LUMEN ET VIRTUS

A aprendizagem baseada em problemas como estratégia de ensino dos fundamentos dos sistemas de representação do conhecimento: A experiência com os autômatos celulares

https://doi.org/10.56238/levv15n39-184

Florencio Reverendo Anton Neto
Doutorando em Difusão do Conhecimento – Universidade do Estado da Bahia (UNEB) Campus Camaçari

José Augusto Lopes da Silva
Doutorandos em Difusão do Conhecimento – Instituto Federal da Bahia (IFBA) Campus Salvador

Rosana de Vasconcelos Sousa
Doutorandos em Difusão do Conhecimento – Instituto Federal da Bahia (IFBA) Campus Salvador

Sanval Ebert de Freitas Santos
Doutorandos em Difusão do Conhecimento – Instituto Federal da Bahia (IFBA) Campus Salvador

Eduardo Manuel de Freitas Jorge
Doutor em Difusão do Conhecimento – Universidade do Estado da Bahia (UNEB) Campus I Salvador

RESUMO
De caráter empírico, inter e transdisciplinar operado pela abordagem qualitativa descritiva, este artigo objetiva descrever e analisar um processo de aprendizagem baseada em problemas como uma estratégia de ensino da disciplina Sistema de Representação do Conhecimento. A aprendizagem baseada em problemas é uma metodologia ativa que vem sendo amplamente utilizada na disciplina e orientou todo o processo de ensino e aprendizagem tendo em vista o subtema Autômatos Celulares e o desafio de compreensão da modelagem e da representação do conhecimento implementados pela Máquina de Turing. A aprendizagem baseada em problemas foi fundamental no processo, seja pelo seu caráter inter e transdisciplinar, seja pela autonomia, que confere ao estudante a possibilidade de gestão do seu aprendizado.

Palavras-chave: Aprendizagem Baseada em Problemas, Sistemas de Representação do Conhecimento, Autômatos Celulares, Estratégias de Ensino.

1 INTRODUÇÃO

A busca pelo conhecimento e a sua mobilização é uma das muitas características do ser humano complexo. Nesse contexto, a educação, enquanto ciência e prática dos processos que envolvem o ensino e a aprendizagem, tem oferecido diversos aportes epistemológicos, teórico-metodológicos e seus instrumentos que consolidam toda uma cultura de abordagem do como facilitar o ensinar-aprender-fazer-ser para o desenvolvimento e a apropriação efetivos do conhecimento.

Diante das exigências da vida contemporânea, fica evidente que os pressupostos teóricos e os métodos tradicionais da educação, embora as suas notáveis contribuições, encontram-se superados, e, ao apresentarem-se insuficientes para suprirem as demandas pedagógicas e da docência atuais, cedem espaço para metodologias emergentes, como as que se configuram nas metodologias ativas.

A Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP), no inglês Problem Based Learning (PBL), tem se apresentado como uma metodologia ativa que foca no respeito à autonomia do sujeito na gestão do seu processo de aprendizagem, que é construído de forma colaborativa com os pares que com ele se relacionam a partir de um dado desafio (Borochovicius; Tassoni, 2021).

A ABP tem sido amplamente utilizada na componente curricular obrigatória Sistemas de Representação do Conhecimento (SRC) do Programa de Doutorado Multi-Institucional e Multidisciplinar em Difusão do Conhecimento (DMMDC), com sede na Universidade Federal da Bahia (UFBA)[1]. Essa componente apresenta uma proposta curricular que se embasa em estudos de temas localizados na interface da ciência cognitiva, semiótica e modelagem conceitual com o escopo de ensinar como os seres humanos modelam e representam o conhecimento.

Os autómatos celulares foram um dos subtemas dessa componente, estrategicamente escolhidos dado a sua força de representatividade de padrões que podem explicar fenômenos naturais, com efeito para os fenômenos biológicos, cognitivos - aqui inseridos a construção e a representação do conhecimento - e sociais os quais determinam, em conjunto, os seres humanos (Morin, 2001).

