



## **O PENSAMENTO COMPUTACIONAL COMO UM MODELO DE ORGANIZADOR PRÉVIO**

### **THE COMPUTATIONAL THINKING AS A ADVANCE ORGANIZER MODEL**

#### **ELCIO SCHUHMACHER**

Pós-doutorado em Literacia da Informação - Universidade do Minho - Portugal / FURB - Universidade Regional de Blumenau / GETEC-EDU - Grupo de Estudos em Tecnologia Educacional - FURB / e-mail: elcio@furb.br

#### **VERA REJANE NIEDSBERG SCHUHMACHER**

Pós-doutorado em Tecnologia da Educação - Universidade do Minho - Portugal / UNISUL - Universidade do Sul de Santa Catarina / GETEC-EDU - Grupo de Estudos em Tecnologia Educacional - FURB / e-mail: vera.schuhmacher@gmail.com

#### **EDESIO MARCOS SLOMP**

Doutorando em Engenharia, Gestão e Mídia do Conhecimento - PPGEGC / UFSC - Universidade Federal de Santa Catarina / GETEC-EDU - Grupo de Estudos em Tecnologia Educacional - FURB / e-mail: edesiomarcos@gmail.com

#### **RESUMO**

A educação, como preconizada pela UNESCO, coloca quatro pilares básicos: aprender a conhecer, aprender a viver juntos, aprender a fazer e aprender a ser, os quais devem preparar os indivíduos para os desafios e necessidades de um mundo globalizado, por isso as estratégias de aprendizagem precisam ser constantemente atualizadas. Este artigo foi produzido com intuito de propiciar reflexões sobre o uso do Pensamento Computacional (PC) como estratégia a ser utilizada na aprendizagem, em particular, neste ensaio teórico os conceitos de PC, vão ser apresentados no âmbito da resolução de problemas explorando discussões a partir de ideias relacionadas aos seus elementos constitutivos. O estudo centrou-se no problema: como desenvolver as representações e o raciocínio lógico, propostos pelo PC, utilizando a resolução de problemas? O corpus da pesquisa discute conceitos sobre Aprendizagem Significativa, Organizador Prévio, PC, representações e modelo mental que são conceitos que contribuem para o desenvolvimento de representações, habilidades e para a aprendizagem. Conclui-se que atividades de resolução de problemas, com o uso do PC, são potencialmente facilitadoras de aprendizagem significativa.

**Palavras-chave:** Aprendizagem Significativa, Organizador Prévio, Resolução de Problema, Pensamento Computacional, Modelo Mental.

#### **ABSTRACT**

Education, as advocated by UNESCO, is based on four fundamental pillars: learning to know, learning to live together, learning to do, and learning to be, which should prepare individuals for the challenges and needs of a globalized world. Therefore, learning strategies need to be constantly updated. This article aims to provide reflections on the use of Computational Thinking (CT) as a strategy to be used in learning. In particular, in this theoretical essay, the concepts of CT will be presented in the context of problem-solving, exploring discussions based on ideas related to its constitutive elements. The study focused on the question: how to develop the representations and logical reasoning proposed by CT using problem-solving? The research corpus discusses concepts related to Meaningful Learning, Prior Organizer, CT, representations, and mental model, which are concepts that contribute to the development of representations, skills, and learning. It is concluded that problem-solving activities, using CT, are potentially facilitators of meaningful learning.

**Key-words:** Meaningful Learning, Prior Organizer, Problem Solving, Computational Thinking, Mental Model.



## INTRODUÇÃO

O ensino é um processo dinâmico e contínuo, que envolve a construção de saberes e conhecimentos. Não se trata apenas de reproduzir o que foi feito pelas gerações anteriores, mas de dialogar com elas e de criar possibilidades para o futuro. Para isso, é preciso inovar, inventar e desenvolver novas estratégias de ensino, que estimulem o pensamento crítico, a criatividade e a colaboração dos alunos. Assim, a sociedade poderá avançar em todos os aspectos: cultural, social, tecnológico e educacional. Pode-se dizer que o problema ou o desafio da educação não é como usar das tecnologias digitais da informação e comunicação (TDIC), ou seja, como aumentar o uso das tecnologias no ensino, mas como os alunos podem se utilizar destas para aprender a viver, educar e trabalhar colaborativamente em uma sociedade digital.

