



II SSAPEC

II SIMPÓSIO SUL-AMERICANO DE PESQUISA EM ENSINO DE CIÊNCIAS - SSAPEC

30 de outubro a 01 de novembro de 2023



PROBLEM-BASED LEARNING PARA O DESENVOLVIMENTO DA FLEXIBILIDADE COGNITIVA: UM DESIGN ESTRUTURAL ATRAVÉS DE FERRAMENTAS SCAFFOLDING

Bruno Prates da Silva¹
Muryel Pyetro Vidmar²
Dioni Paulo Pastorio³

1. INTRODUÇÃO

A dificuldade na aquisição de conhecimentos avançados em domínios complexos e pouco estruturados consiste na problemática que origina a Teoria da Flexibilidade Cognitiva (TFC), proposta no final da década de 1980 por Rand Spiro e colaboradores (BRAGA; JOSÉ, 2021). A aprendizagem em domínios complexos envolve a compreensão da interação contextual de múltiplos conceitos, onde distintas interações formam diferentes domínios (SPIRO *et al.*, 1988; SPIRO *et al.*, 1992).

Ao interpretarmos os problemas encontrados no dia a dia como possíveis domínios complexos e pouco estruturados, partindo da premissa de que é a partir de suas soluções que a aprendizagem ocorre (BARROWS; TAMBLYN, 1980), devemos considerar as contribuições da TFC para a aprendizagem através de problemas. A TFC possui como principal objetivo o desenvolvimento da flexibilidade cognitiva (FC) (CARVALHO, 2011), tratando-a como intrínseca para a organização, construção e reestruturação do conhecimento perante novas situações e contextos de utilização (SPIRO; JEHNG, 1990).

A FC consiste na capacidade do sujeito de reestruturar espontaneamente seu conhecimento para responder a uma situação nova (SPIRO; JEHNG, 1990). Nesse sentido, o seu desenvolvimento demanda de uma abordagem flexível de aprendizagem e instrução (SPIRO *et al.*, 1988), que pode ser proporcionada através da metodologia *Problem-Based Learning* (PBL), a qual utiliza de “[...] problemas da vida real para estimular o desenvolvimento do pensamento crítico e das habilidades de solução de problemas e a aquisição de conceitos fundamentais da área de conhecimento em questão” (RIBEIRO, 2008, p. 12).

Em suma, na PBL são apresentados problemas reais aos estudantes que, em pequenos grupos e através de seus estudos auto dirigidos enquanto são orientados por um professor tutor, devem solucioná-lo e apresentá-lo (RIBEIRO, 2008; CHOO, 2012). Nessa conjuntura, propomos a articulação estrutural entre a metodologia PBL e a TFC, a qual “[...] sugere que a PBL pode contribuir para o desenvolvimento da FC, uma vez que os estudantes precisam se adaptar a novos problemas e contextos para resolvê-los” (SILVA; VIDMAR; PASTORIO, 2023, p. 3). Entretanto, o desenvolvimento da FC, na perspectiva da TFC, demanda de dois processos complementares: a desconstrução e as travessias temáticas (CARVALHO, 2011).

¹ Mestrando. Universidade Federal de Santa Maria. brrprates@gmail.com

² Doutor. Universidade Federal de Santa Maria. muryel.vidmar@ufsm.br

³ Doutor. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. dionipastorio@hotmail.com



II SSAPEC

II SIMPÓSIO SUL-AMERICANO DE PESQUISA EM ENSINO DE CIÊNCIAS - SSAPEC

30 de outubro a 01 de novembro de 2023



A TFC possui sua abordagem centrada no estudo de casos, que são acontecimentos ou recortes da realidade (SPIRO; JEHNG, 1990); portanto, detentores de complexidade, necessitando de análises sob diferentes perspectivas. Para isso, os casos são desconstruídos em unidades menores, os mini casos, que devem ser suficientemente ricos, mas com complexidade tratável e cognitivamente gerenciáveis (CARVALHO, 2011; SPIRO; JEHNG, 1990). Os mini casos ainda devem ser desconstruídos em temas de análise conceitual (ou simplesmente temas), que se referem aos conceitos, leis e princípios envolvidos nos mini casos. A TFC ainda propõe a elaboração de comentários temáticos, que consistem em comentários que descrevem a forma como determinado tema relaciona-se com um dado mini caso.

