

Robótica pedagógica na produção científica brasileira: um estudo bibliométrico

Ortenio de Oliveira e Daniel Mill

Ortenio de Oliveira

Universidade Federal de São Carlos – São Carlos,
SP, Brasil. E-mail: oliveiraortenio@gmail.com.
ORCID: 0000-0002-8336-3645

Daniel Mill

Universidade Federal de São Carlos – São Carlos,
SP, Brasil. E-mail: mill@ead.ufscar.br.
ORCID: 0000-0001-9411-6589

Resumo: O presente estudo é um recorte de pesquisa bibliográfica realizada com base de dados catalogada pelo Grupo de Estudos e Pesquisas sobre Inovação em Educação, Tecnologias e Linguagens (Grupo Horizonte) e por teses recuperadas junto à Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD), que tratam da robótica em contextos educacionais. Com o objetivo de compreender como a temática é tratada em produções científicas, utilizou-se, por metodologia, uma breve revisão da literatura e a bibliometria para quantificar os dados selecionados. Os resultados apontam para uma diversidade de formas de se trabalhar a robótica pedagógica, materiais mais utilizados, os conteúdos e as perspectivas teóricas predominantes. Indicam, ainda, a necessidade da realização de novos estudos à medida que inovações tecnológicas são incorporadas à educação.

Palavras-chave: Robótica pedagógica; Robótica educacional; Bibliometria; Educação tecnológica.

Pedagogical robotics in Brazilian scientific production: a bibliometric study

Abstract: The present study was a bibliographical research based on data cataloged by the Studies and Research on Innovation in Education, Technologies and Languages Group (Grupo Horizonte) and some theses retrieved from the Brazilian Digital Library of Theses and Dissertations (BDTD), which deal with robotics in educational contexts. In order to understand how the theme is treated in the scientific productions, a brief literature review and bibliometric study were used as the methodology in order to quantify the selected data. The results point to a diversity forms of working with pedagogical robotics, the materials used and the content and theoretical perspectives. They also indicate the need to carry out new studies as technological innovations are incorporated into education.

Keywords: Pedagogical robotics; Educational robotics; Bibliometric studies; Technological education.

Robótica pedagógica en la producción científica brasileña: un estudio bibliométrico

Resumen: El presente estudio es un recorte de investigación bibliográfica realizada con base de datos catalogada por el Grupo de Estudios e Investigaciones sobre Innovación en Educación, Tecnologías y Lenguajes (Grupo Horizonte) y por tesis recuperadas junto a la Biblioteca Digital Brasileña de Tesis y Disertaciones (BDTD), que tratan de la robótica en contextos educativos. Con el objetivo de comprender cómo la temática es tratada en producciones científicas, se utilizó, por metodología, una breve revisión de la literatura y la bibliometría para cuantificar los datos seleccionados. Los resultados apuntan a una diversidad de formas de trabajar la robótica pedagógica, materiales más utilizados, los contenidos y las perspectivas teóricas predominantes. Indican, además, la necesidad de la realización de nuevos estudios a medida que las innovaciones tecnológicas se incorporan a la educación.

Palabras clave: Robótica pedagógica; Robótica educativa; Bibliometría; Educación tecnológica.

Considerações iniciais

As tecnologias digitais estão presentes no cotidiano da sociedade contemporânea, contribuindo para a mudança de mentalidade, influenciando a vida dos cidadãos, bem como alterando as formas de atuação das organizações. A presença das tecnologias alterou a configuração da sociedade, rearranjando os cenários políticos, econômicos e sociais. Nesse processo, também o contexto educacional vem sendo reconfigurado na cultura digital¹.

No âmbito educacional, essas inovações tecnológicas também estão se incorporando ao cotidiano das escolas, atuando nas salas de aulas, ora como ferramenta pedagógica e tecnológica, ora como geradoras de ambientes lúdicos de aprendizagem, servindo como alternativa prática aos conceitos puramente teóricos. Na expectativa de proporcionar a construção de conhecimentos, são quebrados os paradigmas tradicionais e inseridas novas condições de se lidar com o processo ensino-aprendizagem. Este é o cenário em que emerge a robótica, ciência que vem despertando interesse de segmentos do campo educacional, observado, inclusive através de pesquisas científicas, dadas as possibilidades de sua aplicação e aos discursos assertivos que a permeiam. Lopes (2008), Silva (2009) e Campos (2011) corroboram estas ideias.

Estes fatores instigaram o presente estudo que, inserido na linha de pesquisa Linguagens, Comunicação e Ciência, fazendo parte do campo Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), tem a finalidade de investigar como a robótica pedagógica está sendo trabalhada nas pesquisas científicas de áreas ligadas à Educação Básica, ou seja, desde os primeiros anos de escolarização até o ensino médio. Em complemento ao objetivo principal, propõe-se analisar outras questões: que conteúdos estão sendo explorados com a ferramenta (robótica pedagógica) nas teses, quais as perspectivas teóricas mais abordadas e quais os materiais mais utilizados? Dada sua abrangência na sociedade tecnologizada, presume-se que distintas áreas estão tratando do assunto, sejam elas Educação, Engenharias, Computação etc., em variados contextos e profundidades.

Será apresentada, em um primeiro momento, uma breve contextualização do tema robótica, levando em consideração seus aspectos históricos, de sua origem no âmbito educacional até a situação atual. Também serão descritos os procedimentos metodológicos e análises dos resultados obtidos na investigação.

Contextos históricos da robótica e sua inserção no campo educacional

Mesmo não sendo educador por formação, o matemático Seymour Papert tinha na aprendizagem o foco de seus estudos. Com a finalidade de dar mais autonomia aos aprendizes para que estes se tornassem menos dependentes dos adultos como provedores de informação, Papert (2008) propõe o uso de computadores na aprendizagem, na década de 1960.

Ainda que a ideia de Papert (2008) fosse fazer com que o computador atingisse o mesmo nível de eficácia dos livros e cadernos, que eram tecnologias presentes nas salas de aula da época, o foco

¹ Pesquisa realizada com apoio financeiro da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

não era a máquina, mas a mente das crianças, ou como o próprio coloca, “a forma em que os movimentos intelectuais e culturais se autodefinem e crescem” (Papert, 1988, p. 23). Ele acreditava que o caminho para uma melhor aprendizagem deveria ser o aperfeiçoamento da instrução, de modo que a criança fizesse das máquinas um instrumento que lhe proporcionasse algum sentido no aprendizado.

A instrução feita através do computador não significava que a máquina dominaria o aprendiz. O objetivo era que essa instrução fornecesse à criança possibilidades de passar do aprendizado intuitivo para um processo de desenvolvimento do seu pensamento, oportunizando a criação de uma identidade própria, com capacidade para exercer controle sobre as máquinas e não ser por elas controlada. Essa é a primeira das concepções de aprendizagem ativa que, como enumera Valente (2010), a informação deve ser acessada. A segunda concepção é de que o conhecimento deve ser construído.

