

Aprendizagem Baseada em Projetos aplicada ao ensino de Programação: revisão sistemática de literatura

PROJECT-BASED LEARNING APPLIED TO PROGRAMMING TEACHING: SYSTEMATIC LITERATURE REVIEW

JULIANA CRISTINA DOS SANTOS DE ANDRADE¹, CARLOS HENRIQUE RODRIGUES DE OLIVEIRA¹, FABRICIA BENDA DE OLIVEIRA², JACYELLI SGRANCI ANGELOS³, MARCELO QUEIROZ SCHIMIDT¹

1 - INSTITUTO FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO, CAMPUS VITÓRIA, PROFESSOR/A, VITÓRIA, ES, BRASIL.

2 - UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO, CAMPUS ALEGRE, PROFESSOR/A, ALEGRE, ES, BRASIL.

3 - UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO, MESTRANDA EM AGROQUÍMICA, ALEGRE, ES, BRASIL.

E-MAIL: JULIANACRISTINA.TI@GMAIL.COM, CARLOS.OLIVEIRA@IFES.BR, FABRICIA.OLIVEIRA@UFES.BR, JACYSGRANCI@GMAIL.COM, MQSCHIMIDT@GMAIL.COM.

Abstract: Introduction. Project-based learning (PBL) is a student-centered teaching method that organizes learning and study around projects, challenging them to work in groups, in search of solutions to real problems. **Objective.** This study presents results of a systematic literature review with metadata on Project-based learning applied to teaching programming, which applies to any area of knowledge, including Earth Science. **Methodology.** The research method was based on the selection of works related to the area, using Science Mapping. **Results.** The literature indicates that environments employing the PBL practice considerably enhanced students problem-solving skills, critical and reflective thinking and benefited group work. **Conclusion.** The literature review showed that Project-Based Learning is a pedagogical practice increasingly used to connect abstract knowledge with authentic practice in the educational environment.

Resumo: Introdução. A Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP) é um método de ensino centrado no aluno, que organiza o aprendizado e o estudo em torno de projetos, desafiando-os a trabalhar em grupos, na busca de soluções para problemas reais. **Objetivo.** Este estudo apresenta resultados de uma revisão de literatura sistemática com metadados, sobre a aprendizagem Baseada em Projetos aplicada ao ensino da programação, que se aplica a qualquer área do conhecimento, entre elas as Ciências da Terra. **Metodologia.** O método de pesquisa baseou-se na seleção de trabalhos relacionados à área, por meio de Bibliometria. **Resultados.** A literatura mostrou que ambientes que usaram a prática ABP obtiveram evolução significativa dos alunos na capacidade de resolução de problemas, pensamento crítico e reflexivo e facilidade de trabalho em grupo. **Conclusão.** A revisão de literatura evidenciou que a Aprendizagem Baseada em Projetos é uma prática pedagógica cada vez mais utilizada para conectar o conhecimento abstrato com a prática autêntica no ambiente educacional.

Citation/Citação: Andrade, J. C. S. de, Oliveira, C. H. R. de, Oliveira, F. B. de, Angelos, J. S., & Schmidt, M. Q. (2023). Aprendizagem Baseada em Projetos aplicada ao ensino de Programação: revisão sistemática de literatura. *Terræ Didática*, 19(Publ. Contínua), 1-11, e023041. doi: 10.20396/td.v19i00.8674408.



Artigo submetido ao sistema de similaridade

Keywords: 4.0 Education, 4.0 Industry, Science Mapping.

Palavras-chave: Educação 4.0, Indústria 4.0, Bibliometria.


Manuscript/Manuscrito:

Received/Recebido: 29/08/2023

Revised/Corrigido: 03/12/2023

Accepted/Aceito: 21/12/2023

Editor responsável: Celso Dal Ré Carneiro 

Revisão de idioma (Inglês): Hernani Aquini Fernandes Chaves 



Introdução

Desde a primeira revolução industrial, a indústria tem buscado constantemente aprimorar o desempenho da produção. Na primeira Revolução Industrial, adotou a mecanização por meio do vapor; na Segunda, avançou para a utilização da energia elétrica, impulsionando a produção em larga escala; na Terceira, também conhecida como Revolução Digital, utilizou a eletrônica e a automação, a partir da Tecnologia da Informação. Finalmente, na Quarta Revolução Industrial, também conhecida como Indústria 4.0, utiliza computação na nuvem, Internet

das Coisas e sistemas baseados em Inteligência Artificial, para gerar indústrias inteligentes e promover a informatização das formas de produção (Santos et al. 2018, Lima & Pinto, 2019).

A educação deve acompanhar o mundo para o qual os alunos são treinados; a Educação 4.0 é uma resposta às necessidades da Indústria 4.0, na qual humanos e tecnologia estão alinhados para gerar novas possibilidades (Lourenço & Junior, 2022, Lima et al., 2021). A nova visão da aprendizagem incentiva os alunos a aprender não apenas as habilidades e conhecimentos necessários, mas

também a identificar a fonte para desenvolver essas habilidades e conhecimentos. O aprendizado é construído em torno deles, e os pares se tornam muito significativos, enquanto os professores assumem o papel de facilitadores nesse processo (Aziz Hussin, 2018).

A Educação 4.0 garante, segundo Sharma (2019) que a experiência de ensino seja semelhante à experiência de trabalho, criando um ambiente análogo para ambos, sendo, portanto, uma abordagem mais realista e prática da aprendizagem, resultando em ótimos resultados no desenvolvimento dos alunos.

No cenário de Educação 4.0, uma das tendências, segundo Aziz Hussin (2018), é a utilização da prática pedagógica de Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP), um método de ensino no qual os alunos adquirem conhecimento e habilidades trabalhando por um longo período de tempo para investigar e responder a uma pergunta, problema ou desafio autêntico, envolvente e complexo. A escolha da prática pedagógica resulta das características da ABP:

(...) ABP é um mundo novo que se abre para o ensino, num formato empolgante e inovador, (...), os alunos participam ativamente, selecionando boa parte de suas tarefas e são motivados por problemas do mundo real e podem, em muitos casos, contribuir para a sua comunidade (Bender, 2015, p.573).

Neste contexto de mudanças provocadas pela Educação 4.0, o presente trabalho, por meio de uma pesquisa de revisão bibliográfica utilizando *Science Mapping*, no período de 2015 a 2020, objetivou responder à questão de pesquisa:

O que tem sido utilizado como prática de Aprendizagem baseada em projetos no ensino de programação?