Frente a esses argumentos, a pergunta de que modo a metodologia ABP contribuiu para a compreensão dos conceitos fundamentais da componente SRC tendo em vista o desafio de representações de padrões de Autômatos Celulares presentes na concha Conus Textile e sua implementação na Máquina de Turing? funcionou como o eixo norteador desta pesquisa.

[1] O DMMDC desponta no ano de 2003 a partir de estudos colaborativos entre pesquisadores da UFBA e do Laboratório Nacional de Computação Científica (LNCC), que desenvolviam pesquisas relacionando conhecimento, sociedade e modelagem computacional da Difusão do Conhecimento. Trata-se de um programa de pós-graduação inspirado e desenvolvido por abordagens multirreferenciais e interdisciplinares. Sua área de concentração é a modelagem da geração e difusão do conhecimento com vistas à formação de um analista cognitivo a partir das construção, difusão e cultura do conhecimento que são suas linhas de pesquisa (Universidade Federal da Bahia, c2020).

2 AUTÔMATOS CELULARES E MÁQUINA DE TURING

Conforme Duch (1995) e Woods (2001), na metodologia ativa ABP, o problema é usado para iniciar, direcionar, motivar e focar a aprendizagem dos participantes que se empenham a resolvê-lo. Nesse processo, a ABP requer o cumprimento de algumas etapas: 1) identificar o problema; 2) identificar os elementos que protagonizam o problema; 3) compreender as concepções epistemológicas que ajudam a assimilar o problema; 4) planejar uma intervenção; 5) realizar a intervenção para a resolução do problema, cujo resultado pode gerar um novo problema e o ciclo se reiniciar (Gonçalves, 2016, p. 6). Esses passos orientaram na aplicação da ABP durante toda a disciplina de SRC, culminando nesta pesquisa.

Diante disso, o problema proposto na disciplina de encontrar formas de montar o padrão da concha (Figura 1) por meio da Máquina de Turing direcionou à pesquisa sobre Autômatos Celulares e Máquina de Turing, concepções epistemológicas protagonistas do desafio apresentado.

Um Autômato Celular "é um modelo matemático discreto capaz de simular comportamentos complexos, a partir de regras simples, baseado na teoria descrita por Turing", conforme Bezerra (2013, p. 19), citando os trabalhos de Turing (1950) e Maria (2003). Ainda de acordo com Bezerra (2013, p. 19-20), "em termos abstratos, um autômato celular pode ser definido como um sistema capaz de reproduzir comportamentos padronizados efetuados por um grupo homogêneo de organismos em contínua interação".

Ao analisar esse sistema, é possível perceber a existência de alguns dos seguintes conceitos fundamentais (Bezerra, 2013 p. 19-20):

- Célula: Menor unidade do sistema capaz de realizar processamentos a partir de características predefinidas, ou seja, um autômato;
- Grid (reticulado ou lattice): E o agrupamento formado por células idênticas, com capacidade de interação predeterminada, ordenadas de forma estrutural, ou seja, um autômato celular;
- Vizinhança: E o conjunto de células do grid, capaz de provocar alterações comportamentais de forma unívoca em outra célula;
- Estado: E a demonstração do comportamento da célula, ou seja, a sua reação as atividades de sua vizinhança;
- Regra: E o conjunto de informações que determina o formato de evolução de cada célula com base na análise de sua vizinhança.

Ao analisar os conceitos que compõem os Autômatos Celulares, faz-se importante uma breve contextualização histórica, que possibilita compreender os avanços das pesquisas sobre a temática, seus principais responsáveis, e as contribuições desse tema para diversas áreas do conhecimento, embasamento teórico necessário à resolução do desafio proposto.

Conforme Dias (2021, p. 74), a origem dos Autômatos Celulares se dá após a década de 30 do século passado, um contexto marcado pelo desenvolvimento de áreas como teoria da computação, teoria da informação, cibernética e teoria de sistemas. Em 1936, o matemático Alan Turing desenvolveu um dispositivo teórico denominado máquina universal ou Máquina de Turing, que consistia "em um modelo matemático, baseado em autômatos finitos, composto por um grupo finito de símbolos, um número finito de estados e uma fita de comprimento ilimitado dividida em pequenas células organizadas em sequência." (Bezerra, 2013, p. 18).