Ao interagir com alunos se evidencia que muitos apresentam dificuldades em emitir opiniões esclarecidas em relação a diversos assuntos, principalmente ao que se refere a conceitos de Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics (STEAM), comumente entendida como uma abordagem educacional que integra Ciência, Tecnologia, Engenharia, Artes e Matemática (BACICH e HOLANDA, 2020), e quando usam destes se limitam a reproduzir informações de senso comum ou postas em redes sociais ou advindas de páginas não referenciadas, sem apresentar entendimento sobre a informação, conforme argumenta Oliveira et. al (2017).

Estes se limitam a reproduzir informações de senso comum, postas em redes sociais ou advindas de páginas não referenciadas, sem apresentar entendimento sobre a informação. Isso pode ser indício de que a aprendizagem baseada em informações rápidas e/ou aulas de ciência sejam insuficientes para estruturar os conhecimentos científicos e criar representações em relação ao cotidiano e, por conseguinte, conceitos ensinados em sala de aula, considerados como representações ou modelos mentais, não conseguem ultrapassar o contexto escolar.

Pois, estruturar um conceito não significa reproduzir definições, como ressalta Vygotsky

(...) um conceito é mais do que a soma de certos vínculos associativos formados pela memória, é mais do que um simples hábito mental; é um ato real e complexo de pensamento que não pode ser aprendido por meio de simples memorização. (VIGOTSKI, 2001, p. 246).

David Ausubel e seus sucessores pressupõem que uma aprendizagem significativa de novos conteúdos requer o desenvolvimento da negociação entre representações, como apontado por Novak e Gowin (1981), processo pelo qual o indivíduo se apropria dos elementos fundamentais do conceito, abstrai e generaliza, e que as atuais estratégias, raramente favorecem, aspecto considerado fundamental no processo da Aprendizagem Significativa (AS), como comentado por Moreira (2011).



Parte-se aqui do pressuposto de que o ensino é uma intensa negociação de significados e cabe ao professor criar situações, as quais tornem o aluno insatisfeito com a sua representação atual e esteja disposto a encontrar definições mais coerentes com a realidade proposta. Assim, utilizar de estratégias que envolvam situações cotidianas e que desenvolvam o raciocínio lógico, auxiliam na negociação das representações e leva ao desenvolvimento de novos modelos, pois é a partir desta inter-relação que se cria uma “fluência representacional” que facilita explicar a realidade proposta e outras situações.

Parte-se destarte da hipótese de que se a estratégia for significativa para o aluno, este deve reestruturar, a partir de uma negociação, as representações existentes, tornando o aprendizado significativo, pois, ao buscar em seus subsunçores, as suas representações lógicas, o aluno as relaciona com o problema, negocia os significados e reestrutura o conhecimento, criando um novo modelo mental da situação.

A teoria de Johnson-Laird (2010) "Mental Models" ou Modelo Mental traz em seu argumento que raciocinar envolve a construção de modelos mentais. O ato de raciocinar não se resume apenas à aplicação das regras lógicas do pensamento, mas sim à criação de modelos que representem de forma específica o problema apresentado. Raciocinar, então, pressupõe que aquele que raciocina tem uma representação(ões) do conteúdo dado, que se encontra estruturado de forma lógica, para então, criar conhecimento novo e extrair uma conclusão.

Os alunos apresentam características diferenciadas e diferentes representações sobre temas estudados, assim como dificuldades de aprendizado e domínio. Representações que se encontram na estrutura cognitiva dos alunos devem ser buscadas e discutidas como uma forma de tornar o novo conhecimento significativo e estruturar novos conhecimentos.

Uma forma de identificar diferentes representações pode ser realizada pelo emprego de um recurso designado por organizador prévio, recurso proposto por Ausubel (2003) é empregado para deliberadamente manipular a estrutura cognitiva, com a clara intenção de buscar os subsunçores dos alunos e facilitar a aprendizagem significativa.