No processo de reconstrução, a TFC demanda a realização de travessias temáticas, sendo esta a metáfora central dessa teoria (SPIRO; JEHNG, 1990). Elas são efetivadas ao perceber como um mesmo tema aplica-se a diversos mini casos de diferentes casos, contribuindo para a construção flexível e contextual dos conceitos envolvidos. Assim, conhecimentos que serão utilizados de formas diversas também são ensinados de diversas formas (SPIRO; JEHNG, 1990).

Neste contexto, o problema de pesquisa de nosso trabalho consiste em: De que forma podemos integrar a metodologia *Problem-Based Learning* à estrutura da Teoria da Flexibilidade Cognitiva, objetivando o desenvolvimento da flexibilidade cognitiva?

2. METODOLOGIA

Ao propormos o desenvolvimento teórico de um *design* estrutural integrador PBL-TFC, esta pesquisa caracteriza-se como pesquisa qualitativa exploratória, com objetivo de “[...] proporcionar maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo mais explícito ou a constituir hipóteses” (GIL, 2002, p. 41).

Já com base nos procedimentos técnicos utilizados, caracteriza-se como pesquisa bibliográfica, pois é desenvolvida a partir da articulação de materiais já elaborados, principalmente livros e artigos científicos (GIL, 2002).

Para consubstanciar o *design* estrutural proposto, utilizamos da análise dos referenciais originais da TFC, elaborados por Spiro e colaboradores, bem como as contribuições de demais autores posteriores. No âmbito da PBL, como sua origem não pode ser atribuída à autores específicos (SERVANT, 2016), utilizamos de diversos referenciais.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Em uma metodologia podem (e às vezes até devem) ocorrer pequenas modificações (RIBEIRO *et al.*, 2022). Nesse sentido, reconhecemos a necessidade de adaptações na metodologia PBL, sejam elas na transposição da área do conhecimento, do nível de ensino ou das diferenças geográficas, sociais e culturais.

Em especial, fazem-se necessárias adaptações à PBL na medida em que os estudantes transacionam de outra metodologia para ela. Nesse sentido, estudantes novatos na PBL podem necessitar de *scaffolding* para auxiliá-los no processo de aprendizagem, em comparação com estudantes mais avançados que são expostos à aprendizagem autodirigida durante o curso de seus estudos (CHOO, 2012).



II SSAPEC

II SIMPÓSIO SUL-AMERICANO DE PESQUISA EM ENSINO DE CIÊNCIAS - SSAPEC

30 de outubro a 01 de novembro de 2023



Scaffolding refere-se a um conjunto amplo de diferentes ferramentas. Uma ferramenta é classificada como *scaffolding* se possibilita que os estudantes realizem ou concluam uma tarefa que não conseguiriam sozinhos. Constituem-se ferramentas *scaffolding* na PBL: o tutor, os grupos colaborativos, fichas de trabalho (*worksheets*), uso de tecnologias, dentre outros (CHOO, 2012).

Em nossa proposta utilizaremos como *scaffolding* as *worksheets*, que chamaremos de questões de assistência à aprendizagem (QAA). Elas consistem “[...] em uma série de perguntas e informações destinadas a orientar os alunos na compreensão de ideias complexas à medida que as trabalham de forma sistemática” (CHOO, 2012, p. 175, tradução nossa). Além da orientação, as QAA são ferramentas fundamentais no *design* estrutural entre a PBL e a TFC, como destacamos a seguir.

