

# Como inserir objetos e ferramentas tecnológicas em atividades de investigação: um estudo de caso sobre “Oficinas de Robótica”

## How to insert technological objects and tools into research activities: a case study on Robotics

**Sidnei Percia da Penha**

Universidade Federal do Rio de Janeiro

[sidnei.percia@if.ufrj.br](mailto:sidnei.percia@if.ufrj.br)

### Resumo

Uma dificuldade associada a elaboração de sequências didáticas investigativas, nas quais é necessário o uso de ferramentas e objetos tecnológicos, é o modo como abordar suas especificidades técnicas. O objetivo deste artigo é identificar características e estratégias de como podemos apresentar aos estudantes as informações técnicas necessárias para trabalharem com estes materiais em uma abordagem investigativa. Com delineamento metodológico de pesquisa qualitativa foram analisadas transcrições das vídeo-gravações e materiais teóricos produzidos para um curso de extensão destinado aos professores da Rede Pública do Rio de Janeiro sobre o uso de Robótica Educativa no ensino de Física. Das nossas análises emergiram um conjunto de categorias que estão relacionadas as etapas, procedimentos e formas de abordagem utilizadas para introduzir estes equipamentos/ferramentas nas atividades de sala de aula. Ao final apresentamos um resumo do que chamamos de “Design de atividades de investigação mediada por objetos e/ou ferramentas tecnológicas complexas”.

**Palavras chave:** Robótica Educativa, Ensino por Investigação, Ferramentas Tecnológicas, Alfabetização Científica e Tecnológica

### Abstract

One difficulty we have in designing an investigative didactic sequence is how to present the technical characteristics of the instruments and tools that will be used in these activities. The objective of this article is to identify characteristics and strategies of how we can present to the students the necessary technical information to work with these materials in an investigative activity. A qualitative approach was used to analyze the transcriptions of video-recordings and theoretical materials produced for an extension course on Educational Robotics in Physics teaching. From our analyzes emerged a set of categories that are related to the steps, procedures and forms of approach used to introduce these technological equipment and tools in the classroom activities. At the end we present a summary of what we call "Design related to Inquiry-based learning mediated by complex technological tools".

**Key words:** Educational Robotics, Inquiry-based teaching, Technological Tools, Scientific and Technological Literacy.

## **Introdução**

Uma das preocupações de educadores e professores comprometidos com a Alfabetização Científica e Tecnológica dos Cidadãos é a proposição de sequências didáticas nas quais os estudantes necessitam manipular equipamentos e ferramentas tecnológicas durante uma investigação (SASSERON; CARVALHO, 2008; SASSERON, 2015). Atividades relacionadas a Robótica Educativa são potencialmente ricas em possibilitar o envolvimento dos estudantes em atividades lúdicas que envolvam a resolução de desafios e que exigem o engajamento em negociações discursivas para formular e testar hipóteses, trabalhar com dados, consultar e construir gráficos e tabelas que são práticas epistêmicas essenciais para construção de sentidos e significados nas atividades de ensino por investigação (DRIVER et al.,1999; LEMKE, 1998; MORTIMER, 1996).

Para a realização deste tipo de atividade os estudantes utilizam equipamentos e/ou ferramentas, que possuem códigos de operação e programação específicos que exigem o domínio prévio de conhecimentos técnicos. Um grande número de atividades deste tipo são guiadas por roteiros tradicionais contendo um longo receituário de códigos e informações técnicas (GASPAR, 2014; PENHA, 2015).

A hipótese inicial deste trabalho é que, mesmo em situação que exijam um conhecimento técnico especializado, é possível estabelecer condições mínimas que possibilitem uma autonomia aos estudantes em seus trabalhos de investigação. Nosso objetivo neste artigo é identificar algumas características e formas de abordagem que devem possuir sequências didáticas que utilizam materiais e ferramentas tecnológicas complexas durante uma atividade de investigação.

