

Vitruvian Cogitationes - RVC

A ROBÓTICA EDUCACIONAL EM AULAS DE FÍSICA DO ENSINO MÉDIO COMO UM RECURSO PARA MELHORAR O PENSAMENTO CRÍTICO DOS ALUNOS

*ROBÓTICA EDUCATIVA EN LAS CLASES DE FÍSICA DE SECUNDARIA COMO
RECURSO PARA MEJORAR EL PENSAMIENTO CRÍTICO DE LOS ESTUDIANTES*

*EDUCATIONAL ROBOTICS IN HIGH SCHOOL PHYSICS CLASSES AS A RESOURCE TO
IMPROVE CRITICAL THINKING OF STUDENTS*

Geislana Padeti Ferreira Duminelli

Universidade Estadual de Maringá, gpadeti@gmail.com

Linyer Beatrys Ruiz Aylon

Universidade Estadual de Maringá, lbruiz@uem.br

Luciano Carvalhais Gomes

Universidade Estadual de Maringá, lcgomes2@uem.br

Resumo: O texto constitui-se de uma atividade elaborada e aplicada com o auxílio da Robótica Educacional, um recurso que pode ser utilizado na prática pedagógica dos educadores que trabalham com a Física. Para o desenvolvimento deste estudo, fundamentou-se em trabalhos que tratam da aprendizagem a partir da construção de robôs. Esta, por sua vez, verificou se as atividades desenvolvidas colaboraram para o promover do pensamento crítico. O público alvo foram 20 alunos do Ensino Médio de uma escola pública estadual de Campo Mourão. O objetivo foi construir e programar utilizando o Arduino, um circuito com sensor ultrassônico para compreender como um carro-robô funcionaria, um importante processo para o ensino e aprendizagem dos alunos. Os resultados mostram que houve uma melhora no pensamento crítico dos discentes envolvidos.

Palavras-chave: Robótica. Pensamento Crítico. Carro-robô.

Resumen: El texto consiste en una actividad elaborada y aplicada con la ayuda de la Robótica Educativa, un recurso que puede ser utilizado en la práctica pedagógica de los educadores que trabajan con la física. Para el desarrollo de este estudio, se basó en trabajos que tratan sobre el aprendizaje de la construcción de robots. Esto, a su vez, verificó si las actividades desarrolladas contribuían a la promoción del pensamiento crítico. El público objetivo fueron 20 estudiantes de secundaria de una escuela pública estatal en Campo Mourão. El objetivo era construir y programar utilizando Arduino, un circuito con sensor ultrasónico para entender cómo funcionaría un coche robot, un proceso importante para enseñar y aprender a los estudiantes. Los resultados muestran que hubo una mejora en el pensamiento crítico de los estudiantes involucrados.

Palabras clave: Robótica. Pensamiento crítico. Coche robot.

Abstract: The text consists of an activity developed and applied with the help of Educational Robotics, a resource that can be used in the pedagogical practice of educators working with Physics. For the development of this study, it was based on works that deal with learning from the construction of robots. The latter, in turn, verified whether the activities developed collaborated to promote critical thinking. The target audience was 20 high school students from a public state school in Campo Mourão. The objective was to build and program using the Arduino, an ultrasonic sensor circuit to understand how a robot car would work, an important process for teaching and learning students. The results show that there was an improvement in the critical thinking of the students involved.

Key words: Robotics. Critical Thinking. Robot Car.

1 INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, passamos a vivenciar grandes e importantes avanços tecnológicos, que nos possibilitaram, por exemplo, carregar computadores cada vez menores, mais leves e potentes em nossos bolsos, que antes chegavam a ocupar até mesmo o espaço de uma sala. Esse intenso desenvolvimento tecnológico acabou impactando diretamente a sociedade, atingindo e influenciando também o ambiente escolar.

Nesse contexto, a Robótica Educacional tem se apresentado como uma possibilidade de recurso tecnológico-pedagógico a ser desenvolvido nas escolas. Ela tem despertado interesse da comunidade escolar por contribuir, entre outros fatores, com a melhora no desenvolvimento do raciocínio lógico, das relações interpessoais e intrapessoais, da criatividade e do pensamento crítico dos alunos, além de fomentar a alfabetização tecnológica.