A ABP é uma ferramenta que pode ser aplicada a todas as áreas do conhecimento; capacitar alunos em programação de computadores é uma questão educacional importante e desafiadora, altamente relacionada ao processo de resolução de problemas e tem sido cada vez mais usada para conectar conhecimento à prática educacional, independentemente da área. Além disso, o pensamento computacional é uma habilidade obrigatória no mundo digital de hoje, assim, não podemos ignorar seu desenvolvimento nos alunos nas mais diversas áreas.

Referencial teórico

Tendência pedagógica liberal renovada progressista

A tendência pedagógica liberal renovada progressista ou pragmática é uma das manifestações da tendência liberal renovada, que tem em John Dewey e Anísio Teixeira seus representantes mais significativos (Queiroz & Moita, 2007). As escolas que seguem essa tendência distinguem-se por envolver os alunos diretamente no mundo e desafiá-los a praticar habilidades e resolver problemas em ambientes comunitários reais. Libâneo (1990) apresenta a finalidade da escola de “adequar as necessidades individuais ao meio social e, para isso, ela deve se organizar de forma a retratar, o quanto possível, a vida”. As várias versões da pedagogia liberal renovada têm em comum a defesa da formação do indivíduo como ser livre, ativo e social. A pedagogia liberal renovada:

(...) retira o professor e os conteúdos disciplinares do centro do processo pedagógico e coloca o aluno como fundamental, que deve ter sua curiosidade, criatividade, inventividade, estimulados pelo professor, que deve ter o papel de facilitador do ensino. Defende uma escola que possibilite a aprendizagem pela descoberta, focada no interesse do aluno, garantindo momentos para a experimentação e a construção do conhecimento, que devem partir do interesse do aluno (Queiroz & Moita, 2007, p.8).

Com relação aos conteúdos ensinados nas escolas progressistas, o objetivo é que o aluno “aprenda a aprender”. Como o conhecimento resulta da ação a partir dos interesses e necessidades, os conteúdos de ensino são estabelecidos em função de experiências que o sujeito vivencia frente a desafios cognitivos e situações problemáticas (Libâneo, 1990)

A educação progressiva é uma metodologia que se afasta do aprendizado mecânico, como a memorização e as atividades rígidas, normalmente praticadas nas escolas tradicionais. Ao contrário dos métodos tradicionais, a educação progressiva visa estimular a mente e permitir uma aprendizagem mais criativa, envolvendo-se em trabalho colaborativo, criando projetos multimídia em colaboração com diferentes disciplinas, utilizando um currículo mais amplo que permite ao aluno ampliar suas perspectivas, tendo uma atmosfera mais informal na sala de aula entre professores e alunos, visando

encorajar um compartilhamento mais aberto de pensamentos e ideias, e permitindo que os alunos aprendam e usem habilidades da vida real em suas atividades diárias em sala de aula (Queiroz & Moita, 2007).

A ideia de “aprender fazendo” está sempre presente. Embora os métodos variem, as escolas progressistas, ativas ou novas, partem de atividades adequadas à natureza do aluno e às etapas do seu desenvolvimento. Predomina-se a relevância do trabalho em grupo não apenas como método, mas como condição essencial do desenvolvimento mental (Libâneo, 2014).

Os professores atuam como facilitadores, ajudando os estudantes a indagar, descobrir e aprender. Os professores também estão constantemente aprendendo com seus alunos. Libâneo (1990) falando sobre o relacionamento professor-aluno afirma que “não há lugar privilegiado para o professor”.

No método de avaliação o foco está na qualidade e não na quantidade, no processo e no produto. A avaliação é fluida e tenta ser eficaz à medida que os esforços e os êxitos são pronta e explicitamente reconhecidos pelo professor (Libâneo, 1990, Queiroz & Moita, 2007).

Construtivismo

O construtivismo é uma importante teoria de aprendizagem, baseada na ideia de que as pessoas ativamente constroem seu próprio conhecimento, e que a realidade é determinada por suas experiências como aluno (Mattos et al. 2020). Essencialmente, os alunos usam seus conhecimentos anteriores como base e os constroem com novas experiências que aprendem, assim:

A escola que defende uma perspectiva construtivista parte dos conhecimentos prévios dos alunos e leva-os a construir o seu conhecimento, a encontrar valores morais, seja através da criação de oportunidades de trocas de pontos de vista ou da expressão de opiniões (Dias, 2010, p. 4).

Jean Piaget - biólogo, psicólogo e filósofo suíço - foi quem introduziu o termo construtivismo no século XX, e apresenta a Epistemologia Genética que, segundo Abreu et al. (2010) “objetiva explicar a continuidade entre processos biológicos e cognitivos, sem tentar reduzir os últimos aos primeiros, o que justifica, e ao mesmo tempo delimita, a especificidade de sua pesquisa epistemológica: o termo genético”. A Epistemologia Genética é essen-

cialmente uma tentativa de abordar as questões da teoria do conhecimento a partir da perspectiva da biologia, por meio da investigação da gênese das estruturas cognitivas do sujeito. Para Piaget “a construção do conhecimento exige uma interação necessária entre o sujeito que conhece e o objeto conhecido. É o sujeito ativo que, na ação, constrói suas representações de mundo interagindo com o objeto” (Castañon, 2015).

O construtivismo de base piagetiana usa o processo de assimilação, acomodação e equilíbrio como o mecanismo pelo qual compreensões cada vez mais complexas são criadas. Assimilação é o processo de adquirir novas informações em nossos esquemas existentes anteriormente. A acomodação envolve a alteração de esquemas ou ideias existentes, como resultado de novas informações ou novas experiências. Piaget acreditava que todas as crianças tentam encontrar um equilíbrio entre a assimilação e a acomodação, que é alcançado por meio de um mecanismo chamado equilíbrio (Abreu et al. 2010).

A aprendizagem também é uma atividade social e está diretamente associada à conexão com outras pessoas. Professores, família, colegas, enfim a comunidade influencia o aprendizado. A comunidade desempenha um papel central no processo de “construção de significado”, e o ambiente em que as crianças crescem influenciará como elas pensam e sobre o que pensam:

Numa perspectiva socioconstrutivista, o desenvolvimento inicia-se no plano social, na relação com os outros. O sujeito realiza algo com alguém e é precisamente essa experiência de partilha com o outro que possibilita a interiorização das principais funções cognitivas – o sujeito aprende com os outros para, mais tarde, saber fazer sozinho (Dias, 2010, p. 5).