Os dados desta pesquisa são as transcrições das vídeo-gravações de um curso de extensão para professores da rede pública do Rio de Janeiro. De nossas análises emergiram categorias relacionadas aos procedimentos e estratégias que respondem nossa questão de pesquisa. Ao final é apresentado um resumo de nossas análises com a proposição de um “Design de atividades de investigação mediada por objetos e/ou ferramentas tecnológicas complexas”.

## **Como abordar as especificidades técnicas de materiais e ferramentas em uma perspectiva investigativa.**

Uma interpretação ingênua relacionada ao uso de abordagens ativas está relacionada ao significado dado para a atividade experimental e para o papel que o professor ocupa na sua realização. Em parte, algumas críticas direcionadas a abordagem investigativa estão alicerçadas em uma simplificação grosseira de que, através da manipulação direta dos objetos durante uma atividade experimental, os estudantes seriam capazes de “reconstruir” ou “remontar” a “descoberta” de uma teoria científica (GASPAR, 2014).

Ao sintetizar as principais características da abordagem construtivista do final do século passado, Mortimer (1996, p.21) destaca dois aspectos consensuais: o envolvimento ativo dos estudantes na construção do conhecimento e o papel de suas concepções prévias. Nesta perspectiva o conhecimento científico era considerado como uma construção humana, desenvolvida por uma comunidade científica para interpretar a natureza e portanto está permeado de entidades simbólicas que são utilizadas para sua representação (DRIVER et al.,1999).

Esta nova perspectiva muda significativamente tanto o papel desempenhado pelas atividades experimentais quanto a forma de ver a interação entre os sujeitos e os objetos e ferramentas de

uma pesquisa. O papel do professor não é mais simplesmente organizar os processos pelos quais os estudantes geram significados sobre o mundo natural, eles necessitam atuar como mediadores, ajudando os estudantes a se apropriarem deste novo conjunto simbólico.

Em seu artigo Lemke (1998) aborda características de uma perspectiva denominada semiótica social que é entendida como a forma que fazemos o significado dos recursos e sistemas de palavras, símbolos e ações ao nos apropriarmos destes signos. Esta perspectiva da aprendizagem científica foi desencadeada também por estudos etnográficos realizados por sociólogos das ciências. Em um destes trabalhos, Latour e Woolgar (1997) dão destaque aos “inscritores” que são os sofisticados equipamentos e montagens com combinações de aparelhos empregados nos registros que servirão para análise dos cientistas. Destacam que, após os cientistas terem acesso aos resultados finais, sua atenção passa a se concentrar nos esquemas e figuras, enquanto são esquecidos os procedimentos que foram necessários para obtenção destes dados. Este “esquecimento” é apresentado pelos autores como uma propriedade relacionada a utilização destes inscritores. Capecchi e Carvalho (2006) destacam que devemos estar preocupados em levar para a sala de aula atividades e procedimentos nos quais os estudantes possam utilizar estes escritores, com os quais possam coletar e analisar dados que seriam inacessíveis sem a mediação destes equipamentos.

## **Ensino de Robótica em uma perspectiva investigativa**

As atividades que envolvem planejamento, montagem e/ou produção de protótipos robóticos são ricas em possibilitar aos estudantes o trabalho com entidades simbólicas tecnocientíficas de nossa sociedade. Nelas os estudantes se envolvem em atividades que exigem conhecimentos técnicos, códigos de linguagem de programação, uso de ferramentas/aparelhos tecnológicos além do envolvimento em atividades dialógicas de negociação/argumentação com seus pares e seu professor.

Criar um ambiente deste tipo significa possibilitar aos estudantes ingressarem em uma comunidade cultural que reúne significados do campo científico, técnico e computacional. Isto implica na necessidade de compartilhar com eles alguns elementos simbólicos culturais específicos desta comunidade.

A Robótica Educativa tem sido utilizada, há várias décadas, como ferramenta de aprendizagem. Lopes (2010) define Robótica Educativa como um conjunto de recursos para o aprendizado tecnocientífico, que utiliza atividades como design, construção e programação. Já D'Abreu et al. (2012) destacam o processo interativo, conciliatório, entre o concreto e o abstrato em atividades que envolvem etapas de concepção, implementação, construção, automação e controle.