Na literatura, encontram-se diversos tipos de organizadores prévios (MOREIRA, 2011), podendo ser desde textos escritos, uma discussão, uma demonstração ou mesmo um filme. Neste trabalho, no entanto, se utiliza das habilidades apontadas pelo Pensamento Computacional, que possibilitam a modelização de situações reais e que colocam o aluno na construção e negociação das condições de representação das características determinantes do modelo, buscado por ele, para a resolução do problema. Usa-se neste artigo o PC como uma estratégia de resolver problemas, segundo os pilares, que se encontram relacionados com o raciocínio lógico, usado pela Ciência da Computação, sendo eles: decomposição, reconhecimento de padrões, abstração e algoritmo.

A proposta deste artigo é apresentar o Pensamento Computacional, como um Modelo de Organizador Prévio (MOP), considerando-o uma estratégia sistemática de organização dos modelos mentais (representações) e uma forma de os alunos resolverem problemas no ensino de STEAM. O estudo discuti o uso do PC como recurso instrucional de organização



das representações mentais e desta forma, melhorar a fluência representacional em STEAM, melhorando a aprendizagem dos alunos.

## REFERENCIAL TEÓRICO

As ações permitem que representações do mundo sejam construídas, usa-se para isto atividades que envolvam o raciocínio lógico, o que representa uma estruturação dos processos mentais de forma inconsciente e que permite abstrair, generalizar uma representação a partir de um problema cotidiano. Uma vez abstraído e internalizado, a representação pode ser aplicada a outras situações.

Para Ausubel, em sua teoria construtivista da Aprendizagem Significativa, na qual o aluno é o construtor da sua aprendizagem, a estrutura cognitiva é um conjunto hierárquico de subsunçores, inter-relacionados, de forma dinâmica. E coloca que:

A essência do processo de aprendizagem significativa é que as ideias expressas, simbolicamente, são relacionadas às informações, previamente adquiridas pelo aluno através de uma relação não arbitrária e substantiva. (AUSUBEL, 2003).

De acordo com Ausubel, os conhecimentos prévios devem ser sempre levados em consideração. Essas ideias prévias, consideradas como representações, dão uma visão da maneira pelo qual os alunos pensam e, ao serem analisadas, é possível perceber quais os subsunçores que se encontram em sua estrutura cognitiva, e que permite definir estratégias de ensino que sejam significativas. Considera-se uma estratégia significativa quando está for significativa para o aluno, no entendimento de novas informações.

O subsunçor, ou ideia âncora, sustenta a assimilação de uma nova informação que dispõe de uma hierarquia conceitual, que armazena experiências prévias daquele que aprende e que torna possível dar um novo significado a um conhecimento novo, que pode ser transmitido ou descoberto. Este pode estar mais ou menos diferenciado, ter mais ou menos estabilidade cognitiva, isto é, mais ou menos formulado em termos de representação. Os subsunçores são construídos por meio de um processo que envolve compreensão, abstração, descoberta e representação, entre outros aspectos, no entendimento de um objeto ou conceito.

Esse processo é interativo e serve de âncora para um novo conhecimento, ele próprio muda e adquire significados novos, sendo dinâmico pode evoluir. Para ocorrer essa evolução, segundo Moreira (2011), é necessário haver organizadores prévios, que são considerados materiais que têm como objetivo organizar de forma hierárquica a estrutura cognitiva entre o que se sabe e o que se necessita saber.

A teoria de modelos mentais, apontada por Johnson-Laird (1983), afirma que nossa habilidade em representar o mundo está intimamente relacionada com nossa compreensão daquilo que é explicado e para compreender qualquer fenômeno ou estado de coisas, precisa-se ter um modelo funcional dele. Tais modelos são análogos aos eventos que



acontecem no mundo real, embora incompletos e não tão fiéis. Entretanto, permitem ao sujeito compreender fenômenos e eventos, atribuir causalidade, tomar decisões e controlar sua execução. Alguns desses modelos são adquiridos por meio da negociação com outras pessoas e da interação com o meio ou pelas experiências sensoriais. Outros, por meio da transmissão de conhecimento e da cultura.