Aprendizagem baseada em projetos

A Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP), do inglês, *Project Based Learning* (PBL), é um método de ensino no qual os alunos aprendem participando ativamente de projetos significativos do mundo real. Bender (2015, p. 16) afirma que:

Ao longo dos anos, muitos outros termos foram usados para essa abordagem de ensino, incluindo aprendizagem baseada em problemas, aprendizagem investigativa, aprendizagem autêntica e aprendizagem por descoberta. Contudo, a abor-

dagem de ensino geral permanece a mesma: os alunos identificam e buscam resolver problemas do mundo real que consideram importantes, além de desenvolver vários projetos (às vezes chamados de “artefatos”) que podem ser usados para demonstrar seus conhecimentos e comunicar sua resolução de problemas aos demais.

A ABP parte do pressuposto de que o conhecimento é construído a partir de uma ação do sujeito sobre o objeto de estudo. Nobre et al. (2006) afirmam que a ABP está associada às teorias construtivistas,

(...) em que o conhecimento não é absoluto, e sim construído pelo estudante por meio de seu conhecimento pregresso e sua percepção global, dimensionando a necessidade de aprofundar, ampliar e integrar o conhecimento (Nobre et al., 2006, p.259).

Essa prática pedagógica se concentra em envolver os alunos com problemas do mundo real. É uma abordagem interdisciplinar porque os desafios do mundo real raramente são resolvidos usando informações ou habilidades de uma única área de conhecimento (Hou, 2014, Fioravanti et al. 2018).

Os projetos resultam em artefatos, que são as entregas finais, concretos e culminam em uma sequência de aprendizado, por isso, é importante que os projetos utilizados na ABP sejam autênticos e realistas baseados em problemas realistas, motivadores e envolventes (Santos et al. 2019).

Segundo os autores supracitados o papel do professor muda de entregador de conteúdo para facilitador e orientador educacional. Os alunos trabalham de forma mais independente, com o professor fornecendo suporte somente quando necessário, e são incentivados a tomar suas próprias decisões sobre a melhor forma de realizar seu trabalho e demonstrar sua compreensão.

Faria et al. (2021) propuseram uma sequência didática como estratégia para ensino sobre desafios socioambientais relacionados às Mudanças Climáticas, com base na Aprendizagem Baseada em Projetos, e concluíram que é possível ensinar estimulando a aprendizagem significativa, tornando o estudante o protagonista do processo.

Elementos Essenciais da ABP

A ABP difere dos projetos tradicionais em aulas expositivas, pois, segundo Bender (2015, p. 16-17) apresenta as seguintes características essenciais:

- **Questão motriz:** é uma pergunta motivadora, significativa para os alunos. A pergunta motivadora deve despertar a atenção do aluno, bem como ajudá-los a delinear parâmetros específicos para atacar o problema. A própria questão deveria estimular outras questões mais específicas (Miller & Krajcik, 2019);
- **Âncora:** em conjunto com a questão motriz tipicamente se utiliza algum tipo de âncora para introduzir um projeto, e para deixar que os alunos se interessem por ele. A âncora pode ser uma manchete, uma questão apresentada por alguém da sociedade, vídeo, narrativa, etc.;
- **Voz e escolha do aluno:** a escolha do aluno é crucial para se obter a participação ativa, pois é mais provável que participem ativamente do processo de aprendizagem “se tiverem um poder de escolha considerável sobre quais questões serão abordadas e quais atividades serão realizadas”;
- **Cooperação e trabalho em equipe:** uma das mais importantes habilidades necessárias para o século XXI, é trabalhar em equipe na resolução de problemas. Um dos resultados mais importantes da ABP é ajudar os alunos a aprender a trabalhar juntos na resolução de problemas;
- **Investigação e inovação:** a ênfase na investigação já começa com a pergunta motivadora e continua durante o projeto, conforme os alunos refletem sobre a questão e encontram questões adicionais específicas. O professor, em seu papel de facilitador, estimula além da investigação, o pensamento inovador à medida que os alunos avançam em seu planejamento, pesquisa e desenvolvimento de artefatos;
- **Oportunidade para a reflexão:** ao refletir sobre o próprio trabalho, abre-se a oportunidade para a melhoria. O pensamento reflexivo, tanto individualmente como em grupo, não deve ser realizado somente ao finalizar o projeto, mas deve ser feito continuamente, e de fato começa com as reflexões sobre a questão motriz e âncora;
- **Feedback e revisão:** o *feedback* é um componente importante na ABP, e pode ser individual ou em grupo, e pode ser baseado na avaliação do professor, autoavaliação, ou avaliação pelos pares;

- **Processo de investigação:** os alunos utilizam uma série de procedimentos de ensino para a pesquisa e investigação da questão motivadora;
- **Resultados apresentados publicamente:** visto que os problemas apresentados para a ABP são tipicamente problemas existentes no mundo real, é importante que os resultados ao final do projeto sejam apresentados para o público.

De forma semelhante, Santos et al. (2019) e Larmer et al. (2015) apresentam 7 (sete) elementos fundamentais de uma prática de ABP: problema desafiador, investigação sustentável, crítica e revisão, voz e escolha do estudante, reflexão, autenticidade e produto público. Os termos apresentam nomes diferentes, mas estão conectados com os conceitos apresentados por Bender (2015), sendo que problema desafiador é um problema significativo para resolver, baseado em uma questão motriz e autenticidade propõe que os projetos tenham um contexto do mundo real, impacto real e seja conectado aos anseios e interesses dos estudantes.

Etapas do Ensino com ABP

Há diferenças consideráveis no modo como os professores planejam e realizam o ensino na ABP, no entanto, geralmente compartilham certas características ou etapas básicas. Du & Han (2016) apresentam um modelo que ilustra o processo de trabalho de projeto em seis etapas básicas:

1. **Preparação:** o professor apresenta o tema aos alunos e pede que discutam e façam perguntas;
2. **Planejamento:** o professor e os alunos determinam a forma de coleta e análise das informações, sendo atribuídos diferentes trabalhos;
3. **Pesquisa:** os alunos trabalham individualmente ou em grupos coletando informações de diferentes fontes;
4. **Conclusões:** os alunos desenvolvem as conclusões da análise dos dados coletados, ou constroem artefatos, dependendo do projeto;
5. **Apresentação:** os alunos devem apresentar o artefato final para toda a turma;
6. **Avaliação:** o professor faz comentários sobre os esforços das equipes e dos alunos individualmente.