A Máquina de Turing é considerada um marco para a evolução da ciência, uma vez que, mesmo sendo apenas teórica, é um dos fundamentos da Ciência de Computação e a base da teoria dos autômatos celulares e do conceito de autômato celular unidimensional. Sendo, "até hoje, a aplicação de sua ideia de fita infinita utilizada para nortear a resolução de problemas de borda para autômatos celulares a n dimensões" (Bezerra, 2013, p. 18).

John von Neumann (1903-1957), matemático, naturalizado estadunidense e de origem húngara, iniciou o estudo desta importante ferramenta computacional ainda na década de 40, cuja proposta foi apresentada no Hixon Symposion, em 20 de setembro de 1948 (Gabrick, 2021, p. 20).

No começo dos anos 50, destacam-se os estudos do matemático Stanislow Ulam (1909-1984) e de Von Neumman para projetar mecanismos artificiais de auto-reprodução. Neumann tentava criar um sistema que se replicasse. Ulam, que estava estudando a formação de cristais por meio de um modelo de uma malha e células, sugeriu-lhe usar esse tipo de modelo. Nascia assim um primeiro exemplar de Autômato Celular que, embora o autômato definido por von Neumann fosse relativamente complexo, "cumpria formalmente o papel de máquinas capazes de gerar réplicas de si mesmas" (Dias, 2021, p. 75).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O componente curricular Sistema de Representação do Conhecimento, já evidenciado anteriormente, foi desenvolvido com base na ABP, tendo suas características bem evidenciadas ao longo de todo o processo de compreensão e resolução do problema central proposto. Tal problema consistiu na descoberta de um autômato celular que pudesse representar os padrões existentes em uma concha marinha Conus Textile, que se trata de uma espécie bela, variável e bastante popular, chamando atenção principalmente pelos padrões expressos em sua superfície.

Figura 1. Exemplo de concha marinha Conus Textile com padrão triangular



Fonte: Richard Ling (2005).

Seguindo a perspectiva da ABP para a resolução do problema central, algumas etapas foram traçadas, com a pretensão de facilitar a busca por soluções viáveis a construção de um padrão semelhante ao da concha. Para tanto, foi necessário o aprofundamento em relação a categoria "Autômatos Celulares", que pode ser realizada por meio de uma investigação sistemática do contexto histórico, o que caracterizou a Etapa I, de busca pela construção de um modelo representativo. Junto ao entendimento da importância dos Autômatos Celulares figura de maneira inseparável os avanços proporcionados pela Máquina de Turing que, de forma acessível, podem gerar modelos de representações complexas.

Tendo em vista o conhecimento adquirido nesta etapa inicial, de construção de um Autômato Celular, partiu-se para a tentativa de representação computacional desse padrão natural, o que caracterizou a Etapa II. Esta etapa consistiu em encontrar um padrão que fosse produzido por um Autômato Celular e que tivesse uma forte semelhança com padrões da concha.

Para este momento, sabendo que cada célula segrega pigmentos de acordo com a segregação (ou ausência de segregação) das suas células vizinhas e o conjunto das células produz o padrão da concha à medida que ela cresce (Melotti, 2009), foi possível identificar grande semelhança desse padrão com o de um Autômato Celular com a regra 30, de Wolfram.