É a aprendizagem baseada na construção do conhecimento. Essa prerrogativa é dada pela teoria construtivista de Piaget que propõe a assimilação, acomodação e adaptação, termos extraídos da Biologia (Paula; Mendonça, 2009), perfazendo um ciclo de desenvolvimento que culmina na geração de novos conhecimentos. Não é uma construção individual, realizada entre criança e máquina, mas a construção baseada nas relações sociais, mais propriamente das interações entre crianças (aprendizes) e educadores, em se tratando de educação escolar (institucionalizada) e nesse contexto, mediada pelas tecnologias.

Deriva daí o termo construcionismo, criado por Papert (2008) para designar a construção de conhecimentos nos moldes descritos por Piaget, porém tendo como resultante a materialização desse evento. Neste contexto de elaboração e construção do conhecimento por meio da criação de um objeto palpável, surge toda a potencialidade da robótica. Enquanto ferramenta, pode ser inserida como mediadora de processos de ensino e de aprendizagem, traduzindo-se em diferencial importante à educação, no sentido de propiciar experiências interdisciplinares aos estudantes, oferecendo a oportunidade de se confrontar e resolver problemas pela simulação de situações da vida real, respeitando as características de aprendizagens individuais. Dessa forma, em um ambiente socialmente construído, os saberes são compartilhados e experimenta-se na prática os conceitos teóricos aprendidos nos moldes escolares convencionais, em que os estudantes, via de regra, têm como principal incumbência memorizar conteúdos e reproduzi-los quando são chamados a fazê-lo. É o aprender fazendo, investigando, experimentando, simulando, colocando a mão na massa. Em suma, ainda segundo Papert (2008), entende-se que a robótica pedagógica propicia condições de tratar do processo ensino-aprendizagem em um ambiente lúdico, apreender conteúdos científicos, aprender conceitos de eletrônica, mecânica e computação, diretamente ligados a robótica, enquanto promove a inclusão tecnológica e o letramento digital, contribuindo para a formação de cidadãos críticos, autônomos e atuantes numa sociedade cada vez mais globalizada.

São variadas as definições da robótica no contexto educacional, bem como o foco de aplicação. Para qualquer que seja a expressão utilizada para designá-la – robótica pedagógica ou robótica educacional –, normalmente, dois elementos a compõem: a prototipação e a programação.

Por prototipação entendemos a constituição física do robô, a montagem composta, basicamente, por sensores, motores e unidades de controle. Conforme aponta Matarić (2014), os motores, também conhecidos por atuadores, são as peças responsáveis por dar movimento ao robô. Ainda segundo a autora, os sensores são as peças que dão ao robô a percepção dos ambientes em que se encontra. Comparativamente, os sensores estão para os robôs assim como os sentidos estão para os humanos. Por fim, as unidades de controle são as peças programáveis que, como o próprio nome diz, permitem efetuar as ações propostas, através de instruções, controlando o robô. Essas peças podem constituir os kits comerciais para montagem dos robôs ou estes – os robôs –, podem ser construídos através da junção de placas de prototipação, sensores, engrenagens, roldanas, polias, rodas e motores avulsos. Neste último caso, podem ser usados materiais recicláveis ou alternativos, e a programação pode ser efetuada em *softwares open source*.

Quanto ao termo mais usado como sua definição, Mill e César (2013) atribuem a denominação robótica pedagógica ao conjunto de processos e procedimentos envolvidos em propostas de ensino e aprendizagem que tomam os dispositivos robóticos como tecnologia de mediação para a construção do conhecimento. Por dispositivos robóticos, neste contexto, considera-se toda e qualquer tecnologia que possa ser aplicada no processo pedagógico, composta por engrenagens, rodas, motores, parafusos e circuitos eletrônicos programáveis. Também referem-se ao material reutilizável como madeiras, papel, papelão, adesivos e, ao software utilizado para a programação dos circuitos de controle e automação dos robôs. Assim, enquanto a robótica industrial se vale de equipamentos altamente sofisticados, a robótica pedagógica também pode ser desenvolvida com materiais reutilizáveis ou com kits próprios para fins educativos. Esta é uma tendência tecnológica mencionada por Papert (2008), que engloba a manipulação dos componentes eletrônicos, mecânicos e os softwares para programação das funções de controle dos robôs.

No tocante a sua aplicação, também de acordo com Mill e César (2013, p. 270),

a riqueza da robótica pedagógica está no seu potencial como metaformação e como criadora de um ambiente dinâmico de ensino e aprendizagem – que diz respeito à possibilidade de aprendermos coisas da própria robótica enquanto apreendemos e aprendemos coisas diversas de outras áreas de conhecimento por meio dela, num ambiente motivador e divertido.

Ambiente de aprendizagem é uma expressão usual nos estudos de tecnologias na educação, que vai além dos limites das salas de aula. Os conhecimentos pedagógicos e científicos alcançados nestes ambientes, podem ser traduzidos, de acordo com o pensamento de Papert (2008), na sinergia potencial de duas tendências. Primeiro, a tendência tecnológica que abre oportunidades para a ação a fim de melhorar a qualidade do ambiente de aprendizagem, “entendido como todo conjunto de condições que contribuem para moldar a aprendizagem no trabalho, na escola e no lazer” (Papert, 2008, p. 14). Segundo, a tendência epistemológica, “uma revolução nas concepções sobre o conhecimento”, onde “a contribuição das novas tecnologias para o enriquecimento da aprendizagem é a

criação de mídias de uso individual capazes de dar suporte a um amplo espectro de estilos intelectuais” (Papert, 2008, p. 14). A noção de diversidade também fica evidente nos chamados ambientes de aprendizagem, uma vez que reúnem alunos dos mais variados perfis socioculturais, que interagem uns com os outros e aprendem das mais diversas formas.

Várias são as competências possíveis de serem adquiridas com a robótica e facilmente identificáveis nos discursos que a ela se referem. Permitir ao aluno familiarizar-se e compreender atividades que se desenvolvem através de projetos, pela pesquisa e investigação, resolução de problemas, desenvolvimento de capacidade crítica, desenvolvimento do raciocínio lógico, da programação e análise de sistemas, de habilidades artísticas, do conceito de sustentabilidade, a promoção da inclusão social e do letramento digital são algumas dessas competências apontadas por Zilli (2004).

