# PROCESSO DE CONSTRUÇÃO DO CONHECIMENTO CIENTÍFICO NA EDUCAÇÃO BÁSICA: UMA ANÁLISE A PARTIR DE EXPERIÊNCIAS DE ROBÓTICA PEDAGÓGICA[1]

*PROCESS OF SCIENTIFIC KNOWLEDGE CONSTRUCTION IN BASIC EDUCATION: AN ANALYSIS FROM EXPERIENCES PEDAGOGICAL ROBOTICS*


- **Ortenio de Oliveira** – Universidade Federal de São Carlos – oliveiraortenio@gmail.com
- **Daniel Mill** – Universidade Federal de São Carlos – mill@ufscar.br



***Resumo:***
*Este trabalho tem como propósito analisar possibilidades de melhoria da aprendizagem de conhecimentos científicos de estudantes da educação básica a partir de experiências com a robótica pedagógica. Para alcançar esse objetivo, lançou-se mão de estudos bibliométricos, revisão da literatura sobre a temática robótica pedagógica e temas correlatos; ademais, estão sendo analisadas quatro experiências educacionais envolvendo robótica. Por meio de visitas, entrevistas e observações* in loco, *foram identificadas e caracterizadas as iniciativas de uso da robótica no contexto educacional. Estão sendo mapeados os principais tipos de conhecimentos explorados nessas experiências e, também, pretendemos analisar as áreas do conhecimento menos exploradas com robótica pedagógica. Como arcabouço teórico, foram exploradas teorias da aprendizagem (construtivismo e/ou construcionismo) e conceitos mais recentes, tais como aprendizagem criativa, sala de aula invertida, imersão criativa, cone de aprendizagem, letramento digital, entre outros.*
***Palavras-chave**: robótica pedagógica, construtivismo, letramento científico*

***Abstract:***
*This work aims to analyze possibilities for improving learning scientific knowledge of students of basic education from experiences with educational robotics. To achieve this goal, it employed bibliometric studies, literature review on the subject pedagogical robotics and related topics; moreover, they are being analyzed four educational experiences involving robotics. Through visits, interviews and observations on the spot were identified and characterized the use of robotics initiatives in the educational context. They are being mapped the main types of knowledge explored these experiences and also intend to analyze the knowledge areas less explored with educational robotics. As a theoretical framework, learning theory were explored (constructivism and/or constructionism) and more recent concepts such as creative learning, inverted classroom, creative immersion cone learning, digital literacy, among others.*
***Keywords**: educational robotic, constructivist, scientific literacy*


## 1. Introdução

[1] Trabalho desenvolvido com apoio financeiro da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

O final do século XX foi marcado pela expectativa de um caos total em todas as áreas da sociedade que haviam se apropriado das tecnologias eletrônicas – digitais ou analógicas - em seus processos. O ano 2000 chegou ao final e o temido *bug* do milênio ficou apenas na história.

Passado esse evento, porém, a percepção da evolução das tecnologias, de modo geral, e das tecnologias digitais de informação e comunicação em particular, tem dado uma dinâmica diferente à vida em sociedade. Sociedade essa, caracterizada pela busca da construção do conhecimento, a partir da ampla circulação de informações, em um cenário onde as gerações mais recentes vivem uma simbiose com o mundo virtual, de tal modo que sua relação com as tecnologias digitais lhes é natural. Por consequência, alteram-se os outros ambientes em que essas gerações estão inseridas, especialmente o educacional, assim como a forma de tratar a nova realidade, de se relacionar com seus pares, de interagir com o meio, de raciocinar, alterando, assim, a relação ensino-aprendizagem.

## 2. Uma breve revisão de literatura

Segundo Prensky, as alterações mentais ou mudanças cognitivas causadas pelas novas tecnologias e mídias digitais levaram a uma grande variedade de novas necessidades e preferências por parte da geração mais jovem, especialmente na área da aprendizagem, embora não se limite a ela (PRENSKY, 2012, p.64).

