

A ROBÓTICA EDUCACIONAL NO ENSINO DE CIÊNCIAS EM TESES DE DOUTORADO BRASILEIRAS

Luiz Alberto da Silva Junior, Marcelo Brito Carneiro Leão
Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE

Walquiria Castelo Branco Lins
Centro de Estudos e Sistemas Avançados do Recife - CESAR

RESUMO: Realizamos uma análise da literatura das teses brasileiras que discutem sobre a robótica educacional aplicada ao ensino de ciências. Encontramos, em todo o banco de dados de teses brasileiras, oito trabalhos que se debruçam sobre tal temática. Com o auxílio do software Atlas.ti e aportados na Análise de Conteúdo de Bardin, identificamos, categorizamos e analisamos as principais tendências encontradas nessas teses. Foi possível identificar lacunas na produção brasileira em relação à produção internacional, sobretudo em relação aos referenciais teóricos e metodológicos. Identificamos, também, que as investigações ocorreram em oficinas extraclasse, com foco no ensino fundamental e ensino médio, e não houve enfoque para os saberes do professor para trabalhar com a robótica. Como indicação para futuras pesquisas, percebemos a necessidade de inserção curricular da robótica e a formação dos professores para o uso pedagógico desse recurso.

PALAVRAS CHAVE: Robótica educacional, ensino de ciências, análise da literatura, produção brasileira.

OBJETIVOS: Guiados pela questão temática “que educação científica é relevante em um mundo tecnológico?” realizamos uma análise da produção nacional brasileira acerca da robótica educacional no ensino de ciências a fim de entender como essa realidade tecnológica tem sido estudada e discutida no país.

Nesse sentido, nosso objetivo de pesquisa foi realizar uma revisão sistemática da literatura de teses publicadas no Brasil sobre o uso da robótica educacional aplicada ao ensino de ciências, visando mapear as principais tendências, pontos fortes e frágeis e indicar caminhos para novas pesquisas dentro dessa temática.

MARCO TEÓRICO

A evolução científico-tecnológica da era contemporânea provocou importantes avanços em todos os campos da sociedade. Sobretudo no que diz respeito às tecnologias, elas influenciaram o modo de vida e de relacionamento social, reorganizaram as estruturas sociais e exigiram novas formas de pensar sobre o ser humano e sua relação com o meio e com o outro. Dentre a gama de recursos didáticos que tem sido empregados na educação mundial e brasileira pode-se considerar a robótica como uma realidade que já faz parte de muitos espaços escolares, consolidando, desde os últimos anos, um novo campo de investigação e pesquisa: a robótica educacional.

Na literatura internacional, a robótica já se consolidou como um campo de investigação dentro da educação, possuindo inúmeros trabalhos em diversos países que, de certa forma, convergem em alguns pontos – por exemplo, na epistemologia (Alimisis, 2013; Benitti, 2012; González y Jiménez, 2009). No Brasil, contudo, ainda é um campo relativamente novo e carente de pesquisas.

Dentro dessa grande área interdisciplinar, surgiu a robótica educacional, sendo uma subárea que promove a aprendizagem a partir dos robôs. Chavarría e Saldaño comentam que, na robótica educacional, um dos papéis do estudante é a utilização de “robôs como uma solução para uma situação-problema contextualizada, integrando os conteúdos de várias disciplinas do conhecimento, com as contribuições de tecnologias de automação, tais como computador em uma interface tipo homem-máquina” (Chavarría y Saldaño, 2010, p. 1). A robótica educacional, portanto, surge dentro das áreas de engenharia e computação para facilitar a aprendizagem dessas disciplinas específicas na universidade. Pesquisas internacionais já tem sinalizado para as diversas potencialidades do uso da robótica educacional no ensino de ciências, principalmente no que diz respeito ao rol de habilidades, competências e aspectos motivacionais que são desenvolvidos ou construídos por meio do uso da tecnologia dos robôs.