A robótica pode assumir diferentes (formas de) aprendizagens ao se integrar aos ambientes educacionais, duas delas mais visíveis do ponto de vista do ensino formal. A primeira é a robótica em si, compreendendo o design, concepção, montagem e programação de dispositivos, configurando-se em um componente mais técnico do que aplicável em contextos pedagógicos. Para Baranauskas et al. (1999, p. 57), “do ponto de vista educacional, a robótica pedagógica pode ser definida como a utilização da robótica industrial num contexto onde as atividades de construção e controle de dispositivos, usando kits de montar e outros materiais, propicia o trabalho conceitual em ambiente de aprendizagem”.

Neste modelo de integração, sobressai o ensino voltado para habilidades psicomotoras adquiridas na montagem e manipulação de objetos, blocos ou pequenas peças de encaixe e fixação umas às outras. O ensino de linguagens de programação também enquadra-se neste modelo, basicamente servindo para materializar a abstração presente na codificação. Voltada para o que se pode chamar de educação tecnológica ou, como sugerem Mill e César (2013, p. 270), “coisas da própria robótica”.

Uma segunda forma de integrar a robótica à educação pode ser feita incorporando dispositivos prontos aos temas normalmente estudados através de materiais didáticos como livros, vídeos, entre outros, constituindo-se ela própria em material didático. Neste sentido, é possível testar conceitos teóricos que, de outra forma, dependeriam somente de memorização, que, uma vez aprendidos na prática seriam internalizados e, portanto, apreendidos. Conforme argumento de Castilho, Borges e Fagundes (2016, p. 1066), “as propostas pedagógicas de robótica educacional consistem essencialmente em projetos criativos, que inicia com a proposição de um desafio após a explicação de determinado componente físico ou de uma sintaxe de programação”.

No ensino de ciências, a incorporação da robótica pode ser percebida ao se unir as duas formas descritas para integrá-la à educação, ou seja, desde a discussão das ideias para elaboração de aulas interdisciplinares ou multidisciplinares até a avaliação final com um objeto já pronto. Estas fases são permeadas pela pesquisa.

Segundo Pavão,

a metodologia de pesquisa para crianças baseia-se na curiosidade e na exploração ativa. Construir e oferecer respostas sim, mas sobretudo gerar a indagação e o interesse pela ciência como fonte de prazer, de transformação da qualidade de vida e das relações entre os homens. [...] É importante propiciar situações tanto coletivas quanto individuais, para observações, questionamentos, formulação de hipóteses, experimentação, análise e registro, estabelecendo um processo de troca professor-classe para gerar novas indagações (Pavão, 2011, p. 18).

Estas discussões mostram a robótica como um campo com amplas possibilidades de aplicação prática, bem como de realização de novos estudos, visando desvelar e tornar acessível essa ciência. Neste aspecto, este artigo apresenta o recorte de uma pesquisa bibliográfica realizada junto às bases de dados acadêmicas, procurando responder questões relacionadas ao tema, utilizando, para tanto, quantificação e breve análise por meio da bibliometria. Assim, temos uma questão principal: nas pesquisas científicas, como se caracteriza a robótica pedagógica?

Questões secundárias complementam a principal: Que outros conteúdos sobressaem? Quais universidades tem explorado o tema? Quais as perspectivas teóricas mais abordadas nas teses? Quais os materiais mais utilizados? Entendemos que as reflexões advindas dessas questões podem servir para nortear novas pesquisas ou apontar perspectivas de incorporação da tecnologia em ambientes educacionais, clarificando potencialidades e demais implicações inerentes à robótica pedagógica.

A robótica pedagógica nas pesquisas científicas brasileiras

Conforme Zancul (2001, p. 63), “o conhecimento científico tem especificidades que fazem dele um instrumento valioso para o indivíduo viver na sociedade moderna, possibilitando uma mudança na qualidade da interação entre o ser humano e o mundo em que ele vive”. Assim, consideramos que a pesquisa bibliográfica seja uma das formas de recuperar esse conhecimento científico da base material onde está depositado e torná-lo acessível para e após análise.

Como indicam Araújo e Alvarenga (2011, p. 52), “a bibliometria, como área de estudo da Ciência da Informação, tem um papel relevante na análise da produção científica de um país, uma vez que seus indicadores podem retratar o comportamento e desenvolvimento de uma área do conhecimento”. Esta seção do presente estudo apresenta os resultados da pesquisa bibliográfica, bem como quantifica-os conforme critérios metodológicos estabelecidos por meio de análise bibliométrica.

O Grupo Horizonte² (Horizonte – Grupo de Estudos e Pesquisas sobre Inovação em Educação, Tecnologias e Linguagens) vem catalogando uma base de teses, coletando dados acadêmicos de 24 universidades brasileiras, do período de 1996 a 2016, tendo como referência as avaliações da CAPES para Programas de Pós-Graduação em Educação, nível doutorado, notas 5, 6 e 7. Esta foi a primeira fonte de pesquisa bibliográfica e contribuiu com teses de doutorado do Programa de Pós-Graduação em Educação.

² Maiores informações, conferir: <<http://bit.ly/2p9mWnd>>. Acesso em: 05 nov. 2019.

Por ser um tema bastante amplo, com expansão para múltiplas áreas acadêmicas, considerou-se a possibilidade de existirem produções científicas relacionadas com abordagens da robótica pedagógica em outros programas de pós-graduação, além dos que já foram catalogados até o momento, na Educação, pelo Grupo Horizonte. Por isso, para complementar os dados, também foram identificadas e analisadas teses e dissertações de outros programas de universidades brasileiras, constantes do repositório da Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD³). Identificadas as origens dos dados a serem pesquisadas, foram estabelecidos os critérios para seleção das produções científicas. Estes critérios estão listados a seguir.

Critério 1: Iniciou-se a coleta de dados para a revisão bibliográfica analisando as informações catalogadas pelo Grupo Horizonte, compondo uma base de teses com 6.397 registros. Os dados foram coletados no final do primeiro semestre do ano de 2017 em Programas de Pós-Graduação em Educação de universidades brasileiras, teses de doutorado, notas 5, 6 e 7, segundo avaliação da CAPES, conforme relação constante no quadro 1.

Quadro 1: Universidades avaliadas com notas 5, 6 e 7 em Programa de Pós-Graduação em Educação no quadriênio encerrado em 2017

Nota CAPES	7	6	5
IES	UNISINOS; UERJ; UFMG	PUC-RIO; PUC-RS; UFRGS; USP.	PUCPR; PUCSP; UNESP; UFSC; UNICAMP; UEM; UFG; UFPEL; UFPE; UFSM; UFSCAR; UFU; UFPR; UFRJ; UFF; UNIMEP; UNINOVE

Fonte: Adaptado de Grupo Horizonte.

Critério 2: Considerando o português como o idioma predominante nas teses catalogadas, iniciaram-se as buscas pelo termo “robótica” nos campos “Título” ou “Resumo” ou “Palavras-chave” da base de teses do Grupo Horizonte. Dos resultados foram desconsideradas as teses que não estavam relacionadas diretamente com os termos robótica pedagógica, educacional ou educativa, como no caso de produções que apenas citavam a temática em seus textos.