Bender (2015) apresenta outro modelo com seis etapas de ensino, para um projeto de curta duração:

1. **Introdução e planejamento em equipe do projeto:** nas primeiras aulas deve-se examinar a âncora e refletir sobre a questão motriz, além de fazer um *brainstorm* com a turma toda para levantar questões específicas para pesquisa. Na divisão em equipes, é distribuída as tarefas, estabelecida metas e prazos e definidos os artefatos que serão entregues;
2. **Pesquisa inicial:** é nesta etapa que ocorre a coleta de informações para o entendimento do problema e desenvolvimento do projeto. Além de pesquisas na Internet, também pode ser necessário pesquisas com pessoas;
3. **Criação:** nesta etapa ocorre o desenvolvimento do(s) artefato(s), avaliação inicial da apresentação e dos artefatos prototípicos;
4. **Segunda fase de pesquisa:** se houver lacunas no projeto como um todo, os alunos buscarão informações para preenchê-las;
5. **Desenvolvimento da apresentação final:** preparar as apresentações, definição das falas e alunos que apresentarão;
6. **Publicação do produto ou dos artefatos:** apresentação dos artefatos para a comunidade.

Essas etapas não devem ser consideradas exemplos rígidos de todos os projetos de ABP, pois, as etapas podem variar de projeto para projeto, e algumas etapas podem se sobrepor. Afinal, conforme Bender (2015): “em praticamente todas as formas de ensino, a flexibilidade é um ponto-chave para o ensino de ABP”.

Aplicando a abordagem ABP em um projeto na área de Geociências, Faria et al. (2021) utilizaram a Sequência Didática dividida em 6 etapas, sendo elas: *Brainstorming*, Âncora e Questão Motriz, Processo de Investigação, Confecção do Artefato Final – Objeto Didático-Digital de Aprendizagem, Discussão e Conclusão – Apresentação pública dos resultados, e Autoavaliação.

Opções de Avaliação

Na ABP a avaliação é diferente das avaliações tradicionais. Segundo Bender (2015) “visto que essa abordagem enfatiza a compreensão conceitual mais aprofundada e a resolução de problemas, as

avaliações tendem a ser mais reflexivas do que na sala de aula mais tradicional”. Algumas opções de avaliações propostas pelo referido autor são:

- **Rúbricas:** é um guia de pontuação, que lista critérios específicos para o desempenho dos alunos. São compostas por indicadores avaliativos e escala de avaliação, e podem ser utilizadas para avaliar quase todo tipo de trabalho;
- **Autoavaliação reflexiva:** permite ao estudante refletir sobre o seu próprio desempenho e tende a melhorar o trabalho e desempenho dos alunos ao longo do tempo;
- **Avaliações reflexivas de colegas:** a avaliação pelos pares fornece comentários ou notas sobre o desempenho individual dos integrantes de uma equipe. É uma ótima oportunidade de ensinar a importância do respeito ao fornecer comentários, a capacidade de explicar seus comentários, também apresentar comentários positivos reais, e a habilidade de ouvir atentamente e receber críticas;
- **Avaliação de Portfólio:** é uma coleção de trabalho dos alunos. Em vez de atribuir uma nota para um projeto como um todo, os professores podem formular diversas notas com várias delas associadas aos artefatos em separado dentro do projeto maior.

É altamente recomendável que os alunos sejam avaliados em uma variedade de notas individuais e coletivas.

Método de pesquisa

Diante do aumento acelerado de publicações acadêmicas, o que inviabiliza o estudo de uma grande quantidade de produções, é necessário focar nos trabalhos mais importantes, e para tanto, o método de pesquisa escolhido para este trabalho, teve como base a Bibliometria ou *Science Mapping*, que é um método de análise quantitativa para a pesquisa científica. Dentre as várias vantagens da utilização da Bibliometria segundo Baldam (2020), destaca-se a utilização de periódicos mais relevantes na área de estudo, artigos mais citados e os que possuem maior fator de impacto.

O processo de identificação dos estudos é uma etapa importante para coletar evidências sobre o assunto pesquisado. Várias combinações de *strings* foram avaliadas, até ser encontrada uma expressão

lógica apropriada ao propósito da pesquisa, em termos de abrangência e precisão. Basicamente, a busca com a expressão deveria retornar um número razoável de trabalhos e ainda trazer, nas 10 primeiras posições, trabalhos representativos para o estudo. Assim, a expressão utilizada foi:

(“Project-based learning” OR “Aprendizagem Baseada em Projetos”) AND (“Computer Programming” OR “Programação de Computadores” OR “Software Development” OR “Desenvolvimento de Software”).

Foi analisada a produção acadêmica de 2015 a 2020, e as bases de dados selecionadas teriam que estar relacionadas com a área da pesquisa, possuir acesso irrestrito e suportar o uso de *strings* de busca resultante da combinação lógica de palavras nos metadados referentes ao título, resumo e palavras-chave. Baseado nesses critérios, as bibliotecas digitais selecionadas foram: *Web of Science* e *Scopus*. A Fig. 1 apresenta um fluxograma da metodologia proposta.

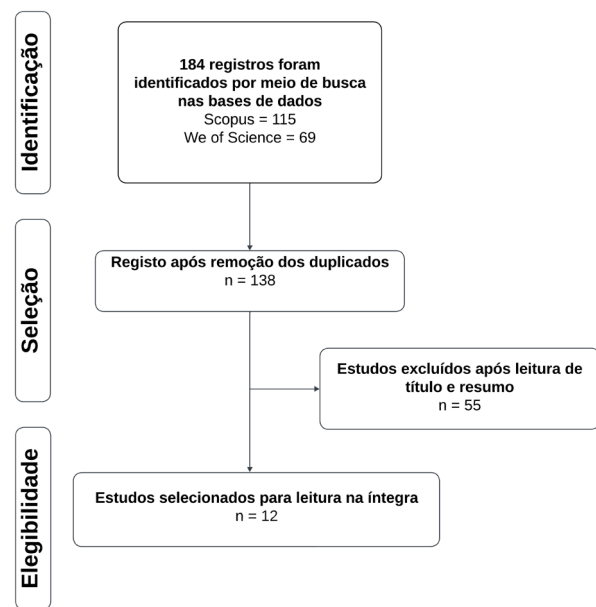


Figura 1. Fluxograma apresentando a metodologia proposta

Os critérios definidos para a inclusão de trabalhos foram:

1. Utiliza ABP no ensino de programação de *software*;
2. Aplicação em ambiente acadêmico;
3. Produções científicas do tipo: artigo, *conference paper* e *proceedings paper*. Sendo que trabalhos com as seguintes características foram excluídos:

Texto não disponível por completo, nem via acesso CAFE;

Estudos que focam em outras áreas de Tecnologia da Informação, e não especificamente em programação de software;

Texto em língua diferente do português, inglês ou espanhol;

Artigos de revisão sistemática.