De modo geral, os estudantes são organizados em pequenos grupos que interagem com componentes, ferramentas e equipamentos tecnológicos. Esta forma de organização potencializa o surgimento tanto dos aspectos individuais quanto dos aspectos sociais da aprendizagem. No campo individual, o manuseio de objetos e ferramentas possibilita o desejável conflito cognitivo dos estudantes dando origem ao processo de “Equilibração Piagetiana” (Carvalho, 2013). No campo social, a conferência de significados permeada pelo uso das diferentes semióticas e interações dialógicas nas quais os indivíduos são introduzidos em uma cultura por seus membros mais experientes, pressupostos teóricos do sócio-interacionismo Vigotiskiano (DRIVER et al., 1999, Carvalho, 2013).

## Dados e Metodologia da pesquisa

Com delineamento de pesquisa qualitativa analisamos um curso de extensão realizado entre os meses de setembro a dezembro de 2017 com 20 participantes (16 professores e 4 professoras) oriundos das redes públicas do Rio de Janeiro. Este curso faz parte de um projeto de pesquisa desenvolvido no Laboratório Didático de Ensino de Física do Colégio de Aplicação da UFRJ (LaDEF) que congrega atividades de ensino, pesquisa e extensão e envolve a participação de estudantes do nível médio, graduandos do Instituto de Física e orientandos do Mestrado. Os dados desta pesquisa foram as transcrições das vídeo-gravações das atividades deste curso e os materiais teóricos apostilados distribuídos aos participantes. A metodologia utilizada para coleta de dados que envolveu filmagem, transcrição e seleção dos episódios seguiram as recomendações de Carvalho (2007). Inicialmente selecionamos de nossos dados os episódios de ensino que estavam relacionados aos momentos da aula no qual eram introduzidos e utilizados materiais e ferramentais tecnológicos. Estes episódios foram agrupados em momentos distintos: os relacionados a apresentação/introdução do equipamento; a sua descrição e as formas de utilização. Da análise dos episódios selecionados para cada um destes momentos procuramos identificar regularidades e/ou especificidades que se repetiam. Emergiram então de nossas análises categorias relacionadas ao modo como estes objetos e ferramentas tecnológicas são apresentados pelos professores e utilizados pelos estudantes durante a realização das atividades.

## Análise e resultados

Na apresentação deste recorte de pesquisa nossa opção será apresentar de imediato uma síntese das categorias que emergiram de nossas análises. Nossa intenção é possibilitar ao leitor uma visão global imediata destas categorias. As justificativas deste “design” serão ilustradas na secção seguinte com exemplos extraídos de nossos dados de pesquisa.

<b>Design de atividades de investigação mediada por objetos e/ou ferramentas tecnológicas complexas</b>	
1º)	• Planejamento prévio dos procedimentos e materiais das atividades
2º)	• Elaboração de contexto para utilização do equipamento/ferramenta
3º)	• Apresentação do equipamento/ferramenta: do seu layout, do seu objetivo e das estruturas básicas de seu funcionamento
4º)	• Apresentação das características fundamentais/ utilização/funcionamento
5º)	• Modos de proposição das atividades
	• Atividade Exemplo
	• Atividade Desafio
	• Projeto Desafio

Quadro 1: Síntese das categorias de análise que emergiram dos dados de pesquisa

## Elaboração de um Design para as atividades de investigação mediada por objetos e/ou ferramentas tecnológicas complexas

### 1. Planejamento prévio dos procedimentos e materiais da atividade

Esta etapa está alicerçada em dois aspectos: a) quem será o público-alvo da atividade e b) quais os conhecimentos prévios que possuem. Isto é fundamental para elaborar um planejamento prévio das atividades e dos materiais necessários.