Critério 3: Os mesmos procedimentos utilizados na busca pelas produções científicas no Grupo Horizonte foram adotados para localizar produções catalogadas pela Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD) ou seja, pesquisou-se pelo termo “robótica” em todos os campos, no idioma português. O filtro com o período das buscas foi fixado para o ano de publicação de 1996 até o primeiro semestre de 2019. Nos registros recuperados aplicou-se novo filtro, desta vez “robótica educacional”, no intuito de desconsiderar áreas que não fazem parte deste estudo, por exemplo, saúde.

Estabelecidos os critérios para as duas fontes, na base de teses catalogada pelo Grupo Horizonte pesquisamos o termo “robótica” nos campos especificados anteriormente e, do total de 6.397

³ A Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD) compõe-se de 116 instituições, conta com 576.030 documentos sendo 152.827 teses e 423.203 dissertações, segundo informações em seu site na web (BDTD, 2019). Disponível em: <<http://bit.ly/32DSP4K>>. Acesso em: 05 nov. 2019.

registros que compõe o banco de dados, foram selecionados 6 registros cujo tema se aproxima do objeto de estudo. Estas teses estão listadas no quadro 2.

Quadro 2: Recorte de teses relacionadas à robótica, catalogadas pelo Grupo Horizonte

Programa	IES	Ano de defesa	ID	Título da tese
Programa de Pós-Graduação em Informática na Educação	UFRGS	2007	T01	Robótica como interface da tomada de consciência da ação e do conhecimento do objeto, através de metacognição como propulsora da produção do conhecimento
	UFRGS	2008	T02	A exploração de modelos e os níveis de abstração nas construções criativas com robótica educacional
Programa de Pós-Graduação em Educação	PUCSP	2011	T03	Currículo, tecnologias e robótica na educação básica
	USP	2014	T04	Contextualização no ensino de física à luz da teoria antropológica do didático: o caso da robótica educacional
	PUCSP	2015	T05	A construção de instrumentos matemáticos didáticos com tecnologia digital: uma proposta de empoderamento para licenciandos em Matemática
	UFU	2016	T06	Rede de aprendizagem em robótica: uma perspectiva educativa de trabalho com jovens

Fonte: Dados da pesquisa.

A segunda base de dados consultada foi a Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD), onde pesquisamos o termo “robótica” nos campos disponíveis. O retorno foi de 215 teses, englobando vários programas de pós-graduação. Dos resultados, após análise individual, foram desconsideradas as teses que não se referiam à robótica pedagógica, retornando 7 registros correspondentes ao critério de busca. Estas teses estão listadas no quadro 3.

Quadro 3: Recorte com teses selecionadas na Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações, indexado pelo Programa de Pós-Graduação

Programa	IES	Ano de defesa	ID	Título da tese
Programa de Pós-Graduação em Educação	UFBA	2009	T07	Em busca de outras possibilidades pedagógicas: "trabalhando" com ciência e tecnologia"
	PUCSP	2018	T12	Oficina de robótica no ensino médio como metodologia de construção de conhecimentos de ciências exatas
	UFRGS	2018	T13	Análise de projetos de robótica para criança em idade pré-escolar desenvolvidos em escolas da região sul da cidade de São Paulo e em escolas no norte de Portugal
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica e de Computação	UFRN	2009	T08	RoboEduc: uma metodologia de aprendizado com robótica educacional
	UFRN	2012	T09	Plataforma robótica de baixíssimo custo para robótica educacional
	UFRN	2016	T10	W-Educ: um ambiente web, completo e dinâmico para robótica educacional
Programa de Pós-Graduação em Difusão do Conhecimento	UFBA	2014	T11	Robótica pedagógica livre: uma alternativa metodológica para a emancipação sociodigital e a democratização do conhecimento

Fonte: Dados da pesquisa.

Para a tese do Programa de Pós-Graduação em Educação defendido no ano de 2009, que não apareceu na busca anterior do Grupo Horizonte, a justificativa é a avaliação da CAPES para Universidade Federal da Bahia (UFBA), de nota 4.

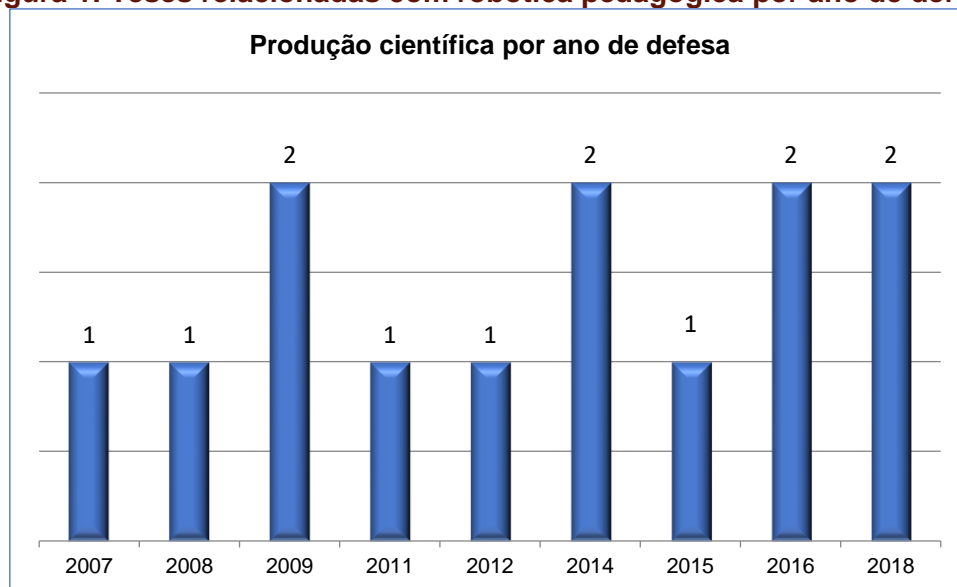
Os dados levantados por ocasião da pesquisa bibliográfica permitiram construir indicadores para compor uma análise do desenvolvimento da temática “robótica pedagógica” na produção científica nacional. Esses dados estão representados na sequência de figuras e quadros.

Análise das teses selecionadas

A partir dos dados brutos levantados fizemos a separação dos mesmos em categorias menores de modo a facilitar a leitura das informações. Dentre estas categorias estão: objetivos de cada estudo selecionado, número de teses defendidas por ano e número de defesas por região, neste caso mostrando também a universidade de origem. Em cada tese, quantificamos as ocorrências de *kits* mais utilizados e quais autores deram o suporte teórico e metodológico às pesquisas. Essa quantificação foi realizada nos elementos pré-textuais, textuais e pós-textuais e estão mostradas na sequência.