Execução do protocolo

Definido o protocolo da pesquisa, a coleta de trabalhos e dados primários foi iniciada. A fase de execução foi dividida em três estágios, que vão, sequencialmente, refinando os resultados da fase anterior até obter um grupo de trabalhos relevantes.

No estágio 1, a expressão de busca foi submetida a cada um dos motores de busca das fontes selecionadas, de forma independente, gerando como resultado 115 trabalhos na base de dados da *Scopus* e 69 trabalhos na base de dados *Web of Science*. Essas referências foram tratadas utilizando a ferramenta RStudio, que identificou 46 trabalhos duplicados, resultando então um conjunto inicial contendo 138 trabalhos.

O estágio 2 foi iniciado com uma filtragem de acordo com os critérios de inclusão e exclusão definidos anteriormente, tendo como base as informações do título, resumo e palavras-chave, resultando num novo grupo constituído de 55 trabalhos.

Diante da quantidade extensa de trabalhos para leitura, o método *Ordinatio* (Pagani et al. 2015) foi utilizado no estágio 3 para selecionar e classificar artigos científicos relevantes, abrangendo o fator de impacto, número de citações e ano de publicação. Desta forma, os 55 trabalhos foram classificados em ordem decrescente de acordo com o método *Ordinatio*, utilizando uma planilha eletrônica previamente elaborada por Baldam (2020), e ao fim do estágio 3, apenas 12 trabalhos do grupo inicial foram considerados relevantes para o estudo.

Os trabalhos foram analisados de forma qualitativa e descritivamente, visando entender como a ABP tem sido utilizada no ensino da programação.

Resultados e Discussão

Aplicando o protocolo *Science Mapping*, chegou-se aos 12 trabalhos considerados mais relevantes. Analisando esses artigos, observamos que todos foram escritos em inglês e que no período con-

siderado na análise (2015 a 2020), encontramos três trabalhos para os anos de 2017 e 2018, dois trabalhos nos anos de 2016 e 2020 e apenas um trabalho para os anos de 2015 e 2019; os locais de aplicação são variados e predominam as publicações no IEEE Xplore.

Assim, avaliamos cada trabalho em separado; abaixo segue a análise:

Sáez-López et al. (2016) avaliaram o uso de uma linguagem de programação visual usando Scratch na prática de sala de aula, analisando os resultados e atitudes de 107 alunos do ensino fundamental de 5ª e 6ª série, em cinco escolas diferentes na Espanha, e concluíram que trabalhar com programação visual por meio de projetos proporciona diversão, motivação, entusiasmo e comprometimento do aluno.

De forma semelhante, Wang et al. (2015) propuseram uma abordagem integrada de Scratch e ABP para incorporar cenários de resolução de problemas em tarefas de aprendizagem de programação, para alunos do ensino médio. Os resultados experimentais apresentaram uma evolução significativa dos alunos na capacidade de resolução de problemas, pensamento crítico e reflexivo, de trabalhar cooperativamente, além de permitir que alunos com diferentes habilidades tenham oportunidades semelhantes.

Kundra & Sureka (2016) propuseram e implementaram um ambiente de aprendizagem baseado em casos e em projetos para ensinar conceitos importantes de design de compiladores em uma faculdade da Índia. A discussão baseada em casos, juntamente com a experiência prática por meio de projetos, provou-se positiva e os alunos deram *feedback* positivo por terem aprendido o curso, desenvolvido habilidade de pensamento crítico, estando ativamente envolvido no curso e tendo aprimorado as habilidades de comunicação e trabalho em equipe.

Os trabalhos de Peng et al. (2017a), Peng et al. (2017b) e Peng et al. (2019) propuseram uma ferramenta cognitiva baseada em visualização para enfrentar o desafio, tornando o complexo processo de conclusão de um projeto de programação realista visível para os alunos. Os trabalhos supracitados, trazem importantes contribuições na medida em que estruturaram a aprendizagem complexa de projetos no ensino de programação, por meio das seguintes etapas: entendimento do problema, desenho modular, desenho de processo, codificação e avaliação e reflexão. Cada etapa apresenta estratégias subjacentes para alcançar o objetivo e os resultados mostraram

que, depois de incorporar a abordagem progressiva, foi notada uma melhoria do desempenho da programação e desenvolvimento de pensamento e reflexão eficazes dos alunos; além de permitir que o professor acompanhe e forneça *feedback* sobre o processo de aprendizagem individual. Embora a ABP possa ajudar os alunos a conectar o conhecimento abstrato com a prática autêntica, a complexidade de concluir um projeto autêntico pode sobrecarregar os alunos, tornando-os incapazes de alcançar os resultados de aprendizagem desejados.

Fagerholm et al. (2018) relatam experiências adquiridas durante sete anos na Fábrica de *Software*, que é um ambiente educacional para aprendizagem baseada em projetos e experiências. Os autores apresentam 16 padrões educacionais e 16 antipadrões que cobrem o ambiente físico e virtual, o design do curso e sua colocação no currículo, materiais de aprendizagem e orientação do professor. Esses padrões e antipadrões, ajudam as instituições educacionais a projetar, implementar e operar ambientes físicos, currículos e materiais de ensino, e planejar intervenções que podem ser necessárias para a educação inicial baseada em projetos.

Para ensinar o desenvolvimento de *software* abordando algumas das competências exigidas pelos empregadores, Olayinka & Stannett (2020), apresentam uma abordagem de ABP, onde os alunos trabalham em equipes multiculturais para desenvolver *softwares* para clientes. Com base no *feedback* e nas reflexões individuais dos alunos, foi possível notar que os alunos ganharam uma ampla gama de habilidades sociais, incluindo trabalho em equipe, gerenciamento de projetos, comunicação, resolução de problemas, responsabilidade e gerenciamento de tempo, bem como habilidades técnicas, como controle de origem (usando Git), teste, depuração, desenvolvimento de algoritmos e conhecimento de Agile. Todas essas competências são relevantes para uma carreira de engenharia de *software* ou ciência da computação na indústria.

Ravikumar & Sadhwani (2020) mostram como um projeto em um curso de Pensamento Computacional tem o potencial de criar e estimular uma série de oportunidades para que os alunos aumentem sua consciência sobre as questões globais atuais. Um projeto dessa natureza cria valor adicional para os alunos, desenvolvendo várias habilidades, como codificação, análise de dados, aprendizagem colaborativa e pensamento de ordem superior, todos essenciais para que estejam melhor preparados para o mundo do trabalho.