Para a integração PBL-TFC, consideramos os problemas PBL como casos, por se tratarem de recortes da realidade e serem pouco estruturados, caracterizando-os como domínios complexos (SPIRO; JEHNG, 1990; SPIRO et al., 1992). Nesse sentido, o problema (caso) é desconstruído em problemas menores através da ferramenta *scaffolding* QAA (mini casos). Ressaltamos que nem toda QAA precisa ser, necessariamente, um mini caso. Dessa forma, podemos, inclusive, utilizar das QAA para fazer com que os estudantes expressem os comentários temáticos, explicitando os temas envolvidos na resolução do problema e como eles se relacionam com o caso. Dessa forma, definimos as etapas estruturantes da PBL nessa estrutura integrada.

Estabelecimento do problema. Consiste na apresentação do problema PBL (caso) aos estudantes, iniciando o processo de ensino-aprendizagem através do tratamento complexo (SPIRO; JEHNG, 1990). Nessa etapa, utiliza-se também de outras ferramentas *scaffolding* para a representação através de múltiplas mídias, tais como notícias, textos de divulgação científica, imagens, vídeos, simulações computacionais, dentre outros.

Elaboração de planos e estratégias de solução. Aqui os estudantes devem formar pequenos grupos, identificar os temas envolvidos no caso e mini casos, e determinar quais conhecimentos já dominam e quais precisam ser aprofundados para a solução do problema, redigindo os comentários temáticos, sendo orientados pelo tutor.

Implementação das estratégias. Nessa etapa, os estudantes realizam seus estudos auto dirigidos, implementando as estratégias definidas na etapa anterior, buscando informações e recursos para a solução do problema.

Discussão dos grupos. Aqui os estudantes devem compartilhar seus resultados da etapa anterior e realizar discussões com seus respectivos grupos, chegando a uma solução para o problema.

Apresentação da solução. Nessa última etapa, os grupos devem apresentar para a turma sua solução para o problema, promovendo possíveis diálogos e a avaliação sobre sua solução.

Através da estrutura apresentada, almejamos possibilitar o planejamento e a implementação de atividades PBL objetivando o desenvolvimento da FC na perspectiva da TFC. Ainda, ressaltamos que a utilização da ferramenta *scaffolding* QAA possibilita, além da integração PBL-TFC, tornar menos abrupta e mais adequada a transição dos estudantes para a metodologia PBL.



II SSAPEC

II SIMPÓSIO SUL-AMERICANO DE PESQUISA EM ENSINO DE CIÊNCIAS - SSAPEC

30 de outubro a 01 de novembro de 2023



4. CONCLUSÃO

Neste trabalho apresentamos um *design* estrutural integrador entre a metodologia PBL e a TFC, objetivando o desenvolvimento da FC para a resolução de problemas. Para isso, utilizamos de técnicas *scaffolding*, tanto como suporte na resolução de problemas PBL, quanto para a adequação estrutural requerida pela TFC.

Assim, ao propor problemas menores, guiando os estudantes na resolução do problema PBL através das QAA, estamos utilizando de mini casos para a compreensão de um caso (SPIRO; JEHNG, 1990). Essa ferramenta possibilita a adequação da PBL na estrutura da TFC sem descaracterizá-las, integrando e ampliando suas potencialidades individuais.

Outro resultado pertinente é que as QAA podem fornecer as adaptações necessárias para a inicialização de estudantes na PBL, uma vez que fornecem subsídios para a orientação desses estudantes, auxiliando em sua transição de uma metodologia mais diretiva e tradicional para uma abordagem mais livre e autônoma. Além disso, as QAA auxiliam os professores, reduzindo em partes a necessidade de seu amparo e fazendo-os premeditar possíveis caminhos e problemas intermediários que os estudantes podem encontrar na resolução do problema PBL.

Por fim, destacamos a possibilidade do desenvolvimento e implementação de um conjunto de atividades PBL no *design* estrutural apresentado neste trabalho. Com isso, buscamos contribuir para a união dos objetivos educacionais da PBL e TFC, bem como avaliar o potencial da PBL como estratégia metodológica para a realização de travessias temáticas.

5. REFERÊNCIAS

BARROWS, H. S.; TAMBLYN, R. M. **Problem-Based Learning: An Approach to Medical Education**. New York: Springer Publishing Company, ed.1, 1980.