3:48	<i>Professor: ...como é que você trabalha com o cara que de repente não tem [não entende] nada de circuito, nosso trabalho aqui não é com os estudantes do terceiro ano que já estudaram eletricidade, [...] então, qual é a base que eu vou dar para esse cara que nunca estudou eletricidade trabalhar, para ele não trabalhar com uma caixa preta sem saber exatamente o que ele está fazendo.</i>
------	---

O professor ministrante do curso de extensão apresenta a necessidade de elaborarmos estratégias que possam criar algum grau de autonomia para que os estudantes, mesmo sem grandes conhecimentos iniciais, possam ter uma participação ativa nas atividades de investigação. Um exemplo desta organização prévia foram as escolhas para abordagem das características dos circuitos elétricos:

35:10	<i>Professor: você faz o seguinte: Você tira tudo que tem na bandeja que você sabe o que é, diz o que você sabe e o que é, e deixa na bandeja aquilo que você não sabe o que é ou para que serve. E depois a gente faz uma rodada entre os grupos [...]</i>
-------	---

Este procedimento tem o objetivo de fazer da sala de aula um espaço de socialização do conhecimento prévio dos estudantes. O professor atua como representante experiente da cultura científico-tecnológica disponibilizando no plano social da sala estas novas ferramentas e símbolos culturais (DRIVER et al., 1999).

## 2. Elaboração de um contexto para utilização do equipamento / ferramenta

Ao justificar o uso de multímetros, o professor ministrante procura ao mesmo tempo, mostrar a necessidade de medir utilizando instrumentos tecnológicos e destacar que para isso não é necessário o conhecimento dos seus componentes internos.

3:21:15	<i>Professor: ... na mecânica você vê o carrinho se movendo, vai lá com a fita métrica e mede [...] o tempo você mede com cronômetro né [...]...ninguém pergunta por exemplo como é que o funciona um relógio por dentro, [...]... a gente aprende a medir hora porque alguém ensina pra gente</i>
---------	--

Deste modo o professor sintetiza um importante aspecto: Para efetuarmos medidas elétricas será necessário a utilização de “instrumentos complexos” cujos mecanismos de funcionamento interno não são previamente conhecidos, no entanto, não será necessário termos entendimento e domínio de todos os mecanismos internos destes instrumentos.

## 3. Apresentação do equipamento/ferramenta: do seu layout, do seu objetivo e das estruturas básicas de seu funcionamento

No final da Oficina I de Robótica os estudantes montaram diversos circuitos com LEDs ligados por botões. Já na Oficina II, terão que utilizar inicialmente a placa Arduino que é basicamente um microprocessador conectado a um computador e que será empregada para controlar e comandar a funções dos protótipos robóticos. Ao apresentar o equipamento para os estudantes, o professor procura destacar o principal objetivo de sua aplicação.

4:14	<i>Professor: esta placa só faz uma coisa: apertar botão. Em vez da gente apertar botão a gente manda ela [...]. Na verdade o que ela faz é Ligar, acionar, não acionar, fazer uma coisa acontecer[...]</i>
------	---

Em seguida faz uma apresentação mais formal, destacando alguns aspectos e características do objeto, utiliza uma linguagem mais sofisticada e aceita pela comunidade que trabalha e utiliza estes componentes.

8:40	<i>Professor: Essa é a placa Arduino [mostra a placa] ela é exatamente a interface do computador... com o nosso Hardware [...] O Arduino é uma plataforma eletrônica criada na Itália para ser utilizada como plataforma de prototipagem eletrônica. O projeto italiano foi iniciado em 2005 ele tinha[...]</i>
------	---

## 4. Apresentação das características fundamentais e formas de utilização e funcionamento.

Caberá ao professor a comunicação e iniciação dos estudantes dentro da cultura técnico-científica. É o professor quem faz as escolhas de como socializar aspectos técnicos e códigos para estes novos equipamentos e ferramentas.

12:30	<i>Professor: [Lendo da projeção] Ela é uma placa micro controladora, uma linguagem de programação [...] e suporte para entrada e saída de dados e sinais. Então aqui [aponta para uma parte da figura] está a entrada USB, [...] aqui a gente tem aqueles pinos de 5 volts de 3 volts, aqui tem os dois graus, aqui a gente tem os pinos analógicos, [...] aqui são os pinos digitais.</i>
-------	---

Na continuação o professor estabelece que a base de seu funcionamento será realizada por uma linguagem de programação e de como os estudantes serão responsáveis pelas escolhas das ações da placa.