Desta forma, neste processo de ensino e aprendizagem, o papel principal do professor, é ser um mediador do conhecimento, colaborar para que o aluno atinja seu maior potencial, adornando método e metodologia na procura de um ensino com maior interatividade e eficiência. Assim, um desses recursos tecnológicos determinado para essa atividade é o uso da robótica em sala de aula. Nesse espaço, o professor necessita identificar modos de estimular a aprendizagem dos alunos, agregar com a experiência de aprender, e, sobretudo, sendo um instrutor capaz de facilitar a obtenção, por parte dos alunos, dos instrumentos cognitivos dos quais estes carecerão para idealizarem futuros mecanismos inteligentes que contribuam para as tarefas da sociedade contemporânea.

Delizoicov (2009), traz uma reflexão sobre a importância de o professor ter competência para enfrentar os desafios do ensino, menciona que faz parte da natureza da atividade docente que se proceda à mediação reflexiva e crítica entre as transformações sociais concretas e a formação humana dos alunos, questionando em todo o tempo o jeito de se pensar, sentir, agir e de produzir e distribuir conhecimentos.

Nessa perspectiva, buscar novas orientações metodológicas para o ensino de Física contribuem para aprimorar as afinidades entre o saber científico, os educandos e os educadores. Contribuindo para a promoção de debates e provocar curiosidades que levam a participação e interação entre os participantes.

Neste artigo, analisamos qual foi a contribuição que algumas atividades elaboradas e aplicadas por meio da Robótica Educacional tiveram para a promoção do pensamento crítico

dos alunos envolvidos. O público alvo foi 20 alunos do Ensino Médio de uma escola pública estadual de Campo Mourão.

Por promoção do pensamento crítico, entendemos como sendo o desenvolvimento das capacidades de argumentação, raciocínio lógico, compreensão de conceitos Físicos e resoluções de problemas (ENNIS, 1985, 1987). Para averiguar a sua evolução, utilizamos o Teste de Pensamento Crítico de Cornell (Nível X), aplicado ao grupo em dois períodos diferentes, pré-teste (antes da atividade) e pós-teste (após a atividade). O teste fundamenta-se na concepção de pensamento crítico definida por Ennis (1985) e pode ser aplicado desde as séries finais do Ensino Fundamental I até o Ensino Superior.

2 DESENVOLVIMENTO

A proposta de estudo traz uma atividade que direciona para aspectos fundamentais dos conceitos relacionados à Física, em especial, à Robótica. As atividades foram divididas em seis temas e realizadas, no contraturno, em dez encontros, a cada duas semanas, sendo três aulas de cinquenta minutos a cada encontro. O nível de complexidade dos temas foi aumentando aos poucos. A seguir, apresentamos um resumo dos objetivos e do que foi feito na primeira e na última temática abordada.

2.1 TEMA 1: MONTANDO UM CIRCUITO ELÉTRICO

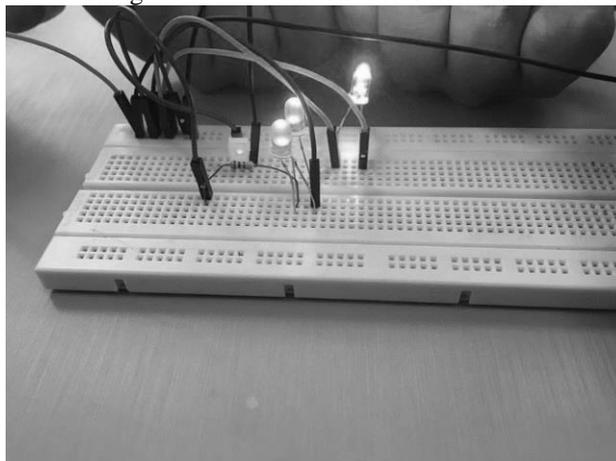
A principal intenção das atividades executadas nesse tema era trabalhar com os conceitos básicos de um circuito elétrico, tais como: diferença de potencial; corrente elétrica; resistência elétrica e as Leis de Ohm, além de mostrar que a inserção de um LED (*Light Emitting Diode*) em um circuito elétrico está condicionada a compreensão a respeito da limitação de tensão e do sentido da corrente. Buscou-se desenvolver capacidades de pensamento crítico como: estimular o raciocínio lógico, instigar a resolução de situações problemas, aguçar a argumentação, observar e refletir aos desafios propostos e trabalhar em equipe.