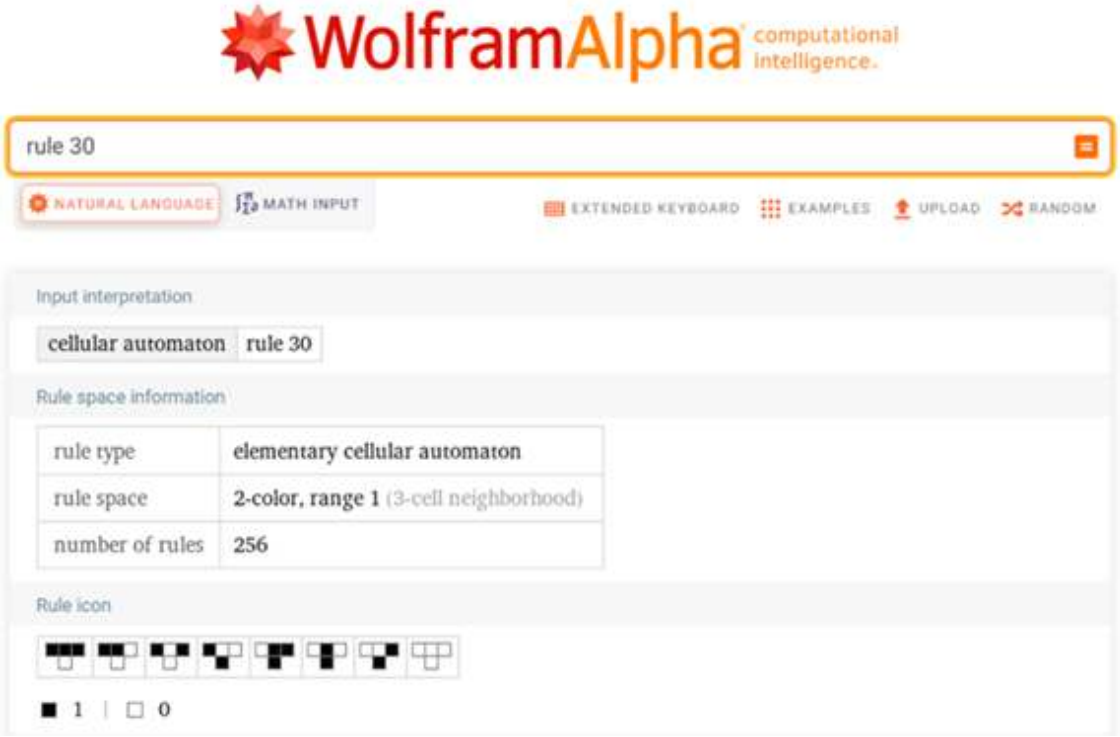
Figura 2. Padrão produzido por um Autômato Celular com regra 30



Fonte: Wolfram Alpha (c2022).

Essa identificação surge a partir do momento em que outros padrões, gerados por regras diferentes, foram testados e refutados, o que pode ser compreendido como parte fundamental da ABP, em que o sujeito participa ativamente de seu processo de aprendizagem. Com relação a essa etapa de identificação da regra geradora do padrão da concha, tendo em vista a praticidade esperada, foi utilizado o mecanismo de conhecimento computacional WolframAlpha, site de livre acesso, que fornece respostas para as mais variadas demandas. Para este caso, algumas regras foram testadas e visualizadas, até a identificação da regra 30, conforme segue:

Figura 3. Visualização da regra 30 a partir do WolframAlpha



Fonte: Retirado do site < https://www.wolframalpha.com/>.

A identificação dos oito ícones de regra foi fundamental para que se pudesse avançar na construção do Autômato Celular, a partir da regra 30 mencionada. Tal construção necessitou de um conhecimento amplo sobre a Máquina de Turing e seu funcionamento, uma vez que a implementação do padrão identificado deveria ocorrer na mesma. Para tanto, nesse cenário de representação do conhecimento, surge outra ferramenta importante que é o Visual Turing, um editor e simulador gráfico que reproduz, de forma virtual, o ambiente de criação/associação de máquinas da Máquina de Turing convencional.

A implementação dos ícones de regra no Visual Turing caracteriza, de forma inicial, a realização da Etapa III, que trata da construção de uma das regras de um Autômato Celular na Máquina de Turing. Para este caso, a regra construída vai de encontro à solução proposta inicialmente pelo componente curricular em questão, de representação do padrão presente na concha.