BRAGA, G. R.; JOSÉ; W. D. Articulações entre Teoria da Flexibilidade Cognitiva e os Três Momentos Pedagógicos: confecção e análise de um material didático na estrutura fractal. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 38, n. 1, p. 84-107, 2021. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/72535>. Acesso em 28 set. 2023.

CARVALHO, A. A. A. A Teoria da Flexibilidade Cognitiva e o Modelo Múltiplas Perspectivas. *In*: LEÃO, M. B. C. (Org.) **Tecnologias na Educação: uma abordagem crítica para uma atuação prática**. Recife: UFRPE, 2011, p. 17-42. Disponível em: <https://hdl.handle.net/1822/15921>. Acesso em 28 set. 2023.

CHOO, S. S. Y. Scaffolding in Problem-based Learning. *In*: O'GRADY, G., YEW, E., GOH, K., SCHMIDT, H. (eds). **One-Day, One-Problem**. Springer, Singapore, 2012, p. 167-184. Disponível em: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-981-4021-75-3_8. Acesso em 28 set. 2023.

GIL, A. C. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.



II SSAPEC

II SIMPÓSIO SUL-AMERICANO DE PESQUISA EM ENSINO DE CIÊNCIAS – SSAPEC

30 de outubro a 01 de novembro de 2023



RIBEIRO, B. S.; SOUZA, L. A. V. D.; LAPA, I. H.; PIRES, F. S. T. L.; PASTORIO, D. P. *Just-in-Time Teaching* para o Ensino de Física e Ciências: uma Revisão Sistemática da Literatura. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 44, e20220075, 2022. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbef/a/PMqPRJV3KsqSBBHQRX74GPr/>. Acesso em 28 set. 2023.

RIBEIRO, L. R. C. **Aprendizagem baseada em problemas (PBL)**: uma experiência no ensino superior. São Carlos: EdUFSCar, 2008.

SERVANT, V. F. C. **Revolutions and Re-iterations**: An Intellectual History of Problem-based Learning. 2016. Tese (Doutorado) - Erasmus Universiteit Rotterdam, Netherlands, 2016. Disponível em: <http://hdl.handle.net/1765/94113>. Acesso em 1 out. 2023.

SILVA, B. P. S.; VIDMAR, M. P.; PASTORIO, D. P. Problem-Based Learning no Ensino de Física: descrição e análise de uma implementação no ensino superior. In: II SIMPÓSIO NACIONAL DE METODOLOGIAS ATIVAS NA EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA, 2., 2023. Rio Branco. **Anais eletrônicos [...]**. Rio Branco: IFAC, 2023. Disponível em: www.even3.com.br/Anais/IISinmaEPT/610730-PROBLEM-BASED-LEARNING-NO-ENSINO-DE-FISICA--DESCRICA0-E-ANALISE-DE-UMA-IMPLEMENTA0AO-NO-ENSINO-SUPERIOR. Acesso em 28 set. 2023.

SPIRO, R. J.; COULSON, R. L.; FELTOVICH, P. J.; ANDERSON, D. K. Cognitive Flexibility Theory: Advanced Knowledge Acquisition in Ill-Structured Domains. In: PATEL, V. L.; GROEN, G. J. (Eds.). **Proceedings of the 10th Annual Conference of the Cognitive Science Society**. Hillsdale: Lawrence Erlbaum Associates, 1988, p. 375-383.

SPIRO, R. J.; FELTOVICH, P. J.; COULSON, R. L.; JACOBSON, M. J.; DURGUNOGLU, S. R.; RAVLIN, S.; JEHNG, J.C. **Knowledge Acquisition for Application**: Cognitive Flexibility and Transfer of Training in Ill-Structured Domains. [S. l.: s. n.], 1992.

SPIRO, R. J.; JEHNG, J. C. Cognitive Flexibility and Hypertext: Theory and Technology for the Nonlinear and Multidimensional Traversal of Complex Subject Matter. In: NIX, D.; SPIRO, R. J. (Eds.). **Cognition, Education, and Multimedia**: Exploring Ideas in High Technology. Hillsdale: Lawrence Erlbaum Associates, 1990, p. 163-205.