A figura 1 representa as teses relacionadas com robótica pedagógica, que nas bases pesquisadas, surgiram a partir do ano de 2007. Os resultados apontam pequenas oscilações no número de teses defendidas no decorrer dos anos de 2015 e 2016, uma lacuna no ano de 2017, no qual não foi identificada tese abarcada pelo proposto nos objetivos e, por fim a ocorrência de duas teses no ano de 2018.

Figura 1: Teses relacionadas com robótica pedagógica por ano de defesa



Fonte: Dados da pesquisa.

Na tabela 1 consta a distribuição geográfica da produção científica – teses. Os resultados apontam uma concentração dessa produção em apenas duas instituições de ensino superior na Região Nordeste, UFBA com 15,38% e UFRN com 23,08% do total nacional. Na Região Sudeste as produções

estão distribuídas entre três universidades (PUCSP-23,08%, UFU-7,69% e USP-7,69%). A Região Sul responde por 23,08% da produção por meio das teses defendidas na UFRGS.

Tabela 1: Número de teses defendidas por região, em unidades e percentuais (%) correspondentes

Região	IES	N. de teses	%
Nordeste	UFBA	2	15,38%
	UFRN	3	23,08%
Sudeste	PUCSP	3	23,08%
	UFU	1	7,69%
	USP	1	7,69%
Sul	UFRGS	3	23,08%

Fonte: Dados da pesquisa.

Percebe-se uma concentração de trabalhos nas universidades da região Nordeste com 5 teses defendidas entre 2007 e 2016, sendo UFRN com 3 teses e UFBA com 2 teses. Na região Sudeste as teses se distribuem de modo mais homogêneo, no mesmo período, entre universidades situadas em dois estados diferentes, ainda que haja uma incidência maior em São Paulo.

A robótica pedagógica é um campo propício ao desenvolvimento e integração de conteúdos interdisciplinares, como indicam Lopes (2008), Santana (2009) e Silva (2009). Assim é possível adquirir conhecimentos científicos além de desenvolver habilidades técnicas de forma integrada, no sentido de se aprender eletrônica, mecânica, computação dentre outras. Também é possível integrar, ao mesmo tempo, mais de uma disciplina científica com os conhecimentos técnicos da robótica, como aponta Campos, ao argumentar que,

embora a utilização da robótica como recurso tecnológico tenha relação mais direta com as ciências exatas, os projetos desenvolvidos também integram o conhecimento das humanidades (artes, geografia, história e etc.), e também podem ser interdisciplinares, em especial englobando essas últimas áreas (Campos, 2011, p. 48).

Tanto conceitos multisciplinares quanto interdisciplinares estão presentes nestas produções científicas, uma vez que é possível se trabalhar as disciplinas curriculares, isoladamente ou em interação com outras, enquanto se aprende design, construção e programação de artefatos robóticos. O quadro 4, do resumo dos objetivos das teses, e o quadro 5, com contagem de itens de maior ocorrência, ilustram essa análise.

Quadro 4: Resumo dos objetivos das teses analisadas

ID	Resumo dos objetivos
T01	Aplicação das teorias Piaget, Vygotsky e Papert no aprendizado de robótica por crianças, analisados sob o ponto de vista de pais, professores e estudiosos (Oliveira, 2007).
T02	Com base na Epistemologia Genética de Jean Piaget, o presente trabalho procura contribuir para a produção de conhecimento na área de concentração das ciências cognitivas aplicada à Informática na Educação, no sentido de explicitar os processos cognitivos envolvidos no contexto de desenvolvimento de projetos em robótica educacional por crianças em idade escolar (Lopes, 2008).
T03	Buscou-se com este trabalho identificar as características da integração da robótica como recurso tecnológico no currículo de uma escola particular em relação aos aspectos didático-pedagógicos e de gestão, com vistas a promover o desenvolvimento de futuros projetos que integrem de forma mais significativa a robótica ao currículo (Campos, 2011).
T04	Com foco na Robótica Educacional para fomentar a contextualização, analisamos quatro atividades que fazem uso de <i>kits</i> da Lego no ensino de física. Dessas quatro atividades, duas foram aplicadas para estudantes do primeiro ano do ensino médio em uma escola pública do estado da Bahia, Brasil (Schivani, 2014).
T05	Este trabalho teve como objetivo investigar se a construção de Instrumentos Matemáticos Didáticos com tecnologia digital incorporada, em conjunto com uma estratégia baseada na criação de situações didáticas, poderia empoderar o futuro professor de matemática para além da condição de usuário (Barros Netto, 2015).
T06	A presente pesquisa buscou compreender qual a perspectiva do desenvolvimento de um trabalho coletivo de robótica educacional com estudantes do ensino médio (Barbosa, 2016).
T07	O objetivo é demonstrar a importância de trabalhar a Ciência e a Tecnologia nos primeiros anos do ensino fundamental, de forma lúdica, porém efetiva, buscando melhorar o interesse dos alunos pelo estudo e a redução dos índices de evasão escolar nas primeiras séries da educação fundamental na rede pública (Santana, 2009).
T08	Neste trabalho propomos uma metodologia para o ensino de robótica no Ensino Fundamental, baseada na teoria sócio-histórica de Lev Vygotsky. As atividades visaram produzir conhecimento sobre a construção de protótipos robóticos, sua programação e controle (Silva, 2009).
T09	Neste trabalho, propomos uma arquitetura de controle e um conjunto de técnicas que possibilitam a construção de robôs de baixíssimo custo, além de diminuir a complexidade na sua montagem e programação, que pode ser utilizada em diversas aplicações, tendo sido validada, especialmente em projetos de robótica educacional (Aroca, 2012).
T10	Este trabalho propõe um ambiente web para robótica educacional, que é uma solução aberta, dinâmica e completa para auxiliar no processo de ensino-aprendizagem neste tipo de atividade (robótica). O foco inicial do trabalho foi a inclusão digital dos alunos de uma escola pública do estado do RN (Lima, 2016).
T11	Pretende-se propor uma metodologia de difusão do conhecimento sobre/para Robótica Pedagógica Livre (RPL), tratar e refletir sobre as experiências de aprendizagem – relacionadas às dificuldades e à cognição – vivenciadas pelos educandos no processo de formação e multiplicação na/para produção e difusão do conhecimento sobre/para a RPL (César, 2014).
T12	Definimos como objetivo geral investigar, implementar, analisar e avaliar um conjunto de atividades de robótica com Arduino para a construção de conhecimentos de Eletrônica, Mecânica e Programação (Libardoni, 2018).
T13	Esta tese tem como objetivo identificar como a programação e a robótica se integram ao currículo da educação infantil em cinco cidades do Norte de Portugal e em cinco escolas da cidade de São Paulo, no Brasil, bem como destacar as ferramentas e procedimentos pedagógicos e tecnológicos, tal qual a Robótica Educacional, utilizados na educação infantil (Ramos, 2019).