Os ícones de regra foram implementados inicialmente por meio de sequências lógicas do tipo:

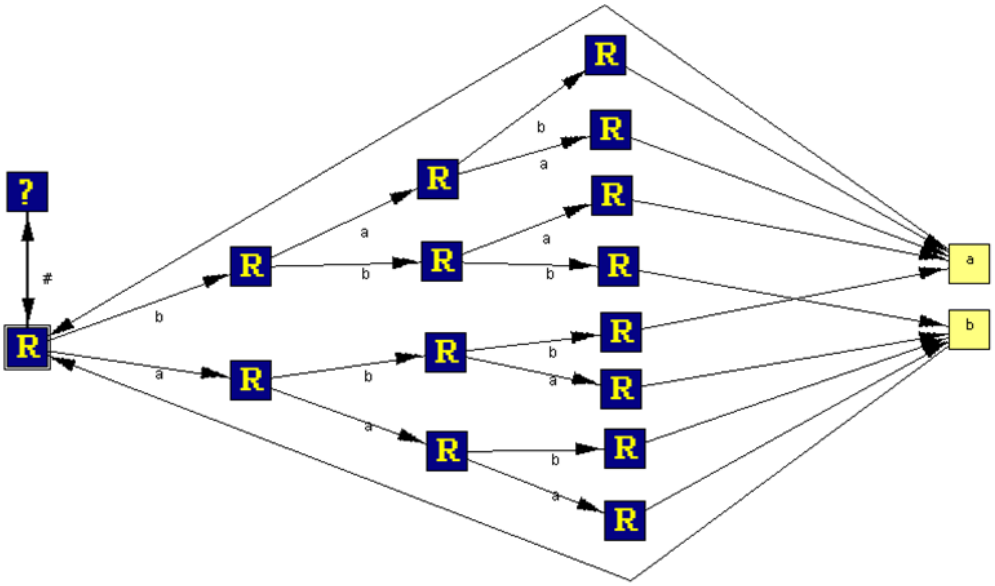
Tabela 1. Sequências lógicas para implementação dos ícones da regra 30 no Visual Turing

A	B	C	S= A+B+C
1	1	1	0
1	1	0	0
1	0	1	0
0	0	0	0
1	0	0	1
0	1	1	1
0	1	0	1
0	0	1	1

Fonte: Elaboração dos autores.

Adotando 1=a e 0=b, tais sequências lógicas deram origem a seguinte máquina:

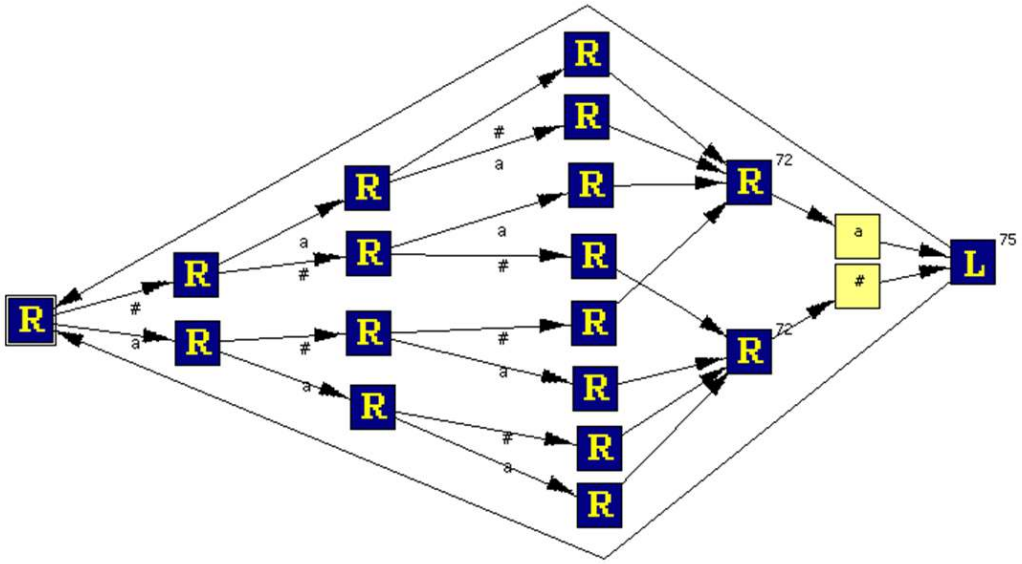
Figura 4. Sequências lógicas para implementação dos ícones da regra 30 no Visual Turing



Fonte: Elaboração dos autores.