14:52	<i>Professor: [...] O programador é com um professor [...]vai ter que explicar tudo que ele quer que faça: eu quero que você ligue o botão verde agora, aí ele liga, eu quero que você espere tanto tempo, [...] se tiver alguma coisa errada é porque você tá dizendo que tem que fazer errado.</i>
-------	--

Na etapa seguinte, o professor inicia a apresentação da sintaxe que será utilizada para programar a placa.

18:15	<i>Professor: Vamos pegar a primeira delas: função "setup" é esta aqui ó [aponta para a projeção]. Observa que depois da função setup ela abre uma chave aqui e ela fecha aqui. Tudo que você colocar aqui vai ficar dentro do setup. Esta função indica quais os pinos que utilizaremos em nossos projetos e se eles serão pinos de entrada ou de saída de dados.</i>
-------	--

Ainda com o objetivo de estabelecer algumas das principais características e formas de uso, o professor inicia uma construção partindo daquilo que os estudantes já conhecem e estabelece uma abordagem, na qual os estudantes possam adquirir uma crescente autonomia no manuseio destas ferramentas.

## 5. Modos de proposição das atividades que envolvam o uso de ferramentas e/ou materiais tecnológicos

Em nossas análises tanto dos materiais teóricos quanto das transcrições das atividades que foram realizadas nestas Oficinas, emergiram 3 subcategorias relacionadas a forma como são propostas atividades que envolvam a utilização de materiais e ferramentas tecnológicas. Devido ao limite da extensão deste artigo nos restringiremos a fazer uma descrição sucinta dos objetivos e finalidades de cada uma destas subcategorias procurando destacar suas principais propriedades.

Subcategorias	Descrição/Finalidade
<b>Atividade Exemplo</b>	Tipo de atividade que possibilita aos estudantes a aplicação imediata das propriedades de uma ferramenta ou equipamento tecnológico que foram previamente apresentadas pelo professor. Via de regra este é o primeiro tipo de atividade proposta que possibilita ao estudante a internalização destes novos símbolos, códigos e procedimentos que vão sendo negociados com outros estudantes e com o professor.
<b>Atividade Desafio</b>	Tipo de atividade consagrada na área de ensino de ciências na qual os estudantes são desafiados a encontrarem solução ou elaborarem um projeto/montagem de um dispositivo para o qual será necessário o uso de ferramentas tecnológicas complexas e/ou uso de códigos de linguagens específicas.
<b>Projeto Desafio</b>	Neste tipo de atividade, que também apresenta semelhanças com as Atividades Desafio, geralmente os estudantes possuem um maior grau de autonomia e liberdade para atuação nas diversas etapas de desenvolvimento de um projeto que é proposto e exige: a) o planejamento prévio das etapas; b) a construção das estruturas mecânicas de sustentação; c) a montagem dos circuitos eletromecânicos e eletrônicos; d) elaboração da programação computacional para gerenciar as ações dos diversos envolvidos.

Quadro 02: Modos de proposição de atividades que envolvam o uso de ferramentas e/ou materiais

tecnológicos

Assim estas diferentes formas de proposição de atividades vão sendo utilizadas como organizadoras da sequência didática, cumprindo a função de selecionar e ordenar o recorte das especificidades técnicas que serão abordadas, dos novos equipamentos que serão utilizados e dos comandos e linguagem que serão apresentados. Este tipo de ordenação possibilita a atuação ativa e uma crescente autonomia da atuação dos estudantes, que fazem uso dos conhecimentos prévios já internalizados como suporte para as necessárias negociações que resultarão na construção e conseqüente internalização de novos conceitos e significados.

Outra característica que emergiu dos dados em todas estas formas de proposição de atividade é o uso de uma abordagem dialógica, que solicita a participação dos estudantes nas decisões de como proceder para realização das atividades propostas.