Para as gerações anteriores à última década do século XX, os modelos da relação ensino e aprendizagem tradicionais, têm no educador o detentor do conhecimento, com a responsabilidade de transmiti-lo linearmente. Segundo Ausubel (2003), o próprio conceito de conhecimento pode referir-se à soma total de todas as matérias e conteúdos organizados que um indivíduo possui numa determinada área.

Por sua vez, as gerações digitais esperam que as escolas sejam ambientes dinâmicos de aprendizagem, onde possam construir seu conhecimento a partir de experiências prazerosas e motivadoras, como ocorre, por exemplo, quando estão jogando, compartilhando informações em redes sociais ou simplesmente navegando pela internet. Por gerações digitais entende-se, neste momento, aquelas pessoas nascidas após o advento das tecnologias digitais, - em especial a internet, por volta dos anos 1995, no Brasil.

Para Papert (2008), os educadores que hoje lidam com novas tecnologias estão se dando conta que a massiva introdução na escola (e em casa) de computadores ligados à internet não significa melhoria na aprendizagem. Nesse sentido, Mattar (2010) diz que a melhoria do aprendizado passa pela identificação do estilo de aprendizagem de cada estudante, ou seja, a forma como cada um processa, absorve e retém informação. A partir dessa identificação, seria possível reformular os contextos educacionais de modo a ativar e manter a concentração dos estudantes, gerando retenção do conhecimento. Essa reformulação levaria a escola a assumir seu papel fundamental, o de ajudar a gerar gestores de informações, não meros acumuladores de dados (MORETTO, 2011, p.11).

Guerra (2014) associa aprendizagem com aquisição de novos comportamentos – conhecimentos, atitudes e habilidades psicomotoras – que dependem da interação do sujeito com o ambiente onde está inserido. O aprendizado ocorre a partir do momento que

este faça sentido para o estudante, lhe proporcione prazer, garanta seu bem estar, sua sobrevivência e o ajude na resolução de problemas.

Dessa relação entre educação e tecnologias, segundo os Parâmetros Curriculares Nacionais - PCN (1998, p.56), um dos objetivos do ensino fundamental, mas que pode ser considerado para todos os outros níveis, é que os alunos sejam capazes de saber utilizar diferentes fontes e recursos tecnológicos para adquirir e construir conhecimentos.

Sobre tecnologia, várias são as propostas que se apresentam na expectativa de explicá-la. As mais comuns, referem-se a uma perspectiva técnico-científica e, como conceitua Pinto (2005), tecnologia pode ter distintas acepções. Etimologicamente significa a ciência que, de forma teórica, estuda a técnica. Em um segundo significado, tecnologia é a técnica aplicada para se produzir alguma coisa, o *know how*. Em outra definição, tecnologia pode ser entendida como o conjunto de todas as técnicas de que dispõe certa sociedade ao longo de sua história, no que diz respeito à sua força produtiva.

Para os Parâmetros Curriculares Nacionais (1998. p.135,136), as tecnologias da comunicação, além de serem veículos de informações, possibilitam novas formas de ordenação da experiência humana, com múltiplos reflexos, particularmente na cognição e na atuação humana sobre o meio e sobre si mesmo. A utilização de produtos do mercado da informação — revistas, jornais, livros, CD-ROM, programas de rádio e televisão, home-pages, sites, correio eletrônico—, além de possibilitar novas formas de comunicação, gera novas formas de produzir o conhecimento.

Sob o ponto de vista pedagógico, podemos dizer que existem três paradigmas que lidam com a adoção das tecnologias digitais nos ambientes educacionais e que, portanto, corroboram com a aprendizagem e com a construção do conhecimento: o instrucionismo, o construtivismo e o construcionismo. Na teoria do instrucionismo, o computador é utilizado como instrumento de informatização dos processos de ensino. Esse tipo de aprendizagem tem pouca interferência do professor uma vez que a transmissão do conteúdo é feita pelo computador. O estudante recebe as informações praticamente sem interação sobre elas. A segunda teoria ou paradigma é o construtivismo, criada por Jean Piaget (1896-1980), e tem como princípio a ideia da construção do conhecimento por meio da interação entre o estudante e o ambiente onde está inserido, sendo importantes, nessa construção, tantos os acertos quanto os erros. Essa teoria também corrobora, em certa instância, com o pensamento de Bourdieu (2007, p.9) quando se refere à formação do cidadão, de que o mesmo, é socialmente constituído e sua observação mostra que as necessidades culturais são produtos da educação. A terceira teoria, o construcionismo (PAPERT, 2008) é a abordagem pela qual o estudante constrói, por meio do computador, o seu próprio conhecimento (VALENTE, 1999).