Autores discutem a satisfação e curiosidade despertada nas crianças, podendo servir como um recurso didático que potencializa a aprendizagem e o desenvolvimento de habilidades (Santin, Silva y Botelho, 2012); desenvolvimento de habilidades motoras em crianças, além do engajamento em trabalho coletivo (Bers et al., 2014); trabalho em equipe, a criatividade, a motivação e as habilidades para resolver problemas (Meza et al., 2012); habilidades de pesquisa, pensamento criativo, tomada de decisão, resolução de problemas, comunicação e trabalho em equipe e sugere que essas são habilidades necessárias ao trabalho no século XXI (Alimisis, 2013).

METODOLOGIA

O presente trabalho, de cunho qualitativo, foi realizado segundo os procedimentos de uma revisão sistemática da literatura (Sampaio y Mancini, 2007), a saber: elaboração da pergunta de pesquisa; busca na literatura; seleção dos artigos; extração dos dados; avaliação da qualidade metodológica; síntese dos dados; avaliação da qualidade das evidências; redação e publicação dos resultados. Adicionalmente, nos fundamentamos nos pressupostos da Análise de Conteúdo (Bardin, 1970) para a seleção, exploração e inferência dos resultados.

Para a coleta dos dados, foi realizada uma busca na base de dados Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD¹). Visando atender à Regra da Exaustividade de Bardin, utilizamos como palavra-chave o termo “robótica”, tendo a busca inicial retornado 754 produções, no período de 1984 a 2016.

A fim de selecionar as teses com conteúdo relacionado à robótica educacional, selecionamos a partir da leitura dos títulos das 754 produções, tendo como critério de exclusão aquelas que não estavam ligadas ao contexto educacional. As obras selecionadas foram promovidas para o próximo critério de inclusão, cumprindo assim a Regra da Representatividade, também explicitada em Bardin.

Em seguida, filtraram-se as teses que tratavam do ensino de ciências a partir da leitura dos resumos e inspeção do sumário. Estando agora o corpus composto por publicações pertinentes ao objetivo do trabalho, cumpria-se a Regra da Pertinência da Análise de Conteúdo. Ao fim desse processo, o corpus de dados contava com 8 teses que abordavam especificamente a robótica educacional no ensino de ciências.

Para a preparação dos dados a serem analisados, procedeu-se com a leitura flutuante dos capítulos teóricos e metodológicos das teses, conforme indica Bardin. Essa leitura permitiu uma primeira sepa-

1. <http://www.bdt.d.ibict.br/> - A Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações tem por objetivo reunir, em um só portal de busca, as teses e dissertações defendidas em todo o País e por brasileiros no exterior. Essa base compila quase a totalidade da produção nacional de programas de pós-graduação strictu sensu.

ração dos trabalhos por aproximação de temas, levando também à elaboração de algumas hipóteses. De posse dessas primeiras impressões, outra leitura minuciosa permitiu a referenciação, processo descrito na Análise de Conteúdo como a elaboração de índices e indicadores. Os índices são os termos que chamam destaque na leitura, enquanto que a sua frequência leva à construção dos indicadores. De posse de índices e indicadores, foram construídas quatro categorias empíricas e, a partir delas, realizamos as principais inferências sobre as tendências encontradas nas teses. Todo esse processo de análise foi realizado no software Atlas.ti.

RESULTADOS

Em busca de traçar tendências de pesquisa da produção nacional sobre robótica educacional no ensino de ciências discutiremos a seguir as quatro categorias construídas nessa análise.

Base epistemológica

As principais bases epistemológicas que fundamentaram as teses brasileiras foram a teoria Construtivista de Piaget e o Construcionismo de Papert. De um modo geral, o construtivismo piagetiano é um arcabouço teórico muito utilizado nas pesquisas em educação brasileiras. No que diz respeito à robótica, os autores se apoiam no caráter lúdico da atividade com robôs como facilitadora da aprendizagem e da motivação.