Fonte: Dados da pesquisa.

Na descrição dos objetivos das teses analisadas neste estudo pode ser observada a diversidade de assuntos ao redor do mesmo tema. A educação tecnológica responde por parte das atividades práticas na robótica e são caracterizadas, em grande parte, pela elaboração, montagem e programação de artefatos robóticos, direcionadas, sobretudo aos alunos de anos finais do ensino fundamental e da graduação. A educação superior não é foco deste estudo, porém, duas teses voltadas à graduação foram consideradas para fins de comparação, principalmente no que diz respeito ao material utilizado. Enquanto a Educação Básica, nos seus anos iniciais, se serve de *kits* comerciais objetivando introduzir a temática por meio de projetos para, então, aumentar o nível de complexidade dos conteúdos, o ensino médio e o ensino superior aprofundam os estudos da robótica para introduzir conceitos de áreas como a engenharia ou para preparar profissionalmente o aluno para enfrentar o mercado de trabalho.

Das 13 teses selecionadas apenas T09 e T11 não têm atividades direcionadas à Educação Básica. T05 tem pouca aderência ao presente estudo, retratando e citando, substancialmente, o *software Scratch*, que pode ser usado como interface para ensino de robótica. Este *software* carrega atributos próprios da robótica e, como argumenta seu criador, *Scratch* foi projetado para tornar a programação mais significativa e mais social. A medida que os jovens criam e compartilham projetos feitos com *Scratch*, aprendem a pensar de forma criativa, a usar raciocínio lógico, a trabalhar em modo colaborativo (Resnick et al., 2009).

T10 se ocupa da inclusão digital de alunos de escola pública do Rio Grande do Norte. Entre outras potencialidades a inclusão digital é assunto recorrente em atividades que se valem de conceitos da robótica.

Nas teses, T07 se propõe a buscar possibilidades de introdução à iniciação científica e tecnológica por meio da robótica, T03 traz reflexões sobre formas de integração da robótica ao currículo. Destacam-se ainda nas teses estudos diferenciados em relação aos *kits* utilizados. As experiências são elaboradas, em sua maioria, com a utilização do *Kit Lego*, apesar de haver outras referências aos materiais de baixo custo. O quadro 5 ilustra o resumo do número de vezes que aparecem termos relacionados aos *kits* e aos autores que dão suporte teórico e metodológico a uma ampla maioria de teses.

Quadro 5: Contagem de kits e de referenciais teóricos com maior incidência nas teses

ID	Kits					Referencial teórico					
	Legó	Scratch	CellBot	N-bot	Modelix	Papert	Piaget	Vygotsky	Brousseau	Fairclough	Fróes Burnham
T01	14	-	-	-	-	39	140	23	-	-	-
T02	79	1	-	-	-	45	68	-	-	-	-
T03	56	-	-	-	3	53	36	30	-	71	-
T04	48	-	-	1	7	8	-	-	-	-	-
T05	2	215	-	-	-	4	1	-	44	-	-
T06	163	2	-	-	-	88	12	10	-	-	7
T07	133	-	-	-	6	6	4	1	-	-	7
T08	76	-	-	-	-	7	2	150	-	-	-
T09	37	4	34	91	3	5	-	-	-	-	-
T10	58	3	-	6	1	1	-	-	-	-	-
T11	3	-	-	-	-	3	4	2	-	-	16
T12	69	-	-	-	4	35	33	20	-	-	-
T13	5	17	-	-	-	3	14	2	-	-	-
	743	242	34	98	24	297	314	238	44	71	30

Fonte: Dados da pesquisa.

Nas teses analisadas, os kits Lego são amplamente explorados, seja em experiências práticas ou em revisões da literatura. Para Silva (2009, p. 82), “os kits educacionais para robótica apresentam inúmeras possibilidades no que concerne ao desenvolvimento de habilidades cognitivas e sociais e também de construção de conhecimento”.

Estabelecendo relações entre Papert e os kits Lego, Aroca (2012) indica que é interessante notar que esse produto foi concebido cuidadosamente em parceria com o Prof. Seymour Papert do MIT, um pesquisador pioneiro no uso de tecnologias aplicadas à educação, tais como o computador e a robótica. O nome Mindstorms tem origem no livro seminal do Prof. Papert: “Mindstorms: Children, Computers and Powerful Ideas”.

Entre os kits constantes das teses figura o *Scratch*, que, ainda que não seja propriamente um kit, é um elemento passível de utilização nas experiências ou projetos elaborados para robótica com fins pedagógicos. Marji (2014, p. 17) define *Scratch* como “uma linguagem de programação visual que oferece um ambiente de aprendizagem rico para pessoas de todas as idades. Permite a criação de projetos interativos, ricos em recursos multimídia, incluindo histórias animadas, projetos de ciências, jogos e simulações”.

A fundamentação teórica se baseia no construcionismo de Papert, o precursor da robótica, na teoria construtivista de Piaget e nas ideias interacionistas de Vygotsky. Destaca-se, neste quesito, T06 ao elaborar uma revisão de literatura com o propósito de compreender as implicações do trabalho coletivo realizado por alunos do ensino médio com o aporte da robótica. Outro ponto de destaque são as referências aos kits Lego e a Papert em todas as teses. Ressaltamos que foram consideradas todas

as menções aos termos, contados nos elementos pré-textuais, textuais e pós-textuais, como explicitado anteriormente.

As teses T09 e T10 não fazem menção a citações de obras de Papert enquanto nas demais teses, dentre as obras mais citadas do autor, está “A máquina das crianças: repensando a escola na era da informática”. A primeira edição, de 1994, está presente nas referências bibliográficas das teses T01, T02 e T08. A edição de 2008, revisada, consta nas referências bibliográficas de T03, T04, T05, T06, T07 e T13. Na seção Prefácio à Edição Revisada Brasileira, Paulo Gyleno Cysneiros esclarece que esta é a melhor fonte em português sobre o construcionismo (Papert, 2008, p. 10). O quadro 6 ilustra as obras de Papert mais citadas nas referências bibliográficas.

Quadro 6: Obras de Papert mais citadas nas referências bibliográficas

Obra	ID, Ano
A máquina das crianças: repensando a escola na era da informática	T01,1994; T02, 1994; T03, 2008, T04, 2008; T05, 2008, T06, 2008; T07, 2008; T08, 1994; T13, 2008
<i>Mindstorms: Children, Computers and Powerful Ideas</i>	T03,1980; T04, 1980; T06, 1993; T13, 1980
Logo: computadores e educação	T01, 1985; T02, 1985; T06, 1985; T11, 1985
A família em rede: ultrapassando a barreira digital entre gerações.	T01,1996; T06, 1997

Fonte: Dados da pesquisa.