Estes referenciais apresentam as principais discussões teóricas em torno da necessidade de se trabalhar as representações que os alunos trazem em sua estrutura cognitiva, pois, segundo os autores, são eles que auxiliam na construção de novos conhecimentos. Entende-se que os organizadores prévios são uma forma de se atribuir significado aos conhecimentos. Ausubel (2003, p. 11) argumenta,

[...] que um organizador avançado seja desejável e potencialmente eficaz no estabelecimento [...], as ideias relevantes existentes na estrutura cognitiva são demasiado gerais e não possuem uma particularidade de relevância e de conteúdo suficientes para servirem como ideias ancoradas eficientes relativamente às novas ideias introduzidas pelo material de instrução em questão. O organizador avançado resolve esta dificuldade desempenhando um papel de mediador, [...].

O organizador prévio é apresentado em um nível mais alto de abstração, podendo ser usado uma situação problema, a qual, quando apresentada em uma situação relativamente familiar, como um organizador comparativo, apoiará o aluno a integrar novos conhecimentos a sua estrutura cognitiva, que auxilia a diferenciar entre conceitos existentes e novos, mostrando a sua relacionalidade. Para Moreira (2011), o conhecimento não pode ser cumulativo e sim transformado, não se aprende acumulando informações e sim ampliando, estruturando e formulando problemas percebidos.

Propõem-se neste artigo o uso dos pilares do Pensamento Computacional como um Modelo de Organizador Prévio do tipo comparativo, que utiliza como ponto de partida as diferenças e semelhanças existentes em relação àquilo que o aluno já sabe, o qual permite discriminar entre ideias ancoradas e novas ideias, que surgem durante o processo de resolução do problema e que permite analisar semelhanças e diferenças entre as soluções encontradas e como forma de organizar a estrutura cognitiva das representações dos alunos.

## **OS PILARES DO PENSAMENTO COMPUTACIONAL**

Duas habilidades encontram-se interligadas: resolução de problemas e o Pensamento Computacional e que servem como aporte para desenvolver conhecimentos de STEAM. Habilidades de resolução de problemas são essenciais ao desenvolvimento do raciocínio lógico, que consiste basicamente em um processo de estruturação do pensamento de acordo com as normas da lógica que permite chegar a uma determinada conclusão ou



resolver um problema. No entanto, ele não pode ser ensinado diretamente, mas pode ser desenvolvido através da resolução de problemas os quais contribuem para o desenvolvimento de algumas habilidades mentais.

Uma parte importante do pensamento computacional é a resolução de problemas (CSTA/ISTE, 2011). Uma definição dada por Wing (2006, 2008) considera que o PC é um conjunto de ferramentas mentais que ajuda a decompor um problema difícil em subtarefas menores, representar problemas, interpretar dados, compor algoritmos que um computador (considerado por Wing, como a capacidade de um homem ou máquina resolver o problema) pode executar e levar em consideração a correção ao tentar resolver um problema (grifo nosso).

Para Wing (2006), o PC é o uso de processos de pensamento lógico para formular, analisar e resolver problemas de uma forma que possa ser entendida por um computador, pois parte de um modelo mental abstraído, que pode ser usado para resolver problemas em qualquer campo de estudo ou carreira. Considera-se que usar do PC é escolher uma representação apropriada ou modelar os aspectos relevantes de um problema para torná-lo tratável.

As representações podem não ser necessariamente verdadeiras, mas, são informações que se encontram representadas na estrutura cognitiva do aluno, as quais, por meio de uma de uma sequência de regras postas, que definem a solução e que, geralmente, são percebidas quando da construção de um algoritmo. Portanto, o Raciocínio Computacional está relacionado a forma de raciocínio do indivíduo quando este processa as informações. As regras aplicadas têm como base as habilidades do PC, na qual se realiza uma dedução e chega-se a uma conclusão, a partir de uma ou mais premissas conhecidas pelo aluno, para a tomada de decisão.