Uma tendência consolidada na literatura internacional e que se apresentou superficialmente em apenas uma tese é a teoria Construcionista. O construcionismo é uma nova abordagem do construtivismo de Piaget, no qual pontua que “crianças podem aprender profundamente quando elas constroem seus próprios projetos significativos em uma comunidade de aprendizes e reflete cuidadosamente nesse processo” (Bers et al., 2014, p. 46, tradução nossa). Assim, o construcionismo defende que “quem aprende está particularmente motivado quando vive a experiência de construir – seja um robô, um artefato, um poema, um castelo de areia, um programa de computador ou uma teoria científica – sobre a qual podem refletir e compartilhar com outros” (Ramírez; Sosa, 2013, p. 52, tradução nossa). Embasados nesse aporte teórico, os trabalhos com robótica se desenvolvem através de projetos e com ampla participação e ação dos estudantes.

Ainda sobre os referenciais utilizados na pesquisa brasileira, os autores brasileiros mais citados são Lopes e D’Abreu. Foi possível identificar, também, homogeneidade entre referenciais nacionais e internacionais, embora grande parte dos trabalhos da literatura internacional são das décadas de 90 e 2000, aparecendo como precursores da investigação sobre robótica educacional.

Abordagem metodológica

No que se refere às observações metodológicas das teses brasileiras, encontramos uma tendência que constitui certas inconsistências ou fragilidades metodológicas que merecem atenção para pesquisas futuras.

Em primeiro lugar, 5 das 8 teses não discutem sobre a natureza qualitativa ou quantitativa da pesquisa. Quando se atenta para os dados construídos e analisados é possível perceber que se tratam de estudos sobretudo qualitativos, contudo alguns apresentam também elementos quantitativos.

Outra tendência frágil observada foi em relação aos instrumentos de construção de dados. A maioria das teses se baseou, basicamente, em questionários e observações. Embora esses instrumentos estejam consolidados nas pesquisas em educação, é preciso manter extremo cuidado em associar os instru-

mentos de pesquisa com os referenciais teóricos, buscando uma coerência entre a base epistemológica adotada e o tipo de dado obtido. Nesse sentido, nos parece difícil avaliar em profundidade se houve construção do conhecimento – pensando em aprendizagem na epistemologia construtivista ou construcionista – sem complementação de instrumentos e triangulações de dados. Além disso, os resultados apontados a partir das observações foram, principalmente, sobre a motivação dos estudantes. Sem dúvida é um dado importante, mas não o principal.

Em contraste, a literatura internacional aponta para abordagens curriculares mais integradas, tais como a abordagem curricular baseada em temas, a abordagem baseada em projetos e a abordagem de objetivo orientado (Alimisis, 2013).

Público-alvo

Nesta categoria, procuramos sintetizar os locais mais procurados pelos pesquisadores para aplicar as pesquisas envolvendo robótica educacional e quais os sujeitos envolvidos nelas. Encontramos que seis delas trabalharam apenas com estudantes, uma com professores e outra com público em geral. Essa ênfase no estudante nos parece indicar interesse principalmente na influência da robótica na aprendizagem dos conceitos científicos.

No entanto, já se tem trabalhos na literatura internacional que estudam os professores e suas concepções e saberes para utilização e implementação da robótica educacional nas aulas de ciências (Khanlari, 2016; Sullivan y Moriarty, 2009). Sendo assim, é um possível campo fértil de pesquisas investigar os saberes docentes mobilizados para o uso da robótica, bem como propor formações continuadas para que esse recurso seja mais explorado.

Em relação aos níveis de ensino, o foco principal foram as séries do ensino fundamental e em menor quantidade o ensino médio. Inferimos a partir desse dado que o ensino fundamental é mais propício dada a sua maior flexibilidade curricular, possibilidade de relacionar disciplinas e também porque o foco lúdico da robótica torna as crianças mais envolvidas e motivadas com as atividades. Em relação ao ensino superior, apenas uma tese trabalhou com licenciandos em matemática. Esse dado é importante porque traz um panorama de que as licenciaturas, em geral, não tem utilizado a robótica nas disciplinas pedagógicas. Por fim, todos os trabalhos que foram realizados na educação básica tiveram como local de pesquisa a escola pública.

Tendências da produção nacional

Nossa última categoria pretende sistematizar um panorama da pesquisa nacional sobre robótica educacional no ensino de ciências nas pesquisas desenvolvidas a nível de doutorado.