Xiao & Xiaohua (2017) apresentam um modelo de treinamento do pensamento computacional baseado na programação visual, utilizando ABP, em que o projeto não mostra o domínio completo do problema no início do ensino. Os professores expandem gradualmente o domínio do problema e aumentam a complexidade da tarefa de acordo com a compreensão dos alunos sobre o problema no processo de ensino. A análise estatística mostrou que metade dos 12 alunos envolvidos no ensino experimental melhorou suas habilidades de raciocínio nesses níveis de formalização e modelagem no processo de resolução de problemas.

Fu et al. (2018) relataram experiências usando métodos de ABP para o ensino em cursos virtuais cooperativos em engenharia de *software*, de forma que os alunos desenvolvam habilidades interculturais e de gerenciamento de projetos para trabalhar com sucesso em equipes internacionais de desenvolvimento. Ao comparar o desempenho dos alunos de graduação e de mestrado, concluíram que os alunos do nível de bacharelado relataram níveis mais elevados de frustração do que os alunos do mestrado. Devido aos seus estudos avançados e experiência profissional, os alunos do mestrado foram capazes de desenvolver sua base de habilidades existentes em engenharia de *software* e em gerenciamento de projetos. Eles se sentiram mais confortáveis quando receberam a responsabilidade de trabalhar de forma autônoma. Segundo os autores, embora a ABP tenha se mostrado bastante eficaz para alunos de mestrado, este método de ensino pode ser menos apropriado para alunos de bacharelado. Os métodos de ensino baseados em descobertas podem levar à sobrecarga cognitiva com alunos menos experientes. Tentar organizar um projeto internacional sem o pré-requisito de experiência intercultural e de gerenciamento de projetos se mostrou bastante difícil para os alunos de bacharelado.

Pham et al. (2018) apresentaram a metodologia de ABP com *Design Thinking* para o desenvolvimento de Aplicativos Móveis. As fases do processo utilizados são: Simpatize (os *designers* devem tentar entender os usuários); Definir (os *designers* precisam de um conhecimento profundo de seus usuários para identificar seus problemas); Idealizar (geração de soluções); Protótipo (qualquer forma física para testar funcionalidades); e Teste (obtem *feedback* dos usuários). A partir de um *workshop*, os alunos ganharam uma perspectiva centrada no ser humano em direção à geração de soluções inovadoras.

A partir dos trabalhos analisados, podemos observar que ABP é uma abordagem educacional que preenche várias lacunas no processo de aprendizagem tradicional, pode ser implementada nas escolas de diversas maneiras promovendo um aprendizado mais prático, engajador e contextualizado, permitindo que os alunos escolham temas de maior interesse, desenvolvendo o trabalho em equipe e a autonomia, conecta o aluno aos problemas complexos do mundo real, consolidando o aprendizado, permite o desenvolvimento de trabalhos multidisciplinares, incentiva o uso de recursos variados e desenvolve habilidades de comunicação, técnica, interpessoais e a autonomia.

Assim, todas as ferramentas e preceitos da ABP podem ser aplicados em qualquer área do conhecimento, permitindo o desenvolvimento de habilidades essenciais para a vida, que auxiliam na resolução de problemas com soluções inovadoras e compreensão mais profunda e prática do conhecimento.

Considerando o estado da arte da ABP no período analisado, observamos várias frentes de avanços tecnológicos, mudanças nas práticas educacionais e uma compreensão mais profunda dos benefícios da abordagem. Dentre elas, podemos citar:

1. Avanço tecnológico, que permitiu maior integração com as ferramentas digitais, por intermédio do uso de plataformas *online* e *softwares* específicos que apoiam a colaboração e a execução dos projetos;
2. Uso de práticas educacionais personalizadas, que se adaptam aos interesses e ritmos de aprendizado dos alunos, proporcionando um ambiente de ensino mais inclusivo e centrado no estudante;
3. Interdisciplinaridade e transdisciplinaridade, que ocorre com a integração de disciplinas, conectando conhecimentos de diversas áreas para resolver problemas complexos, proporcionando uma visão holística do aprendizado;
4. Avaliação formativa, pois não focar apenas em avaliações finais, valoriza a avaliação contínua e formativa, que ocorre ao longo do processo, permitindo ajustes e melhorias constantes;
5. Globalização por meio de colaboração entre estudantes de diversas partes do mundo, que promove a diversidade cultural e a troca de experiências e conhecimentos;
6. Resolução de problemas reais, contribuindo para soluções tangíveis, que resulta em soluções práticas e aplicáveis;
7. Desenvolvimento de habilidades socioemocionais, adquiridas com o trabalho em equipe, comunicação eficaz, resolução de conflitos e pensamento crítico.

Considerações finais

Os trabalhos selecionados a partir da bibliometria indicam que após o uso da metodologia de ABP houve uma evolução significativa dos alunos quanto à competência de resolução de problemas, pensamento crítico e reflexivo, de trabalho cooperativo, além de ainda permitir que alunos com diversas habilidades tenham oportunidades parecidas. Portanto, evidenciou-se que a Aprendizagem Baseada em Projetos é uma prática pedagógica cada vez mais utilizada para conectar o conhecimento abstrato com a prática autêntica no ambiente educacional, incluindo o ensino de programação de computadores. Apesar dos avanços, ainda há lacunas importantes no uso da ABP, como a necessidade de avaliações a longo prazo, adaptação para garantir equidade e inclusão, além de estratégias para superar a escassez de recursos.

As pesquisas têm se concentrado em evidências empíricas, abordagens personalizadas, uso de tecnologia e desenvolvimento de habilidades socioemocionais, porém o futuro pode se beneficiar de estudos longitudinais, maior foco na equidade, compreensão dos desafios práticos na implementação e identificação das melhores práticas. Além disso, tem-se observado uma combinação de abordagens teóricas e práticas nos trabalhos analisados, priorizando a aplicação dos achados teóricos no contexto educacional real.

Uma lacuna científica observada na aplicação da ABP pode estar relacionada à quantificação precisa dos resultados e impactos a longo prazo, pois embora existam muitos estudos e evidências que apoiam sua eficácia, ainda há necessidade de mais pesquisas que quantifiquem a aprendizagem de maneira mais detalhada e abrangente. Assim, encontrar indicadores precisos e universais, dando orientações mais claras para educadores e formuladores de políticas educacionais, pode ser desafiador, diante da diversidade de textos e contextos educacionais e dificuldade de comparação entre diferentes projetos ou metodologias.