Figura 1 – Montagem de um circuito elétrico com um LED



Fonte: Autoria própria (2019).

Figura 2 – Montagem de um circuito elétrico com dois ou mais LEDs



Fonte: Autoria própria (2019).

Fundamentando-se na taxonomia de Ennis, foram identificadas as capacidades de pensamento crítico que se desejavam desenvolver ao trabalhar com os alunos por meio das atividades que foram realizadas durante a oficina. Assim, foram elaboradas as atividades experimentais, inserindo itens que obrigavam os alunos a manifestar e a utilizar capacidades de pensamento crítico.

Quadro 1 – A relação entre as capacidades de pensamento crítico e os itens compreendidos nas linhas orientadoras da atividade experimental 1 – montando um circuito elétrico

Tabela de Ennis	Itens da atividade experimental
<p>Clarificação elementar</p> <p>1. Focar uma questão</p> <p>b) Identificar ou formular critérios para ajuizar possíveis respostas.</p>	<p>O que é um circuito elétrico?</p> <p>Do que se precisa para se constituir um circuito elétrico?</p>
<p>3. Fazer e responder questões de clarificação e/ou desafio como por exemplo:</p> <p>b) Qual é a sua questão principal?</p>	<p>Existem componentes básicos para compor um circuito...</p>
<p>Inferência</p> <p>6. Deduzir e avaliar deduções</p> <p>b) Lógica condicional.</p>	<p>Quanto mais LEDs inseridos no circuito, o que acontece com a tensão?</p>
<p>7. Induzir e avaliar induções</p> <p>b) Inferir conclusões e hipóteses explicativas.</p> <p>1) Tipos de explicações e hipóteses explicativas:</p> <p>iii. Interpretações dos significados pretendidos.</p>	<p>Os alunos refletiram sobre o brilho dos LEDs, o aumento da tensão, a construção de circuitos em série, paralelo e misto</p>

Fonte: Autoria própria (2020).

As equipes conheceram os materiais que compuseram essa atividade inicial da oficina, os conceitos Físicos de diferença de potencial, intensidade da corrente elétrica, tensão, tipos de circuitos e Leis de Ohm. Em decorrência das respostas e argumentações, foram apontados subsídios para que os alunos descrevessem suas ações na montagem do circuito proposto, o porquê que tiveram que observar a tensão da fonte de energia e do LED, assim como, a resistência do resistor ôhmico adequado. Contribuindo para se estabelecer as fundamentações para o ensino e aprendizagem dos conteúdos conceituais. Foi possível observar que as equipes, realizaram induções ao refletirem na montagem do experimento, por meio de uma sequência de operações cognitivas, compreendendo as leis e os conceitos gerais. Realizaram deduções ao inferir a lógica do raciocínio ao criarem uma ordem na montagem do circuito, manifestando as conclusões para a elaboração da atividade. Fizeram observações procedimentais investigativas, o que consistiu no processo de testes para o funcionamento do LED, tornando-se uma atividade experimental com credibilidade, ou seja, confiável ao se atingir o desafio proposto para as equipes. Desta forma, as assunções formuladas, foram aceitas e deram origem a várias inferências necessárias para a montagem do circuito, completando a atividade ao ver o LED ascender no circuito construído pela equipe.

2. 2 TEMA 6: MONTANDO UM CARRO-ROBÔ

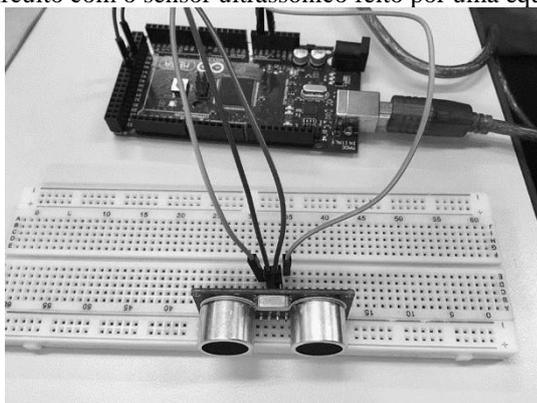
Neste tema, considerando que, no decorrer das outras atividades, os alunos já tinham aprofundado os seus conhecimentos na plataforma Arduino, bem como com a sua interface de desenvolvimento (IDE) e com os variados tipos de sensores e outros dispositivos eletrônicos, foi proposto que eles construíssem um carro-robô que conseguisse desviar dos obstáculos sozinho.