Dos princípios do paradigma construtivista advém o foco da presente pesquisa, as implicações do uso da robótica enquanto instrumento para a construção do conhecimento.

Em um cenário permeado por rápidas transformações tecnológicas, principalmente com a expansão da internet, o acesso e a troca de informações permitiu que conceitos como robótica, programação, mecatrônica, – dentre outros que também foram desenvolvidos em tempos anteriores ao advento da própria internet –, fossem incorporados ao cotidiano, confrontando a atual estrutura educacional.

Os conhecimentos pedagógicos e científicos alcançados com a robótica 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. 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).

Até então conhecida na literatura e como tema de filmes de ficção científica, a robótica foi utilizada, à princípio na indústria, com a mecatrônica, ou seja, a junção da mecânica, hidráulica, eletrônica, computação e tecnologias da informação, em processos fabris que consumiam muitas horas em processos repetitivos, e que, poderiam ser automatizados, ou onde esse trabalho representava riscos à saúde humana. Desse tipo de atividade árdua para o ser humano vem a origem da palavra robô, que em tcheco quer dizer trabalho forçado – *robotnik* (MILL, 2013). Credita-se a Karel Capek a utilização do termo pela primeira vez, em uma peça de teatro com o título R.U.R – *Russum´s Universal Robots*, onde o personagem substitui o homem em trabalhos que ele não queria realizar.

Antes disso, na Grécia Antiga, Aristóteles, 800 a.C., já desejava a automação, pensando em uma máquina que pudesse executar seu propósito sem que fossem necessários escravos para isso. Contudo, foi através da literatura e do cinema que os robôs se popularizaram e ganharam corpo, forma, vida similar ao ser humano.

É desta forma que a robótica vai para a escola, recebendo denominações variadas, tipo, robótica educativa, robótica educacional, robótica pedagógica, como uma poderosa ferramenta de ensino. Com isso, abriram-se oportunidades para compartilhamento de informações e a construção de conhecimentos em estruturas coletivas, sobretudo em ambientes educacionais, privilegiando a aprendizagem de uma geração digital que não se sente motivada com o ensino tradicional.

E o que significa, então, robótica pedagógica? Consideramos que a robótica pedagógica é uma denominação para o 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 (MILL, 2013, p.272). Por dispositivos robóticos, tomamos toda e qualquer tecnologia que possa ser aplicada nesse processo pedagógico composto por engrenagens, rodas, motores, parafusos, software e circuitos eletrônicos programáveis. Também nos referimos ao material reutilizável como madeiras, papel, papelão, adesivos e, ao software livre - alternativa sem custos, contrapostas aos softwares proprietários, normalmente distribuídos sob uma licença denominada GPL, *General Public License* (Licença Pública Geral). Enquanto a robótica tradicional se vale de equipamentos altamente sofisticados, a robótica pedagógica também pode se utilizar de materiais reutilizáveis ou de kits próprios para fins educativos.

A construção de um dispositivo robótico compreende duas fases distintas. A primeira é a da montagem do robô em si, que, nem sempre adota a estética humanóide como aparência. Em vez disso, são construídos veículos usando chassis onde são inseridos motores, rodas, sensores e baterias – o hardware do robô.

A segunda fase compreende as linguagens de programação que controlam as ações executadas pelo robô, atribuindo-lhe certa autonomia, evoluindo para a inteligência artificial.