Em nota de rodapé, Papert (2008, p. 47) esclarece que “a tradução brasileira de *Mindstorms* foi publicada em 1985 [...] com o título *Logo, computadores e educação*”. Observa-se que a tese T06 cita a obra original em inglês e a traduzida para o português.

Considerando robótica pedagógica um recurso que pode promover ambientes de aprendizagem diferenciados das metodologias tradicionais, nos quais o aluno constrói seu conhecimento, utilizando os mais variados materiais na experimentação prática das teorias estudadas em sala de aula, Oliveira (2007, p. 50) define robótica pedagógica “como a atividade de montagem e programação de robôs, com a intenção de explorar e vivenciar aprendizagens”. Com isso em mente, observa-se que as teses e dissertações da temática convergem para modelos distintos variando conforme sua aplicação no contexto educacional. Ora se trabalha construção de dispositivos robóticos, proporcionando a aquisição de habilidades próprias do letramento digital, ora se trabalha conteúdos disciplinares tendo os dispositivos como ferramenta.

Segundo Campos,

podemos apontar como tendências temáticas relacionadas a robótica na educação a descrição de ambientes de aprendizagem; a reflexão sobre os materiais utilizados para a construção dos projetos; a discussão das teorias que fundamentam a ação pedagógica; a incorporação desta tecnologia nas escolas em relação ao ensino de conhecimentos específicos; a prática pedagógica com o uso da robótica na escola básica (Campos, 2011, p. 35-36).

Em um segundo momento, tem-se ainda a atuação da robótica no ambiente virtual, isto é, a programação é a ferramenta aplicada em resolução de problemas. Esse último, aliás, faz parte de um

discurso recorrente nas produções científicas desse tema, tanto em ambientes virtuais quanto em ambientes físicos, como fica evidente em Silva (2009), quando a autora cita a aprendizagem colaborativa possibilitada pela interação entre os sujeitos e destes com os dispositivos robóticos. Segundo a autora,

na construção de um modelo robótico, o processo de colaboração acontece quando os problemas são analisados e resolvidos em grupos e a autonomia é exercida na medida em que cada elemento do grupo tem responsabilidade por uma parte da solução, e no respeito aos outros indivíduos. Cada um tem a responsabilidade pelo seu próprio conhecimento e pelo grupo. Todos devem participar da solução. Assim, a dúvida de um e a certeza do outro fazem com que o grupo cresça e se desenvolva (Silva, 2009, p. 43).

O pensamento computacional se constitui em uma dessas técnicas de resolução de problemas. Proposta inicialmente por Papert (2008), quando estimulou a introdução da robótica na educação, e popularizada por Wing (2006), o pensamento computacional é uma forma de confrontar, planejar e resolver situações-problema com o uso de dispositivos computacionais. Está ligado à computação, pois na programação, a elaboração de algoritmos utiliza-se de pensamento computacional, uma vez que cada passo da codificação de um programa (*software*) precisa ser pensado, planejado e executado sistematicamente para que não haja desvios, minimizando a ocorrência de erros nesses sistemas.

Considerações finais

O presente artigo procurou investigar e apresentar dados quantitativos que se referem a utilização da robótica no contexto educacional, selecionados a partir de teses de universidades brasileiras, utilizando-se da bibliometria para tal análise. O período das buscas deu-se, a priori, de 1996 a 2016 nas teses catalogadas pelo Grupo Horizonte, porém a primeira ocorrência da temática data de 2002. O mesmo procedimento foi adotado nas buscas na Biblioteca Digital de Teses e Dissertações.

Procuramos selecionar a produção científica delimitada pelos períodos iniciais de escolarização, fase em que os alunos apresentam tendências de desenvolvimento por meio de brinquedos e de brincadeiras até o ensino médio, onde os alunos já têm certa preocupação com a carreira profissional ou com a formação acadêmica. Para fins de comparação consideramos duas teses destinadas ao público universitário tratando da educação tecnológica tendo como base a criação de dispositivos robóticos a partir de materiais alternativos. Neste cenário foi possível traçar um panorama da robótica no âmbito nacional que, dentre outros pontos, destaca quais os materiais comumente utilizados nas atividades práticas, em quais teorias estão embasadas, quais os conteúdos mais explorados e como se distribui geograficamente.

A pesquisa indicou que existem trabalhos realizados por Programas de Pós-Graduação em Educação bem como de outros programas, dentre os quais estão engenharia elétrica e computação. Com isso, de acordo com a literatura consultada, a robótica como objeto para a educação tecnológica é um tema bastante explorado, vindo na sequência, outros assuntos também relevantes, como a matemática, a física e a iniciação científica dentre outros. Os materiais utilizados com essa finalidade

transitam entre *kits* Lego e materiais reutilizáveis, como sucata eletrônica e outros de baixo custo. Neste quesito os *kits* Lego se destacam pela facilidade de uso, multiplicidade de aplicações e longanimidade, já que iniciou sua caminhada na robótica com Papert, na década de 1960.

Um volume considerável de produções científicas catalogadas durante a pesquisa bibliográfica diz respeito a aplicações da robótica em contextos que não são somente os educacionais. Os resultados parciais da pesquisa aqui apresentados podem ser ampliados, com a inserção de outras fontes de produções científicas e também de outros indicadores para que se possa analisar, de forma mais sucinta, a influência das tecnologias nos campos onde se estabelecem como objetos de estudo.

Os discursos que tratam a robótica pedagógica como ferramenta inovadora nos ambientes educacionais apresentam tendências de crescimento, ainda que bastante discretas, como pode ser observado nos dados levantados através da pesquisa bibliográfica. De forma geral, essas tendências refletem o interesse da incorporação das tecnologias no âmbito escolar, com a finalidade de, principalmente, preparar o estudante para o exercício pleno da cidadania em uma sociedade em constante evolução.