Partindo-se desta premissa, o PC, como uma estratégia ajuda a desenvolver habilidades analíticas e de raciocínio lógico úteis na resolução de problemas cotidianos e que, permite desenvolver habilidades de representação e pensamento algorítmico (estrutura de pensamento) conforme Schuhmacher, Slomp e Schuhmacher (2022). Essas habilidades do PC incluem, mas não estão limitadas a estas, a abstração, decomposição, algoritmos e reconhecimento de padrões.

Abstração é o processo de isolar detalhes e informações desnecessárias para o desenvolvimento de representação do problema. Na resolução de problemas, a abstração pode assumir a forma de reduzir um problema ao que se acredita ser o essencial. A abstração também é comumente definida como a captura de características ou ações comuns em um conjunto que pode ser usado para representar todas as outras instâncias. É um processo mental que busca reduzir a complexidade de algo, em propriedades fundamentais, conceitos-chave entre outros, e a partir deles construir modelos simples para analisar, avaliando os resultados antes de aplicá-los em um mundo real. Por exemplo, alunos da aula de história podem escolher uma civilização e estudar as diferentes tecnologias e informações usadas sobre recursos naturais. Examinam ignorando diferentes



complexidades, como religião e estruturas governamentais e podem focar nos avanços da ciência ou da tecnologia.

A decomposição está relacionada ao processo de dividir ou separar o problema ou conceitos em partes menores e mais simples, o que permite resolver o problema a partir de uma abordagem dos subproblemas. Por exemplo, os alunos podem separar o sistema de justiça criminal de uma civilização identificando diferentes problemas advindos da tecnologia e propor suas soluções para a representação de um sistema justo. Tornando o problema complexo facilmente manipulável.

O reconhecimento de padrões é definido como uma forma de entender o mundo que nos cerca, por meio de conceitos de interação que se repetem. Após se perceber o padrão é possível encontrar e elaborar soluções. Por exemplo, alunos de ciências podem salvar o mundo analisando dados de terremotos em tempo real e identificando um local. Com isto, podem analisar o agrupamento de atividade sísmica que ajuda na formação de uma hipótese baseada nas placas tectônicas da Terra e perceber que o que estão aprendendo é relevante.

Os algoritmos são referidos como a sequência lógica de passos ou eventos que orientam um processo para a resolução. O algoritmo ou a solução deve ser testada, avaliada, e, se necessário, reajustada ao processo. Por exemplo, um professor, que ensina gramática, pode dar aos alunos vários itens gramaticais e incentivá-los a encontrar a regra gramatical por trás disso, está fortalecendo as habilidades de PC em seus alunos.

## **COMPONENTES DO MODELO DO ORGANIZADOR PRÉVIO (MOP)**

O Modelo do Organizador Prévio consta de três fases de atividade, durante as quais o professor procura entender as representações existentes, a científica e a que se encontra na estrutura cognitiva do aluno, ou seja, o que já é sabido pelo aluno, as quais podem ser percebidas quando o mesmo apresentar o seu algoritmo, e compará-las com outros algoritmos da resolução do problema. De forma que este venha a ancorar ideias e conceitos que serão trabalhados após a aplicação do MOP.

A comparação e a negociação de representações e respostas, necessárias para a solução, exige que o aluno exponha seus conhecimentos prévios, dando assim, significado ao material de aprendizagem. A interação mútua entre professor e aluno se conecta de forma responsiva entre as representações e o objeto de estudo. A eficácia do MOP depende da negociação comparativa entre as representações.

O MOP na construção da resolução do problema é esboçado em 3 fases: Na Fase 1: Ocorre o esclarecimento da estrutura da forma lógica de resolução dada pelo PC: decomposição, abstração, algoritmo e padrões; Apresenta-se exemplos de como se estruturam os pilares de uma forma lógica; Discute-se exemplos para conscientização da estrutura de resolução; Fase 2: Apresenta-se um problema potencialmente relevante e solicita-se a organização do conteúdo na lógica computacional da Fase 1; Solicita-se ao



aluno a apresentação de uma solução na forma de um algoritmo, advindo de seus conhecimentos prévios; Negocia-se entre as soluções, qual dos algoritmos apresenta a melhor resolução; Fase 3 – Reforço, dado pelo professor, na organização dos algoritmos e discussão e organização de conteúdos relevantes apresentados para complexar as representações.