Mesmo não sendo nominada explicitamente como robótica pedagógica, uma das primeiras experiências registradas com suporte para a aprendizagem foi a criação da linguagem de programação *LOGO,* concebida juntamente com a ideia da introdução de computadores nas escolas. Seu criador, Papert (2008, p.9) enxergou a importância dos computadores pessoais para dar autonomia intelectual aos estudantes e torna-los menos dependentes dos adultos como provedores de informação. A estrutura escolar, já naquele momento, não era contextualizada com as emergentes tecnologias da informação e comunicação. Para os estudantes era a oportunidade de aprender de modo significativo, com temas que fariam sentido na sua vida cotidiana de maneira duradoura.

Na execução dessas fases se apresentam as possibilidades: o estímulo pela investigação proporcionado pela curiosidade, aprendizagem de conceitos teóricos vistos na sua forma concreta, aprendizagem de conceitos próprios da eletrônica, mecânica, e outros temas ligados diretamente à concepção física do robô, aprendizagem da programação, socialização pelo trabalho em equipe, desenvolvimento de liderança, senso crítico, raciocínio lógico, entre outros.

Entende-se que a robótica pedagógica não é a solução de todas as questões que envolvem a aprendizagem, porém sob várias perspectivas, é um instrumento que apresenta enorme flexibilidade e poder de atuação.

Feitas essas considerações, acredita-se que a robótica pedagógica possa ser inserida como diferencial importante à educação, no sentido de propiciar experiências transdisciplinares aos estudantes, oferecendo a oportunidade de se confrontar e resolver problemas que simulam situações da vida real, respeitando as características de aprendizagem de cada um. Também faz-se necessário atribuir confiança aos estudantes a fim de tirar-lhes o estigma de meros consumidores de conteúdos tecnológicos, permitindo-lhes entender os objetivos almejados pelo aprendizado e mantendo-os motivados na busca desses resultados. Com base em Mill (2013), acreditamos que a robótica, quando permeia o processo de ensino-aprendizagem, pode influenciar positivamente a construção do conhecimento e a composição de um ambiente educacional mais rico e motivador.

> 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 (MILL, 2013, p.270).

Na literatura mais recente, alguns conceitos ganham evidência e podem contribuir para melhor entendimento da composição de um ambiente de aprendizagem mais adequado aos tempos atuais, inclusive aqueles permeados por robótica. Por exemplo, a robótica pedagógica pode ser tratada em associação com conceitos/teorias de aprendizagem: aprendizagem criativa, sala de aula invertida, imersão criativa, aprendizagem significativa, cone de aprendizagem, estilos de aprendizagem, fluência tecnológica, letramento digital, sociedade grafocêntrica digital etc.. Esses temas/conceitos aglutinam-se em torno de teorias amplamente discutidas no campo educacional, com especial atenção para o *construtivismo* (Vygostky) e *construcionismo* (Papert).

Nesse sentido, acreditamos que o potencial da robótica como forma de aprendizagem e construção de conhecimentos científicos deve ser melhor explorado em

estudos sistemáticos. Por isso, esta proposta de investigação tem a seguinte questão de pesquisa: *que contribuições as experiências com a robótica pedagógica apresentam-nos em relação à melhoria da aprendizagem de conhecimentos científicos por parte de estudantes da educação básica?*

## 3. Objetivos

Esta pesquisa tem por objetivo analisar possibilidades de melhoria da aprendizagem de conhecimentos científicos de estudantes da educação básica a partir de experiências com a robótica pedagógica.

Para buscar esse objetivo geral, estabelecemos os seguintes objetivos específicos:

- Identificar e caracterizar as iniciativas de uso da robótica no contexto educacional como forma de apropriação do conhecimento científico;
- Acompanhar e analisar como são elaboradas e aplicadas as experiências com a robótica pedagógica, buscando mapear os principais tipos de conhecimento explorados nessas iniciativas;
- Descrever as estratégias pedagógicas mais comuns nessas experiências, identificando os princípios basilares das formas como é adotada a robótica pedagógica (áreas mais exploradas);
- Sistematizar e analisar as possibilidades de emprego da robótica para a construção de conhecimentos científicos de áreas não exploradas nas experiências analisadas e,
- Explorar possíveis relações entre robótica pedagógica e teorias da aprendizagem, com vistas à melhoria da aprendizagem de conhecimentos científicos.