Referências

- ARAÚJO, Ronaldo Ferreira; ALVARENGA, Lídia. A bibliometria na pesquisa científica da pós-graduação brasileira de 1987 a 2007. *Encontros Bibli*, v. 16, n. 31, p. 51-70, 2011.
- AROCA, Rafael Vidal. *Plataforma robótica de baixíssimo custo para robótica educacional*. 132f. Doutorado em Engenharia Elétrica e de Computação pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal, 2012.
- BARANAUSKAS, Cecília Calani et al. Uma taxonomia para ambientes de aprendizado baseados no computador. In: VALENTE, José Armando (Org.). *O computador na sociedade do conhecimento*. Campinas: UNICAMP/NIED, 1999, p. 45-68.
- CAMPOS, Flavio Rodrigues. *Currículo, tecnologias e robótica na Educação Básica*. 243f. Doutorado em Educação pela Pontifícia Universidade Católica de São Paulo. São Paulo, 2011.
- CASTILHO, Maria Inês; BORGES, Karen Selbach; FAGUNDES, Léa da Cruz. A robótica no contexto da educação orientada a inovação. *Digital Technologies & Future School: atas do IV Congresso Internacional TIC e Educação 2016*. Lisboa: Instituto de Educação da Universidade de Lisboa. 2016, p. 1058-1072.
- LOPES, Daniel de Queiroz. *A exploração de modelos e os níveis de abstração nas construções criativas com robótica educacional*. 327f. Doutorado em Informática na Educação pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2008.
- MARJI, Majed. *Aprenda a programar com Scratch*. São Paulo: Editora Novatec, 2014.
- MATARIC, Maja. *Introdução à robótica*. São Paulo: Editora Unesp/Blucher, 2014.
- MILL, Daniel; CÉSAR, Danilo. Estudos sobre dispositivos robóticos na educação: sobre a exploração do fascínio humano pela robótica no ensino-aprendizagem. In: MILL, Daniel (Org.). *Escritos sobre educação: desafios e possibilidades para ensinar e aprender com as tecnologias emergentes*. São Paulo: Paulus, 2013, p. 269-294.
- OLIVEIRA, José Antônio Colvara. *Robótica como interface da tomada de consciência da ação e conhecimento do objeto, através da metacognição como propulsora da produção do conhecimento*. 96f. Doutorado em Informática na Educação pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2007.
- PAPERT, Seymour. *LOGO: Computadores e educação*. 3 ed. São Paulo: Editora Brasiliense, 1988.
- PAPERT, Seymour. *A máquina das crianças: repensando a escola na era da informática*. Porto Alegre: Artmed, 2008.
- PAULA, Ercília Maria de; MENDONÇA, Fernando Wolff. *Psicologia do desenvolvimento*. 3 ed. Curitiba: IESDE, 2009.

- PAVÃO, Antonio Carlos. Ensinar ciências fazendo ciência. In: PAVÃO, Antonio Carlos; FREITAS, Denise de (Orgs.). *Quanta ciência há no ensino de ciências*. São Carlos: EdUFSCar, 2011, p. 15-24.
- RESNICK, Mitchel et al. *Growing up programming: democratizing the creation of dynamic, interactive media*. In: CHI. *Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems*, Nova York, ACM, 2009, p. 3.293-3.296.
- SANTANA, Maria Do Rosário Paim de. *Em busca de outras possibilidades pedagógicas: trabalhando com ciência e tecnologia*. 218f. Doutorado em Educação pela Universidade Federal da Bahia. Salvador, 2009.
- SILVA, Alzira Ferreira da. *RoboEduc: uma metodologia de aprendizado com robótica educacional*. 133f. Doutorado em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal, 2009.
- VALENTE, José Armando. O papel da interação e as diferentes abordagens pedagógicas de Educação a Distância. In: MILL, Daniel; PIMENTEL, Nara Maria (Orgs.). *Educação a Distância: desafios contemporâneos*. São Carlos: EdUFSCar, 2010, p. 25-41.
- WING, Jeannette. Computational Thinking. *Communications of the ACM*, v. 49. n. 3, p. 33-35, mar. 2006.
- ZANCUL, Maria Cristina de Senzi. O ensino de ciências e a experimentação: algumas reflexões. In: PAVÃO, Antonio Carlos; FREITAS, Denise de (Orgs.). *Quanta ciência há no ensino de ciências*. São Carlos: EdUFSCar, 2011, p. 63-68.
- ZILLI, Silvana do Rocio. *A robótica educacional no Ensino Fundamental: perspectivas e prática*. 89f. Mestrado em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2004.

Referências das teses selecionadas para análise

- AROCA, Rafael Vidal. *Plataforma robótica de baixíssimo custo para robótica educacional*. 132f. Doutorado em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal, 2012.
- BARBOSA, Fernando Da Costa. *Rede de aprendizagem em robótica: uma perspectiva educativa de trabalho com jovens*. 366f. Doutorado em Educação pela Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia, 2016.
- BARROS NETO, Antonio Jose de. *A construção de instrumentos matemáticos didáticos com tecnologia digital*. 155f. Doutorado em Educação Matemática pela Pontifícia Universidade Católica de São Paulo. São Paulo, 2015.
- CAMPOS, Flavio Rodrigues. *Currículo, tecnologias e robótica na Educação Básica*. 243f. Doutorado em Educação: Currículo pela Pontifícia Universidade Católica de São Paulo. São Paulo, 2011.
- CÉSAR, Danilo Rodrigues. *Robótica pedagógica livre: uma alternativa metodológica para a emancipação sociodigital e a democratização do conhecimento*. 220f. Doutorado em Difusão do Conhecimento pela Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2014.
- LIBARDONI, Glaucio Carlos. *Oficina de robótica no Ensino Médio como metodologia de construção de conhecimentos de ciências exatas*. 274f. Doutorado em Educação em Ciências: Química da Vida e da Saúde pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2018.
- LIMA, Walex Fernandes. *Aprendizagem colaborativa para o ensino de química por meio da robótica educacional*. 96f. Mestrado em Química pela Universidade Federal de Goiás. Goiânia, 2016.
- LOPES, Daniel de Queiroz. *A exploração de modelos e os níveis de abstração nas construções criativas com robótica educacional*. 327f. Doutorado em Informática na Educação pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2008.
- OLIVEIRA, José Antonio Colvara de. *Robótica como interface da tomada de consciência da ação e conhecimento do objeto, através da metacognição como propulsora da produção do conhecimento*. 96f. Doutorado em Informática na Educação pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2007.
- RAMOS, Rogeria Campos. *Análise de projetos de robótica para criança em idade pré-escolar desenvolvidos em escolas da região sul da cidade de São Paulo e em escolas no norte de Portugal*. 121f. Doutorado em Educação: Currículo pela Pontifícia Universidade Católica de São Paulo. São Paulo, 2019.
- SANTANA, Maria do Rosário Paim. *Em busca de outras possibilidades pedagógicas: “trabalhando” com ciência e tecnologia*. 218f. Doutorado em Educação pela Universidade Federal da Bahia. Salvador, 2009.
- SILVA, Alzira Ferreira da. *RoboEduc: uma metodologia de aprendizado com robótica educacional*. 133f. Doutorado em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal, 2009.
- SCHIVANI, Milton. *Contextualização no ensino de física à luz da Teoria Antropológica do Didático: o caso da robótica educacional*. 220f. Doutorado em Educação pela Universidade de São Paulo. São Paulo, 2014.