O MOP tem como objetivo organizar a estrutura cognitiva no campo de conhecimento de forma hierárquica, partindo dos conhecimentos prévios e subsunções gerais para os mais inclusivos, através da diferenciação progressiva, e ao serem apresentados estes se reconciliam integrativamente à novos conhecimentos, o permite promover uma aprendizagem por recepção ativa e uma abordagem crítica inicial sobre o assunto.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Ao usar do MOP, em comparação com as estratégias dedutivas ou indutivas, os alunos são desafiados a pensar de forma lógica, pois, partem de representações próprias para chegar a solução, o que envolve, de certa forma um maior uso função cognitiva, promovendo agilidade de aprendizagem.

A recursividade permite ao aluno estabelecer relações substantivas e não arbitrarias entre seus conhecimentos prévios e o novo, além disso, é nos momentos de negociação que os alunos têm chance de perceber incoerências nas representações e assim, fazer uso de novas representações, minimizando e estruturando a sua estrutura cognitiva.

O MOP auxilia a rearranjar a estrutura cognitiva, pois diferente das estratégias tradicionais, não cria uma dependência de aulas expositivas. Em contraste, acredita-se que estratégias que promovem o desenvolvimento do raciocínio lógico e da fluência representacional, ajudam na compreensão de temas e permitem a aprendizagem ao longo da vida, pois encorajam o desenvolvimento da curiosidade e questionamento.

Modelos construídos por meio da negociação de representações e do raciocínio lógico, submetidos a uma validação, discussão e validação estruturam o cognitivo, promovendo uma experiência na qual a modelização aparece como atividade criadora. E na perspectiva da AS, esta estratégia reitera a premissa de que são os conhecimentos prévios que conduzem/influenciam a aprendizagem subsequente.

## **REFERÊNCIAS**

AUSUBEL, D. P. **Aquisição e Retenção de Conhecimentos: Uma Perspectiva Cognitiva**. Portugal: Plátano Editora, 226p., 2003.

BACICH, Lilian (Org.); HOLANDA, Leandro (Org.). **STEAM em Sala de Aula: A Aprendizagem Baseada em Projetos Integrando Conhecimentos na Educação Básica**. Penso Editora, abr. de 2020.



CSTA/ISTE. **Operational Definition of Computational Thinking for K-12 Education.** Disponível em: <http://www.iste.org/docs/ct-documents/computational-thinking-operational-definition-flyer.pdf> (acesso em: 03/06/2023).

HILL, M. and SHARMA, M. D. Students' representational fluency at university: a cross-sectional measure of how multiple representations are used by physics students using the representational fluency survey. **Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education**, v. 11, n. 6, p. 1633-1655, 2015.

JOHNSON-LAIRD, P. N. Mental models and human reasoning. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, 107(43), 18243-18250. 2010. Recuperado em 4 jun., 2023, de <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2972923/>

JOHNSON-LAIRD, P.N. **Mental Models: Towards a Cognitive Science of Language, Inference and Consciousness.** Cambridge, MA: Harvard Univ Press. 513p., 1983.

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem significativa: a teoria e textos complementares.** São Paulo: Editora Livraria da Física. 179p., 2011.

OLIVEIRA, L. R. et al. A Literacia Mediática e Informacional em alunos de Ciências Exatas. **Revista Dynamis**, v. 22, n. 1, p. 3-13, 2017.

Vygotsky, L.S. **A construção do pensamento e da linguagem.** São Paulo: Martins Fontes. 2001.

SCHUHMACHER, E.; SLOMP, E. M.; SCHUHMACHER, V. R. N. **O Estudo de aula no desenvolvimento de habilidades do Pensamento Computacional no ensino do tema Ecologia.** **Dialogia**, n. 40, p. 21738, 2022.

WING, J. M. Computational thinking. **Communications of the ACM**, v.49, n.3, pp.33-35, 2006. DOI 0001-0782/06/0300.

WING, J. M. Computational thinking and thinking about computing. **Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences**, v. 366, n. 1881, p. 3717-3725, 2008.