Para introduzir esse desafio, foi apresentado um carro-robô que, automaticamente, dava ré e mudava de direção quando encontrava algum objeto na sua frente. Em seguida, os alunos tiveram que debater e responder a seguinte pergunta: Como vocês acham que o carrinho que desvia de obstáculos funciona?

Após um tempo de discussão entre eles, e o surgimento de algumas dúvidas, foi reproduzido um vídeo esclarecendo qual era princípio de funcionamento do carrinho. Ou seja, ele tinha um sensor ultrassônico que, por meio de uma prévia programação, calculava a distância dos objetos que estavam à sua frente e se desviava daqueles que estavam abaixo de um limite determinado.

A partir dessa problematização inicial, foi sugerida a montagem de um circuito apenas com o sensor ultrassônico (Figura 3) para compreensão dos cálculos realizados na programação. Para a construção dessa atividade, foi preciso que cada uma das cinco equipes tivesse um Arduino, uma protoboard, um sensor ultrassônico e cabos.

Figura 3 - Circuito com o sensor ultrassônico feito por uma equipe de alunos



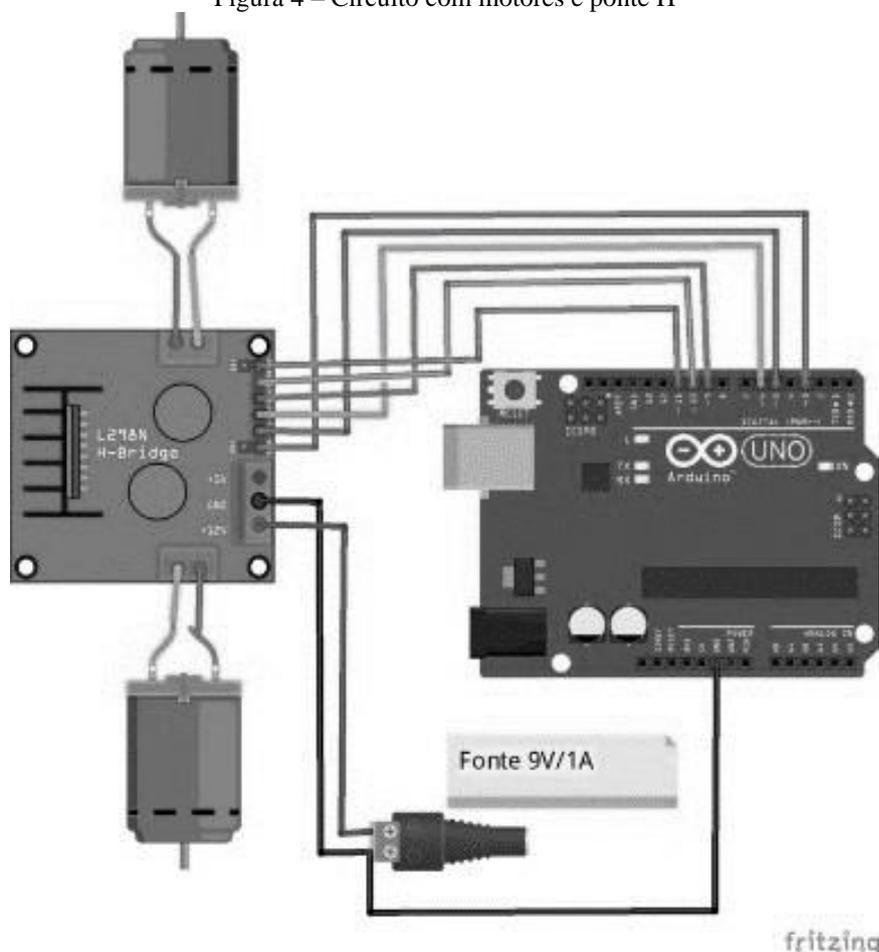
Fonte: Autoria própria (2019).

Para a construção do carrinho, foi preciso utilizar mais alguns componentes eletrônicos, como uma Ponte H e dois motores do tipo CC (corrente contínua), além do assoalho do carrinho que foi feito de madeira.