A ABP tem uma relação significativa com as Geociências, pois oferece uma abordagem prática para resolução de problemas, que pode ser aplicada para auxiliar na exploração e compreensão de conceitos relacionados à Terra e suas dinâmicas.

Apesar de ser uma abordagem poderosa, a ABP também enfrenta alguns desafios e críticas, pois projetos bem estruturados demandam tempo

para planejamento, execução e avaliação e achar o equilíbrio entre o projeto e o conteúdo pode ser um fator dificultador, prejudicando a aprendizagem de conceitos importantes, podendo exigir uma orientação mais detalhada. Devido a avaliação considerar o processo, a colaboração, a criatividade e a aplicação de habilidades, se torna mais complexa que as avaliações tradicionais.

Taxonomia CReDiT: • Contribuição dos autores: Conceitualização; Curadoria de dados; Análise formal; Investigação; Metodologia; Validação; Visualização; Escrita – rascunho original; Escrita – revisão & edição: Juliana Cristina dos Santos de Andrade. Conceitualização; Curadoria de dados; Análise formal; Investigação; Metodologia; Validação; Visualização; Escrita – rascunho original; Escrita – revisão & edição: Carlos Henrique Rodrigues de Oliveira. Conceitualização; Administração do projeto; Supervisão; Escrita – revisão & edição: Fabricia Benda de Oliveira. Investigação; Metodologia; Validação; Visualização; Escrita – rascunho original: Jacyelli Sgranci Angelos. Investigação; Metodologia; Validação; Visualização; Escrita – rascunho original: Marcelo Queiroz Schimidt. • Conflitos de interesse: Os autores certificam que não têm interesse comercial ou associativo que represente um conflito de interesses em relação ao manuscrito. • Aprovação ética: Não aplicável. • Disponibilidade de dados e material: Disponível no próprio texto. • Reconhecimentos: Não aplicável. • Financiamento: Não aplicável.

Referências

- Abreu, L. C. de, Oliveira, M. A. de, Carvalho, T. D. de, Martins, S. R., Gallo, P. R., & Reis, A. O. (2010). A epistemologia genética de Piaget e o construtivismo. *Journal of Human Growth and Development*, 20(2), 361-366. doi: 10.1590/S1413-85572010000100008.
- Aziz Hussin, A. (2018). Education 4.0 made simple: ideas for teaching. *International Journal of Education and Literacy Studies*, 6(3), 92. doi: 10.7575/aiac.ijels.v.6n.3p.92. doi: 10.7575/aiac.ijels.v.6n.3p.92.
- Baldam, R. (2020). *Science Mapping (Bibliometria) with R Studio, Bibliometrix and international indexes*. Vitória: UFES. URL: <http://cope.ufes.br>. Acesso 17.08.2023.
- Bender, W. N. (2015). *Aprendizagem baseada em projetos: a educação diferenciada para o século XXI*. São Paulo: Penso Ed. URL: <https://acervo.enap.gov.br/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=523554>. Acesso 16.08.2023.
- Castañon, G. A. (2015). O que é construtivismo. *Cadernos de História e Filosofia da Ciência*, 1(2), 209-242. URL: <https://www.cle.unicamp.br/eprints/index.php/cadernos/article/view/744/627>. Acesso 16.08.2023.
- Dias, I. S. (2010). Competências em educação: conceito e significado pedagógico. *Psicologia Escolar e Educacional*, 14(1), 73-78. doi: 10.1590/s1413-85572010000100008.
- Du, X., & Han, J. (2016). A literature review on the definition and process of Project-Based Learning and other relative studies. *Creative Education*, 07(07), 1079-1083. doi: 10.4236/ce.2016.77112.
- Fagerholm, F., Hellas, A., Luukkainen, M., Kyllönen, K., Yaman, S., & Mäenpää, H. (2018). Designing and implementing an environment for software start-up education: Patterns and anti-patterns. *Journal of Systems and Software*, 146, 1-13. doi: 10.1016/j.jss.2018.08.060.
- Faria, D. R. de, Ramos, M. C., & Coltri, P. P. (2021). Sequência Didática como estratégia para ensino sobre desafios socioambientais relacionados às Mudanças Climáticas. *Terrae Didatica*, 17(Publ. Contínua), 1-12, e021052. doi: 10.20396/td.v17i00.8667126.
- Faria, D. R. de, Ramos, M. C., & Coltri, P. P. (2021). Sequência Didática como estratégia para ensino sobre desafios socioambientais relacionados às Mudanças Climáticas. *Terrae Didatica*, 17(Publ. Contínua), 1-12, e021052. doi: 10.20396/td.v17i00.8667126.
- Fu, Y., L., Pastran R., & Brockmann, P. (2018). *Teaching Global Software Engineering*. ECSEE '18: Proceedings of the 3rd European Conference of Software Engineering Education. doi: 10.1145/3209087.3209102.
- Fioravanti, M. L., Sena, B., Paschoal, L. N., Silva, L. R., Allian, A. P., Nakagawa, E. Y., Souza, S. R. S., ..., & Barbosa, E. F. (2018). *Integrating Project Based Learning and Project Management for Software Engineering Teaching*. Proceedings of the 49th ACM Technical Symposium on Computer Science Education. doi: 10.1145/3159450.3159599.
- Hou, S.-I. (2014). Integrating Problem-based Learning with Community-engaged Learning in Teaching Program Development and Implementation. *Universal Journal of Educational Research*, 2(1), 1-9. doi: 10.13189/ujer.2014.020101.
- Kundra, D., & Sureka, A. (2016, December 1). *An Experience Report on Teaching Compiler Design Concepts Using Case-Based and Project-Based Learning Approaches*. IEEE Xplore. doi: 10.1109/T4E.2016.052.
- Larmer, J., Mergendoller, J., & Boss, S. (2015). *Setting the standard for project based learning*. ASCD. URL: <https://files.ascd.org/staticfiles/ascd/pdf/siteASCD/publications/books/Setting-the-Standard-for-PBL-sample-chapters.pdf>. Acesso 17.08.2023.
- Libâneo, J. (2014). *TENDÊNCIAS PEDAGÓGICAS NA PRÁTICA ESCOLAR*. URL: https://praxistecnologica.files.wordpress.com/2014/08/tendencias_pedagogicas_libaneo.pdf. Acesso 21.08.2023.
- Libâneo, J. C. Democratização da escola pública.

