciplina de Física Aplicada, que aborda tópicos de eletricidade e magnetismo. A disciplina possui carga horária semanal de 1,5 horas (duas aulas de quarenta e cinco minutos).

Tabela 1 - Esboço da sequência didática proposta.

<b>Semana</b>	<b>Aulas</b>	<b>Atividades</b>
Semana 0 - Introdução	Aula 0 – Apresentação do curso aos alunos.	1. Ciência e Tecnologia que antecederam a I4. 2. Noções de indústria 4.0

Semana 1 – Corrente elétrica gerando magnetismo	Aula 1 - Demonstração da existência de um campo magnético em um fio atravessado por uma corrente.	3. Importância da energia elétrica na indústria 4. Discussão do experimento de um campo magnético criado por uma corrente/bobina.
Semana 2 – Fluxo e a Lei de Faraday	Aula 2 – Ideia geral sobre o conceito de fluxo. Fluxo de campo magnético.	5. Experimento da mini bobina de Tesla 6. Uso de texto sobre o trabalho de Faraday
Semana 3 – Indução eletromagnética	Aula 3 – Lei de Faraday e indução eletromagnética.	7. Simulações do PHET 8. Evolução da indústria e o uso da energia
Semana 4 – Tensão e intensidade de corrente elétrica induzida	Aula 4 – Indução eletromagnética.	9. Freio magnético 10. Tecnologias destrutivas
Semana 5 – Indução eletromagnética na geração de energia	Orientação de trabalho e fontes limpas	11. Tipos de fontes de energia limpa 12. Riscos na Indústria 4.0
Semana 6 – Fontes limpas de energia elétrica I	Apresentação de trabalhos I	13. Tipos de fontes de energia limpa 14. Riscos na Indústria 4.0
Semana 7 – Fontes limpas de energia elétrica II	Apresentação de trabalhos II	15. Apresentação de trabalho dos grupos 16. Trabalho escrito e seminário

Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

A aplicação piloto das atividades da sequência didática revelou alguns pontos importantes que estão sendo considerados pela equipe de desenvolvimento da TLS no presente momento. Por exemplo, a equipe identificou que o engajamento dos estudantes é um elemento ímpar para o sucesso da aplicação. Neste sentido, está sendo considerada pela equipe a adoção de estratégias didáticas que valorizem a autonomia dos estudantes, o que deve refletir na qualidade das atividades realizadas durante as aulas. Outros elementos importantes, como as habilidades e competências que serão desenvolvidas em determinados momentos das aulas, bem como também a avaliação da aprendizagem são outros fatores que estão sendo revisitados durante neste processo de elaboração deste artefato educacional.

### Considerações finais

A aplicação da metodologia DBR para a elaboração de sequências de ensino-aprendizagem possibilita a concepção de intervenções educacionais inovadoras que levam em conta o contexto real de sala de aula. A combinação destas metodologias é extremamente vantajosa, pois impulsiona formação de um

ambiente adequado para pesquisa em didática do ensino de ciências. O conhecimento didático gerado durante o desenvolvimento do artefato educacional pode ter um papel significativo na promoção de novas abordagens em conteúdos curriculares pouco explorados nos bancos escolares atuais.

### Referências

DESIGN-BASED RESEARCH COLLECTIVE. Design-Based Research: An Emerging Paradigm for Educational Inquiry. **Educational Researcher**, v. 32, n. 1, p. 5–8, jan. 2003.

GAUTHIER, C. Ensinar: Ofício estável, identidade profissional vacilante. In: GAUTHIER, C. (Ed.) Por uma teoria da pedagogia: pesquisas contemporâneas sobre o saber docente. Ijuí: Editora Unijuí, 2013.

HAAGEN-SCHÜTZENHÖFER, C.; HOPF, M. Design-based research as a model for systematic curriculum development: The example of a curriculum for introductory optics. **Physical Review Physics Education Research**, v. 16, n. 2, p. 020152, 4 dez. 2020.

LOUKOMIES, A. et al. Design and Development of Teaching-Learning Sequence (TLS) Materials Around Us: Description of an Iterative Process. Em: PSILLOS, D.; KARIOTOGLOU, P. (Eds.). **Iterative Design of Teaching-Learning Sequences**. Dordrecht: Springer Science+Business Media, 2016. p. 201–231.

MÉHEUT, M.; PSILLOS, D. Teaching–learning sequences: aims and tools for science education research. **International Journal of Science Education**, v. 26, n. 5, p. 515–535, 16 abr. 2004.

RAMOS, M. **Concepção do Ensino Médio Integrado**. , 2008. Disponível em: <[http://forumeja.org.br/go/sites/forumeja.org.br/go/files/concepcao\\_do\\_ensino\\_medio\\_integrado5.pdf](http://forumeja.org.br/go/sites/forumeja.org.br/go/files/concepcao_do_ensino_medio_integrado5.pdf)>. Acesso em: 6 fev. 2023

SAVIANI, D. O choque teórico da Politecnia. **Trabalho, Educação e Saúde**, v. 1, n. 1, p. 131–152, 2003.

SPÖTTL, G.; WINDELBAND, L. The 4th industrial revolution – its impact on vocational skills. **Journal of Education and Work**, v. 34, n. 1, p. 29–52, 2 jan. 2021.

TARDIF, M. Saberes profissionais dos professores e conhecimentos universitários. *Revista Brasileira de Educação*, 13, p. 5-24, 2000.

WORLD ECONOMIC FORUM. **The Future of Jobs Report 2020**. Disponível em: <[https://www3.weforum.org/docs/WEF\\_Future\\_of\\_Jobs\\_2020.pdf](https://www3.weforum.org/docs/WEF_Future_of_Jobs_2020.pdf)>. Acesso em: 8 set. 2023.