Nesse momento, para os estudantes entenderem qual é a necessidade da utilização da Ponte H no circuito, foi proposto o seguinte questionamento: Vocês compreendem o que está acontecendo com relação ao sentido do movimento? Foi possível perceber que eles tiveram um pouco de dificuldade para responder, mas foram argumentando e conseguiram explicar que, o que faz a roda girar ora para um lado ora para o outro, é a direção da corrente que está passando pelo motor. No entanto, quando o carrinho estiver em movimento e for necessário dar ré, por exemplo, não será viável ficar trocando os fios manualmente. Logo, para a resolução desse problema, temos a Ponte H para fazer a alteração do giro das rodas do carrinho e de sua velocidade.

A partir dessa explicação, os estudantes realizaram a montagem do circuito indicado na Figura 4, já iniciando a construção do carrinho. Houve bastante euforia entre eles para encontrarem a disposição correta do circuito.

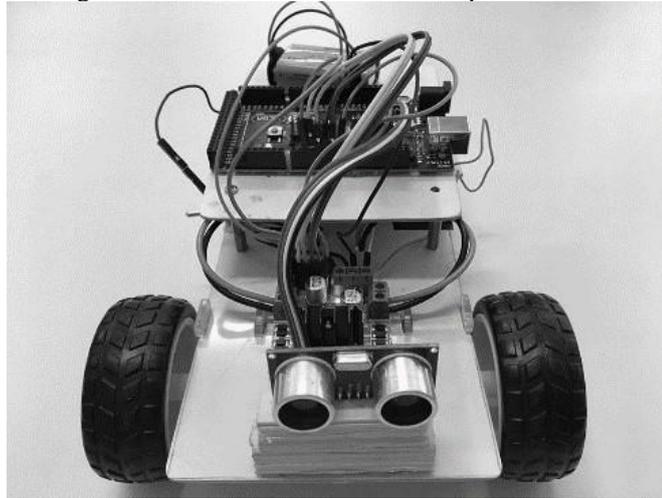
Figura 4 – Circuito com motores e ponte H



Fonte: <http://blog.baudaeletronica.com.br>.

Após um tempo, o primeiro dos cinco carrinhos começou a ganhar forma e a se mover conforme a programação estabelecida (Figura 5). O que diferenciava o carrinho de uma equipe para a outra, com relação ao código, era que quando ele detectava um obstáculo poderia dar ré ou virar para direita ou esquerda.

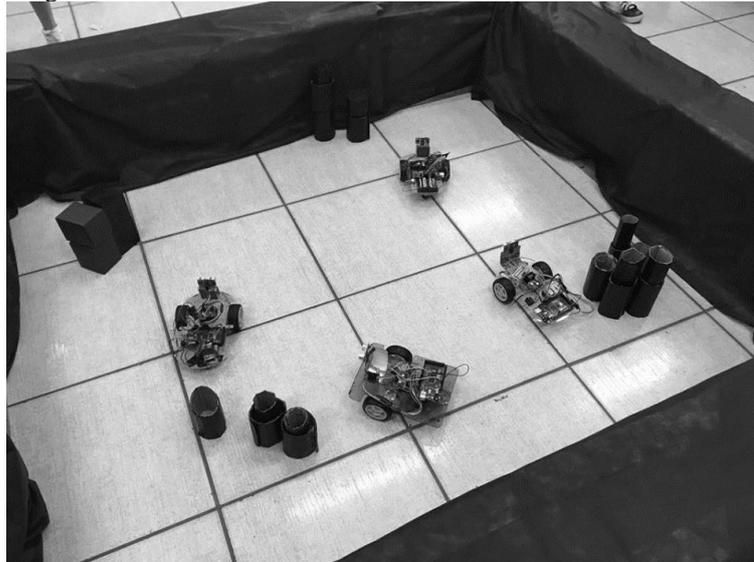
Figura 5 – Primeiro carrinho montado pelos estudantes



Fonte: Aatoria própria (2019).

Os alunos se empenharam muito em todas as etapas da construção do carrinho, tais como: estudo dos componentes; programação e montagem das rodas com os motores. Além disso, surgiram muitas ideias para a exposição dos carros-robôs, a vencedora foi a confecção de uma arena em um evento cultural da escola, na qual eles puderam compartilhar com todo o público que por lá passou o que eles aprenderam com essa atividade.

Figura 6 – Arena com os carrinhos em um evento cultural da escola



Fonte: Aatoria própria (2019).