- São Paulo: Loyola, 1990. *Adeus professor, adeus professora*. URL: <https://pt.scribd.com/document/402857467/180042937-JOSE-CARLOS-LIBANEO-Democratizacao-da-escola-publica-a-pedagogia-critico-social-dos-conteudos-pdf>. Acesso 17.08.2023.
- Lima, A. G. D., & Pinto, G. S. (2019). INDÚSTRIA 4.0. *Revista Interface Tecnológica*, 16(2), 299-311. doi: 10.31510/infav.16i2.642.
- Lima, K.M.C.F.M.; Mota, M.K.F., & Campos, C.S. *Profissionalidade Docente e Inovação Pedagógica: Desafio e Perspectivas in Educação 4.0: aprendizagem, gestão e tecnologia*. Quipá Editora, 2021- Iguatu, CE. URL: <https://educapes.capes.gov.br/bitstream/capes/603256/2/COLETANEA%20EDUCA%C3%87%C3%83O%204.0.pdf>. Acesso 18.08.2023
- Lourenço, C. de C., & Junior, M. M. C. J. M. M. C. (2022). Inovação na Educação em Engenharia por meio do desenvolvimento de competências e habilidades referenciados nos modelos de educação 4.0 e 5.0. *Latin American Journal of Business Management*, 13(1). URL: <https://lajbm.com.br/index.php/journal/article/view/689>. Acesso 18.08.2023.
- Mattos, M. P., Campos, H. M. N., Queiroz, B. D. F., Santos, E. J. D., Cunha, R. D. S. B., & Gomes, D. R. (2020). Tecendo redes de educação construtivista em Deontologia Farmacêutica: formação e dispositivos ativos na arte de ensinar. *Interface-Comunicação, Saúde, Educação*, 24. doi: 10.1590/Interface.190567.
- Miller, E. C., & Krajcik, J. S. (2019). Promoting deep learning through project-based learning: a design problem. *Disciplinary and Interdisciplinary Science Education Research*, 1(1). doi: 10.1186/s43031-019-0009-6.
- Nobre, J. C. S., Loubach, D. S., da Cunha, A. M., & Dias, L. A. V. (2006). *Aprendizagem Baseada em Projeto (Project-Based Learning-PBL) aplicada a software embarcado e de tempo real*. In: Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE), v. 1, n. 1, pp. 258-267. URL: https://www.researchgate.net/publication/242713390_Aprendizagem_Baseada_em_Projeto_Project-Based_Learning_-_PBL_aplicada_a_software_embarcado_e_de_tempo_real. Acesso 21.12.2023.
- Olayinka, O., & Stannett, M. (2020, April 1). *Experiencing the Sheffield Team Software Project: A project-based learning approach to teaching Agile*. IEEE Xplore. doi: 10.1109/EDUCON45650.2020.9125175.
- Pagani, R. N., Kovaleski, J. L., & Resende, L. M. (2015). Methodi Ordinatio: a proposed methodology to select and rank relevant scientific papers encompassing the impact factor, number of citation, and year of publication. *Scientometrics*, 105(3), 2109-2135. doi: 10.1007/s11192-015-1744-x.
- Pham, Y. D., Fucci, D., & Maalej, W. (2018, March 28). *A First Implementation of a Design Thinking Workshop During a Mobile App Development Project Course*. Second IEEE/ACM International Workshop on Software Engineering Education for Millennials. doi: 10.48550/arXiv.1803.10587.
- Peng, J., Sergis, S., Wang, M., & Sampson, D. G. (2017a). *Combining smart web-based learning environments with teaching and learning analytics to support reflection on Project-based Programming Education*. The HKU Scholars Hub (University of Hong Kong). doi: 10.1145/3041021.3054158.
- Peng, J., Wang, M., & Sampson, D. (2017b). Visualizing the Complex Process for Deep Learning with an Authentic Programming Project. *Journal of Educational Technology & Society*, 20(4), 275-287. URL: <https://www.jstor.org/stable/26229223>. Acesso 25.08.2023.
- Peng, J., Wang, M., Sampson, D., & Van Merriënboer, J. J. G. (2019). Using a visualisation-based and progressive learning environment as a cognitive tool for learning computer programming. *Australasian Journal of Educational Technology*, 35(2). doi: 10.14742/ajet.4676.
- Queiroz, C. T. A. P., & Moita, F. D. S. (2007). *Fundamentos sócio-filosóficos da educação*. Campina Grande, 24. URL: http://www.cad.uepb.edu.br/ava/arquivos/cursos/geografia/fundamentos_socio_filosoficos_da_educacao/Fasciculo_09.pdf. Acesso 16.08.2023.
- Ravikumar, R. & Sathwani, P. (2020, February 1). *Utilizing a data analytics project to increase student awareness of contemporary global issues*. IEEE Xplore. doi: 10.1109/ASET48392.2020.9118395.
- Sáez-López, J.-M., Román-González, M., & Vázquez-Cano, E. (2016). Visual programming languages integrated across the curriculum in elementary school: A two year case study using “Scratch” in five schools. *Computers & Education*, 97, 129-141. doi: 10.1016/j.compedu.2016.03.003.
- Santos, B. P., Alberto, A., Lima, T. D. F. M., & Charrua-Santos, F. M. B. (2018). Indústria 4.0: desafios e oportunidades. *Revista Produção e Desenvolvimento*, 4(1), 111-124. doi: 10.32358/rpd.2018.v4.316.
- Santos, A. P. S., Medeiros, F. P., Paz, A., Rodrigues Junior, J. G., & Medeiros, R. F. (2019). Uso de projetos em salas de aula dos Institutos Federais: uma análise sob a ótica da Aprendizagem Baseada em Projetos e das competências do século 21. *Revista Principia. Divulgação Científica e Tecnológica do IFPB*, 1(44), 113-121. doi: 10.18265/1517-03062015v1n44p113-121.
- Sharma, P. (2019). Digital Revolution of Education 4.0. *International Journal of Engineering and Advanced Technology*, 9(2), 3558-3564. doi: 10.35940/ijeat.a1293.129219.
- Wang, H. Y., Huang, I., & Hwang, G.-J. (2015). Comparison of the effects of project-based computer programming activities between mathematics-gifted students and average students. *Journal of Computers in Education*, 3(1), 33-45. doi: 10.1007/s40692-015-0047-9.
- Xiao, M., & Yu, X. (2017, December 1). *A Model of Cultivating Computational Thinking Based on Visual Programming*. IEEE Xplore. doi: 10.1109/EITT.2017.26.