A máquina expressa na Figura 4, criada no ambiente virtual do Visual Turing, reflete um passo importante na construção do Autômato Celular com padrão semelhante ao presente na concha. A partir das tentativas de aperfeiçoamento e a aplicação direta das funções encontradas na área de criação do ambiente virtual, foi possível criar um Autômato Celular, com base na regra 30, capaz de reproduzir o padrão da concha.

Figura 5. Máquina final, com alterações, para execução no Visual Turing

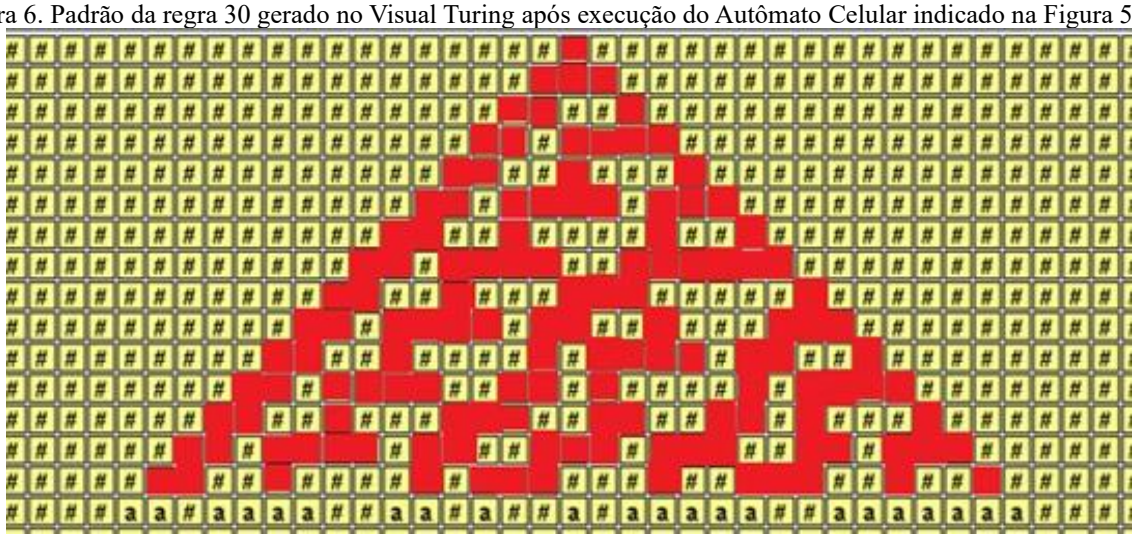


Fonte: Elaboração dos autores.

A Figura 5 indica um modelo de representação do conhecimento, implementado na Máquina de Turing, representada aqui pelo Visual Turing. Trata-se de um modelo representativo que expressa a criação de um Autômato Celular a partir da regra 30 e seus ícones de regra. A execução de tal

Autômato, no ambiente virtual, gera o padrão presente na concha, satisfazendo de forma parcial às exigências do problema proposto pelo componente curricular.

Figura 6. Padrão da regra 30 gerado no Visual Turing após execução do Autômato Celular indicado na Figura 5



Fonte: Elaboração dos autores.

A construção livre e a ação direta dos indivíduos, no desenvolvimento desse modelo representativo, refletem características importantes da ABP enquanto metodologia que pode adentrar os diversos contextos e níveis de ensino. A divisão em grupos para a criação do Autômato Celular fez com que outros elementos fossem percebidos, como a possibilidade de trabalhar cooperativamente e estimular o desenvolvimento de habilidades sociais nos sujeitos envolvidos com a solução do problema proposto.