Buscando desenvolver capacidades de pensamento crítico como: estimular o raciocínio lógico, instigar a resolução de situações problemas, acentuar a argumentação, observar e refletir e trabalhar em equipe, esta atividade constituiu na construção de um carrinho, desde a parte física composta por todos os componentes necessários para a elaboração do protótipo até a adição da programação no IDE do Arduino com ênfase na inserção do sensor ultrassônico para a montagem do circuito, afim de compreender como esse carro-robô realizaria seus movimentos e desviaria de obstáculos encontrados durante o percurso.

Quadro 6 – A relação entre as capacidades de pensamento crítico e os itens compreendidos nas linhas orientadoras da atividade experimental 6 – aprendendo sobre o sensor ultrassônico

Tabela de Ennis	Itens da atividade experimental
<p>Clarificação elementar</p> <p>1. Focar uma questão</p> <p>b) Identificar ou formular critérios para ajuizar possíveis respostas.</p>	<p>Como vocês acham que o carrinho que desvia de obstáculos funciona?</p>
<p>3. Fazer e responder questões de clarificação e/ou desafio como por exemplo:</p> <p>a) Porquê?</p>	<p>Por que usar o sensor ultrassônico?</p>
<p>Inferência</p> <p>6. Deduzir e avaliar deduções</p> <p>b) Lógica condicional.</p> <p>c) Interpretação de enunciados.</p>	<p>O carrinho possui um sensor ultrassônico, o qual faz o cálculo da distância dos objetos que estão à sua frente e, a partir da programação, definimos o que o carro-robô deve fazer quando detectar um obstáculo, como por exemplo, dar ré e mudar sua rota.</p>
<p>7. Induzir e avaliar induções</p> <p>b) Inferir conclusões e hipóteses explicativas.</p> <p>1) Tipos de explicações e hipóteses explicativas:</p> <p>iii. Interpretações dos significados pretendidos.</p> <p>2) Investigar.</p> <p>i. Delinear investigações, incluindo o planejamento de variáveis controláveis.</p> <p>3) Critérios: a partir de assumpções dadas como aceitáveis.</p> <p>ii. A conclusão proposta é consistente com os fatos que se conhecem (essencial).</p>	<p>Inicialmente realizar a montagem do circuito apenas com o sensor ultrassônico para compreensão dos cálculos realizados na programação.</p> <p>Será feito o desenvolvimento da programação com a biblioteca, explicando a chamada de cada função necessária. Os estudantes conhecerão a função da biblioteca de um sensor para a programação, reduzindo muitas linhas de código e simplificando o processo de execução do circuito. Essa etapa exige mais dos educandos em refletir e analisar sobre as constantes declaradas e as funções que deverão exercer.</p>
<p>8. Fazer juízos de valor.</p> <p>a) Fatos antecedentes.</p> <p>c) A aplicação imediata (prima facie) de princípios aceitáveis.</p>	<p>Para a construção do carrinho será preciso utilizar vários componentes eletrônicos, um Arduino, uma protoboard, um sensor ultrassônico, resistor, jumpers, Ponte H, pares de rodas e motores CC (corrente contínua), além do assoalho do carro-robô feito de madeira ou acrílico.</p>

Fonte: Autoria própria (2020).

Esta atividade proporcionou aos alunos um grande aprendizado, uma vez que, foi possível observar que as equipes se empenharam muito para a elaboração do carrinho, desde o estudo dos componentes eletrônicos, da programação até a montagem das rodas com os motores. Houveram ocasiões de muita reflexão durante a montagem do circuito, estimulando o raciocínio lógico, uma vez que, tinham que utilizar ferramentas para parafusar no assoalho o

Arduino, os componentes eletrônicos e conectar os motores com a Ponte H. Nesta etapa, percebeu-se que os alunos desenvolveram capacidades de pensamento crítico, quando realizaram deduções e induções para estabelecerem o sentido da corrente para se definir o sentido do giro das rodas ao integrarem a lógica de programação, afim de interagir com os demais componentes eletrônicos na construção do carrinho. Do mesmo modo, as assunções estabelecidas, foram aceitas, porquanto as equipes argumentaram aos questionamentos, desenvolveram com excelência o desafio da atividade, e finalmente, puderam vislumbrar o carro-robô elaborado e com movimentos definidos por eles durante o processo de ensino e aprendizagem do experimento, constituindo com credibilidade os conteúdos procedimentais, conceituais e atitudinais.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