As atividades didáticas desenvolvidas durante os períodos de investigação aconteceram em oficinas extraclasse. O primeiro motivo que podemos encontrar para essa situação é a falta de recursos tecnológicos nas escolas públicas – como dito anteriormente, foco principal das pesquisas. Muitas das teses analisadas relataram que os robôs utilizados pertenciam aos grupos de pesquisa da própria universidade e eram levados em escolas selecionadas para atividades de intervenção. Isso permite explicar porque foram atividades pontuais.

Entretanto, levantamos duas reflexões a partir dessa observação. Em primeiro lugar, oficinas pontuais com baixa carga horária podem não contribuir para a efetiva aprendizagem dos estudantes dos conceitos científicos. Soma-se a isso o fato de que uma parte da carga horária é utilizada para levar instruções aos estudantes sobre o manuseio dos robôs. Outra reflexão que é possível fazer é a pesquisa brasileira ainda se distanciar da discussão internacional que aponta para a necessidade de incluir a robótica como aspecto curricular e não como projeto isolado.

Sobre esse aspecto, Alimisis realizou uma busca em eventos europeus que discutem robótica educacional e os classificou em três abordagens: Abordagem curricular baseada em temas, abordagem baseada em projetos e abordagem de objetivo orientado. Segundo o autor, a abordagem curricular baseada em temas se caracteriza pela integração de diversas áreas em torno de um tópico de aprendizagem (tema) que é estudado através de questionamentos e discussões ao longo de um bloco curricular. (Alimisis, 2013).

Foi possível traçar, ainda, um mapeamento dos locais onde foram desenvolvidas as pesquisas em busca de inferências sobre grupos de pesquisa que se destacam no país. Metade das teses foram desenvolvidas em programas de pós-graduação da região sudeste. Em segundo lugar aparece a região nordeste, com uma produção aparece a região sul e nenhuma tese foi desenvolvida nas regiões centro-oeste e norte. Considerando a vasta distribuição de universidades e programas de doutorado em todo o país, esse quadro ainda parece incipiente. Essas informações estão sistematizadas na tabela 1.

Tabela 1.
Tendências da produção nacional

<i>Tese</i>	<i>Pesquisador</i>	<i>Instituição</i>	<i>Orientador</i>	<i>Programa</i>	<i>Ano</i>
T1	Barbosa	UFU	Arlindo J. Souza Junior	Educação	2016
T2	Barros Neto	PUCSP	Gerson P. Oliveira	Educação Matemática	2015
T3	Schivani	USP	Maurício Pietrocola	Educação	2014
T4	César	UFBA	Teresinha F. Burnham	Difusão do conhecimento	2013
T5	Campos	PUCSP	Maria E. B. Almeida	Educação	2011
T6	Silva	UFRN	Ana M. G. Guerreiro	Engenharia Elétrica	2009
T7	Santana	UFBA	Teresinha F. Burnham	Educação	2009
T8	Lopes	UFRGS	Léa C. Fagundes	Informática na Educação	2008

De acordo com a literatura internacional (Ramírez y Sosa, 2013; Chavarría y Saldaño, 2010), as primeiras experiências com robótica educacional datam do início dos anos 90 do século XX. Considerando esse marco, a primeira tese brasileira foi desenvolvida com um intervalo de 18 anos, um valor relativamente alto. Além do baixo número de produções, observamos também a tendência de produção de uma tese por ano.

Em relação aos orientadores dessas teses, com exceção de Burnham que aparece em duas, as demais possuem orientadores diversos. Isso pode ser um indício de que ainda não temos nas universidades brasileiras grupos de pesquisa consolidados na temática robótica educacional.

Quando lançamos um olhar para os programas de pós-graduação onde as pesquisas foram desenvolvidas, notamos que a maioria aconteceu em programas da área de educação. Contudo, alguns foram realizados em programas de engenharia e informática. Essas teses, embora de áreas distintas, trouxeram discussões educacionais e pedagógicas sobre o uso da robótica nas aulas de ciências, mas nem sempre com um aprofundamento teórico consistente, como foi discutido anteriormente sobre as inconsistências teóricas e metodológicas.