## 4. Procedimentos metodológicos

Na educação, a investigação qualitativa é frequentemente designada por naturalista, porque o investigador frequenta os locais em que naturalmente se verificam os fenômenos nos quais está interessado, incidindo os dados recolhidos nos comportamentos naturais das pessoas (BOGDAN; BIKLEN, 1994, p.17).

A pesquisa será executada através da investigação qualitativa que, por sua diversidade e flexibilidade aplicáveis a uma ampla gama de casos, propõe uma abordagem que não admite regras precisas (ALVES-MAZZOTTI e GEWANDSZNAJDER, 1998).

Ainda para Bogdan e Biklen (1994) a investigação qualitativa tem caráter descritivo, com dados coletados em seu ambiente de ocorrência, onde os processos são tão importantes quanto os resultados, e assumem suas principais características:

- Na investigação qualitativa a fonte direta de dados é ambiente natural, constituindo o investigador o instrumento principal: os investigadores qualitativos assumem que o comportamento humano é significativamente influenciado pelo contexto em que ocorre, deslocando-se, sempre que possível ao local de estudo (BOGDAN; BIKLEN, 1994, p.48).

- A investigação qualitativa é descritiva: os dados recolhidos são em forma de palavras ou imagens e não de números. A abordagem da investigação qualitativa exige que o mundo seja examinado com a ideia de que nada é trivial, que tudo tem potencial para constituir uma pista que nos permita estabelecer uma compreensão mais esclarecedora de nosso objeto de estudo (BOGDAN; BIKLEN, 1994, p.48,49).
- Os investigadores qualitativos interessam-se mais pelo processo do que simplesmente pelos resultados ou produtos. Este tipo de estudo foca-se no modo como as definições, que os professores têm dos alunos, as definições que os alunos têm de si próprios e dos outros, se formam (BOGDAN; BIKLEN, 1994, p.49,50).
- Os investigadores qualitativos tendem a analisar seus dados de forma indutiva: para um investigador qualitativo que planeja elaborar uma teoria sobre o seu objeto de estudo, a direção desta só se começa a estabelecer após a recolha dos dados e o passar de tempo com os sujeitos. Não se presume que se sabe o suficiente para reconhecer as questões importantes antes de efetuar a investigação (BOGDAN; BIKLEN, 1994, p.50).
- O significado é de importância vital na abordagem qualitativa: os investigadores qualitativos estabelecem estratégias e procedimentos que lhes permitam tomar em consideração as experiências do ponto de vista do informador. O processo de condução de investigação qualitativa reflete uma espécie de diálogo entre os investigadores e os respectivos sujeitos, dado estes não serem abordados por aqueles de uma forma neutra. (BOGDAN; BIKLEN, 1994, p.50,51).

Para tanto, os procedimentos metodológicos adotados compreendem as etapas descritas a seguir.

Iniciando com a revisão sistemática da temática *robótica pedagógica* (e termos correlatos) na literatura da área através de análises de produções de livros, teses, periódicos e similares. Nesta fase, que se estenderá ao longo de toda a investigação, estão sendo feitos inclusive, estudos bibliométricos com foco no tema da investigação.

A segunda etapa, a ser desenvolvida paralelamente à primeira, constará da identificação de experiências de uso pedagógico da robótica. Espera-se analisar quatro experiências, sendo preferencialmente, duas públicas (com foco na inclusão, seja social ou tecnológica) e duas particulares, que geralmente investem mais recursos financeiros em iniciativas de robótica pedagógica.

Na terceira etapa, serão realizadas visitas e observações *in loco* para coleta de dados. Como instrumentos de coleta de dados, adotaremos entrevistas, registro fotográfico, gravações em áudio e vídeo, fichas de notas e outros. Serão feitas visitas ao local de realização dos experimentos, procurando identificar sua estrutura funcional, equipamentos e kits disponíveis e estabelecer a população e amostra a serem analisadas.