Mesclando teoria e prática, ao longo do processo de aprendizagem, a ABP torna-se uma metodologia de ensino eficiente no contexto de sala de aula, uma vez constatado o engajamento dos sujeitos na busca por soluções viáveis. Observa-se uma forma mais abrangente de ensinar e aprender, deixando-se a uniteralidade do processo educacional e retirando do professor a responsabilidade total pela condução da aprendizagem, pois todos podem agir ativamente e ocupar os diversos espaços.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para além da compreensão da importância dos autômatos celulares e da máquina de Turing para a modelagem conceitual, no que diz respeito à representação do conhecimento, o domínio de ferramentas como o Visual Turing torna-se fundamental pelas possibilidades de criação que oferecem. A busca pela solução do problema inicial do componente por meio da ABP, de construção do autômato celular com padrão semelhante ao de uma concha marinha Conus Textile, traz à tona o potencial metodológico da mesma para o âmbito educacional, uma vez que priorizada a autonomia dos sujeitos e as possibilidades de criação durante o processo de construção e representação do conhecimento em ambiente virtual.

REFERÊNCIAS

BEZERRA, H. D. F. L. Hardware reconfigurável para geração de música harmonizada utilizando autômatos celulares. 2013. 172 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013. Disponível em: https://www.bdtd.uerj.br:8443/handle/1/11819. Acesso em: 29 ago. 2024.

BOROCHOVICIUS, E.; TASSONI, E. C. M. Aprendizagem baseada em problemas: uma experiência no ensino fundamental. Educação em Revista, Belo Horizonte, v. 37 p. 1-22, 2021. Disponível em: https://www.scielo.br/j/edur/a/qWyNpvw94bycsjL9Qw6pZxC/abstract/?lang=pt. Acesso em: 29 ago. 2024.

DIAS, W. A. V. Representando propriedades emergentes com autômatos celulares. 2021. 257 f. Tese (Doutorado em Filosofia) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2021. Disponível em: https://filosofia.fflch.usp.br/posgraduacao/discente/5344. Acesso em: 29 ago. 2024.

DUCH, B. What is problem-based learning? Center for Teaching Effectiviness. 1995. Disponível em: http://www.udel.edu/pbl/cte/jan95-what.htm. Acesso em: 29 ago. 2024.

GABRICK, E. C. Análise da faixa dinâmica em redes neuronais através de autômatos celulares. Dissertação (Mestre em Ciências) – Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2021. Disponível em: https://tede2.uepg.br/jspui/bitstream/prefix/3497/1/Enrique%20Chipicoski%20Gabrick.pdf. Acesso em: 29 ago. 2024.

GONÇALVES, M. O. O uso da aprendizagem baseada em problemas com licenciandos em matemática. In: ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 12., 2016, São Paulo. Anais eletrônicos […]. São Paulo: ENEM, 2016. Disponível em: http://www.sbem.com.br/enem2016/anais/pdf/7336_4365_ID.pdf. Acesso em: 29 ago. 2024.

LING, R. A Textile cone snail (Conus Textile). 2005. 1 fotografia. Disponível em: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/7/7d/Textile_cone.JPG. Acesso em: 29 ago. 2024.

MELOTTI, G. Aplicação de Autômatos celulares em sistemas complexos: um estudo de caso em espalhamento de epidemias. 2009. 116 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2009. Disponível em: https://www.ppgee.ufmg.br/defesas/335M.PDF. Acesso em: 29 ago. 2024.

MORIN, E. Os sete saberes necessários à educação do futuro. Tradução: Catarina Eleonora F. da Silva e Jeanne Sawaya. 4. ed. [S.l.]: Instituto Piaget, 2001.

UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA. Histórico. Salvador: UFBA, c2020. Disponível em: https://www.difusao.dmmdc.ufba.br/pt-br/historico. Acesso em: 29 ago. 2024.

WOLFRAM ALPHA. Rule 30. c2022. Disponível em: https://www.wolframalpha.com/input?i=rule+30. Acesso em: 29 ago. 2024.

WOODS, D. They just don't pull their weight. In Problem-based learning: case studies, experience and practise. London: Kogan page, 2001. p. 163-170.