Outra tendência que identificamos foi o tipo de material de robótica utilizado pelos pesquisadores. O mais utilizado foi o LEGO Mindstorms que, segundo os autores, foi escolhido pela facilidade de programação e pelo baixo custo. É interessante salientar que quem desenvolveu esse recurso foi Papert, o mesmo pesquisador que propôs a teoria construcionista. Nesse sentido, os kits LEGO apresentam todos os aspectos que permitem a aprendizagem na perspectiva do construcionismo desde que utilizado da forma que o autor propõe.

CONCLUSÃO

A investigação dirigida nesse trabalho permitiu identificar importantes tendências da pesquisa brasileira a nível de doutorado sobre a robótica educacional no ensino de ciências. O primeiro aspecto que chama atenção é a baixa produção nacional frente a produção internacional.

Diante das categorias discutidas, é coerente apontar que a robótica educacional é um tema relevante para pesquisas, uma vez que existe baixa produção, grupos de pesquisa ainda não consolidados e detalhes que precisam ser melhor explicitados, sobretudo os referenciais teóricos e metodológicos.

Um tema pouco trabalhado e que já foi apontado na literatura internacional como necessário é a formação dos professores para o uso pedagógico da robótica. Como foi analisado, as teses brasileiras se debruçam sobre a aprendizagem dos estudantes em atividades pontuais, geralmente dirigidas pelos próprios pesquisadores, e não problematizam os saberes docentes necessários e mobilizados no processo de ensino e aprendizagem com robótica.

Nessa análise também encontramos alguns contrastes entre a pesquisa brasileira e a literatura internacional. Isso indica necessidade de aprofundar o diálogo com os referenciais de outros países, bem como dirigir pesquisas dentro dos pressupostos emergentes ora indicados nesses referenciais contribuindo, desse modo, para o progresso da ciência e da pesquisa em ensino de ciências.

REFERÊNCIAS

- ALIMISIS, D. (2013). Educational robotics: open questions and new challenges. *Themes in Science & Technology Education*, 6(1).
- BARDIN, L. (1970). *Análise de Conteúdo*. Lisboa: Edições 70.
- BENITTI, F. B. V. (2012). Exploring the educational potential of robotics in schools: a systematic review. *Computers & Education*, 58.
- BERS, M. U., FLANNERY, L., KAZAKOFF, E. R. y sullivan, A. (2014). Computational thinking and tinkering: exploration os an early childhood robotics curriculum. *Computers & Education*, 72.
- CHAVARRÍA, M. y SALDAÑO, A. (2010). La robótica educativa como una innovativa interfaz educativa entre el alumno y una situación-problema. *Didáctica y Educación*, 2.
- GONZÁLEZ, J. J. y JIMÉNEZ, A. B. (2009). La robótica como herramienta para la educación en ciencias e ingeniería. *Revista Iberoamericana de Informática Educativa*, 10.
- KHANLARI, A. (2016). Teachers' perceptions of the benefits and the challenges of integrating educational robots into primary/elementary curricula. *European Journal of Engineering Education*, 41(3).
- MEZA, J. G. O., RAMÍREZ, A. R. y GARDEA, R. A. B. (2012). Laboratorio móvil tecno educativo: cursos de robótica de bajo costo para la alfabetización científica y tecnológica. *Teoría de la Educación. Educación y Cultura en la Sociedad de la Información*, 13(3).
- RAMÍREZ, P. A. L. y SOSA, H. A. (2013). Aprendizaje de y con robótica, algunas experiencias. *Revista Educación*, 37(1).
- SAMPAIO, R. F. y MANCINI, M. C. (2007). Estudos de revisão sistemática: um guia para síntese. *Revista Brasileira de Fisioterapia*, 11(1).
- SANTIN, M. M., SILVA, J. A. y BOTELHO, S. S. C. (2012). TOPOBO: Aspectos motivacionais do uso da robótica com crianças. *Revista Novas Tecnologias na Educação*, 10(3).
- SULLIVAN, F. R. y MORIARTY, M. A. (2009). Robotics and discovery learning: pedagogical beliefs, teacher practice and technology integration. *Journal of Technology and Teacher Education*, 17(1).