Serão caracterizados os materiais utilizados no experimento, explicitando marcas e modelos quando definidos como kits proprietários, ou listando os materiais quando forem de iniciativa livre – sem marcas ou reutilizáveis. Ainda nessa etapa, deverá identificar o perfil de cada participante da experiência (inclusive social e tecnológico, além do escolar), como são compostas as equipes e quais suas atribuições. Também identificará perfil e atribuições dos educadores (professores, monitores etc.).

Nessa etapa, serão observados conceitos de teorias de aprendizagem como aprendizagem criativa, sala de aula invertida, imersão criativa, aprendizagem significativa dentre outros pautados pelo construtivismo. Também serão mapeados os conhecimentos teórico e prático que os estudantes possuem a respeito da temática da pesquisa e do que é ensinado em sala de aula, para isso, ocorrerá a gravação de entrevista. A métrica utilizada para avaliação dos resultados desse mapeamento será uma matriz taxonômica, a ser desenvolvida com base na literatura.

Na quarta etapa, de posse dos dados coletados será realizada sua sistematização e análise, em consonância com os objetivos da pesquisa e da revisão de literatura. A última etapa consiste na elaboração do texto final onde constarão os levantamentos teóricos articulados com os resultados da pesquisa.

## 5. Resultados esperados

A pesquisa está em andamento e, atualmente, estamos ainda desenvolvendo as primeiras etapas acima descritas. Alguns resultados já podem ser indicados, sendo que ao término da investigação são previstos os seguintes resultados, dentre outros:

- Mapa dos principais elementos constitutivos de experiências de robótica pedagógica.
- Relação das principais áreas do conhecimento mais comumente exploradas pelas experiências de robótica educacional.
- Categorização sistematizada de estudos (teses e artigos) sobre o tema, por meio da bibliometria.
- Matriz taxonômica para analisar experiências de robótica pedagógica.

## 6. Referências

ALVES-MAZZOTTI, A.J. GEWANDSZNAJDER, F**. O método nas ciências naturais e sociais: pesquisa quantitativa e qualitativa**. São Paulo: Pioneira. 1998.

AUSUBEL, D.P. **Aquisição e retenção de conhecimentos: Uma perspectiva cognitiva**. Porto: Plátano Edições Técnicas. 2003.

BOGDAN, R.C.; BIKLEN, S.K. **Investigação qualitativa em educação.** Porto: Porto Editora. 1994.

BOURDIEU, Pierre. **A Distinção: crítica social do julgamento**; São Paulo: Edusp; Porto Alegre, RS: Zouk, 2007. 560p.

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros curriculares nacionais**: terceiro e quarto ciclos do ensino fundamental: introdução aos parâmetros curriculares nacionais / Secretaria de Educação Fundamental. – Brasília: MEC/SEF, 1998. 174 p.

GUERRA, L. B. **Cérebro e aprendizagem: um diálogo entre a neurociência e a educação**. Disponível em <https://www.youtube.com/watch?v=934wiekO-8g>. Acesso em junho de 2016.

MATTAR, J. **Games em educação: como os nativos digitais aprendem**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2010.

MORETTO, V.P.; **Construtivismo A produção do conhecimento em aula**. Rio de Janeiro – Lamparina, 2011.

MILL, D. **Escritos sobre Educação: Desafios e possibilidades para ensinar e aprender com as tecnologias emergentes**. 1 ed. São Paulo: Paulus, 2013. 341 p.

PAPERT, S. **A máquina das crianças: repensando a escola na era da informática**. Porto Alegre : Artmed, 2008. 224p.

PINTO, Álvaro Vieira. **O Conceito de Tecnologia** - Rio de Janeiro - Contraponto, 2005, vol.I, 531p.

PRENSKY, M. **Aprendizagem baseada em jogos digitais**. São Paulo: Editora Senac São Paulo, 2012.

VALENTE, J.A. **O computador na sociedade do conhecimento.** Campinas,SP: UNICAMP/NIED, 1999.