Assim este sequenciamento de formas de proposição de atividade que vai, via de regra, em uma crescente no grau de complexidade e liberdade de atuação cumpre a dupla função de propiciar, por um lado a internalização dos códigos destas novas ferramentas tecnológicas que foram estabelecidas (DRIVER et al., 1999, Carvalho, 2013) e por outro lado de potencializar o surgimento do fenômeno da transparência das ferramentas proposto por Latour e Woolgar (1997).

## Considerações Finais

Neste trabalho, tivemos por objetivo identificar algumas características e estratégias de abordagem utilizadas quando desejamos inserir objetos/ferramentas tecnológicas que exigem dos nossos estudantes habilidades técnicas específicas para o seu manuseio.

As etapas descritas neste “Design” contendo sugestão de sequenciamento de atividades e procedimentos estão sendo utilizadas em nosso grupo de pesquisa como referencial para proposição de novas sequências didáticas que fazem uso de objetos e ferramentas tecnológicas complexas. Assim acreditamos que o resultado de nossas pesquisas possam também auxiliar aos professores e pesquisadores da área no trabalho de elaboração de novas atividades que abordam esta temática.

## Referências

CAPECCHI, M. C. V. M.; CARVALHO, A. M. P. Atividade de laboratório como instrumento para a abordagem de aspectos da cultura científica em sala de aula. *Proposições*, Campinas – SP., v.17, n.1, p. 137-153, 2006.

CARVALHO, A. M. P. Uma metodologia de pesquisa para estudar os processos de ensino e aprendizagem em salas de aula. In: SANTOS, F. M. T.; GREGA, I. M (org). *A Pesquisa em Ensino de Ciências no Brasil e suas Metodologias*. Ijuí: Ed. Unijuí, 2007. p.13-48.

CARVALHO, A. M. P. O ensino de ciências e a proposição de sequências de ensino investigativas. In: Carvalho, A. M. P.(ed) *Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula*. São Paulo: Cengage Learning, p.1-20, 2013.

D'ABREU, J. V. V.; RAMOS, J. J. G.; MIRISOLA, L. G. B.; BERNARDI, N. Robótica Educativa/Pedagógica na Era Digital. In: *II Congresso Internacional TIC e Educação*, 2012, Lisboa. Atas do II Congresso Internacional TIC e Educação. Lisboa: Instituto de Educação da Universidade de Lisboa, 2012. v. 01. p. 2449-2465.

DRIVER, R.; ASOKO, H.; LEACH, E.; MORTIMER, E.; SCOTT, P. Construindo conhecimento científico na sala de aula. *Química Nova na Escola*, São Paulo, s/v, n. 9, p. 31-40, 1999.

GASPAR, A. *Atividades Experimentais no Ensino de Física: uma nova visão baseado na teoria de Vygotsky*. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2014.

LATOUR, B.; WOOLGAR, S. *A Vida de Laboratório – A produção dos fatos científicos*, Relume-Dalmará, 1997.

LEMKE, J., *Multiplying meaning: visual and verbal semiotics in scientific text*. In: Martin, J. e Veal, R. (eds.), *Reading Science*. Londres, Routledge, 1998.

LOPES, D. Q. *Brincando com Robôs: desenhando problemas e inventando porquês*. Santa Cruz do Sul, RS, Edunisc, 2010, p.115.

MORTIMER, E. F. *Construtivismo, mudança conceitual e ensino de ciências: para onde vamos?* *Investigações em Ensino de Ciências*. v. 1, n.1, pp. 20-39, 1996.

PENHA, S. P.; CARVALHO, A. M. P. *Laboratório Didático Investigativo e os objetivos da enculturação científica: análise do processo*. *Revista de Educação, Ciências e Matemática*, v. 5, p. 6-23, 2015.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. *Almejando a alfabetização científica no ensino fundamental: a proposição e a procura de indicadores do processo*. *Investigações para o ensino de ciências*, v.13, n.3, pp.333-352, 2008.

SASSERON, L. H. *Alfabetização Científica, Ensino por Investigação e Argumentação: relações entre ciências da natureza e escola*. *Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências (Online)*, v. 17, p. 49-67, 2015.