As atividades foram divididas em seis oficinas e realizadas em dez encontros, de 12 de abril de 2019 a 09 de julho de 2019, a cada duas semanas, sendo três aulas de cinquenta minutos, cada encontro. Em cada atividade, para orientar as nossas ações didáticas, nos apoiamos na tipologia *FA²IA*. De acordo com Vieira e Tenreiro-Vieira (2005, p. 117, grifo dos autores):

[...] a designação **FA²IA** resulta de se considerar que, por norma, no questionamento do educador, quer sobre um assunto, quer no contexto de uma discussão/debate, nomeadamente de sala de aula, quer numa exposição oral, quer após uma leitura, por norma:

- 1) se começa por **F**ocar a questão/assunto/problema;
- 2) seguindo-se a análise de **A**rgumentos e a
- 3) identificação de **A**ssunções; e terminando-se com as
- 4) **I**nferências e a **A**valiação de todo o processo e resposta ou solução à questão/assunto/problema.

Para cada um dos passos dessa tipologia, Vieira e Tenreiro-Vieira (2005) sugerem algumas questões que podem ser utilizadas pelo professor para potencializar a mobilização e promoção das capacidades do pensamento crítico dos alunos, que constam na taxonomia de Ennis. Desse modo, ao longo das atividades que desenvolvemos nas oficinas, também nos apoiamos nessa referência para nortear a nossa discussão/debate com os alunos.

Os sujeitos que aceitaram o convite da pesquisadora para participarem das oficinas de robótica, no contraturno, foram 20 alunos do Ensino Médio, regularmente matriculados em um Colégio Estadual da cidade de Campo Mourão – Paraná, pertencentes a turmas e anos distintos. Do total da amostra, 08 eram do sexo masculino e 12 do sexo feminino. A idade variou entre os 14 e os 17 anos, sendo a média de 15,5 anos.

A investigação na área do pensamento crítico não se tem centrado unicamente na reflexão sobre a natureza do conceito e os aspectos relacionados com o seu ensino para realizar o seu desenvolvimento, muitos trabalhos têm sido dedicados à sua avaliação. Assim, naturalmente, surgem questões como: “Quais instrumentos podem ser empregados para obter informações sobre o pensamento crítico dos estudantes?”. “Quais as vantagens e desvantagens que o uso de um específico instrumento ocasiona?”.

A literatura na área apresenta vários instrumentos com diferentes técnicas para avaliar o pensamento crítico dos alunos (NORRIS; ENNIS, 1989). Dentre os testes padronizados disponíveis comercialmente, temos: *Cornell Critical Thinking Test*; *Ross Test of Higher Cognitive Processes*; *Watson-Glaser Critical Thinking Appraisal*; *New Jersey Test of Reasoning Skills*; *Judgment: Deductive Logic and Assumption Recognition* e o *Test of Enquiry Skills*.

De acordo com Tenreiro-Vieira e Vieira (2000), todos esses testes consistem na apresentação de inúmeras situações em que o aluno deve indicar, dentre as várias possibilidades de escolha, a solução que é mais adequada. Cada situação permite aferir algum indicador distinto do pensamento crítico, tais como: capacidade de trabalhar com inferência; capacidade de distinguir assunções não enunciadas contidas numa afirmação; capacidade de analisar a credibilidade de fontes e a confiabilidade de informações, entre outros.

Para a nossa pesquisa, utilizamos o Teste de Pensamento Crítico de Cornell (Nível X), este teste tem como objetivo medir as capacidades de pensamento crítico dos alunos por meio de 76 (setenta e seis) questões de escolha múltipla. Este, por sua vez, foi aplicado em equipe, devido a proposta das atividades posteriores, as quais, todas foram manuseadas em equipe, neste caso, a mesma equipe em todos os encontros. Ele foi aplicado antes e após a realização de todas as atividades e apresentou os resultados que constam na Tabela 1.

Tabela 1 – Resultados do teste do pensamento crítico de Cornell (Nível X)

	Teste de Pensamento Crítico	Pré-teste	Pós-teste
Equipe 1	Corretas	59,21%	63,16%
	Incorretas	39,47%	36,84%
	Branco	1,32%	-
Equipe 2	Corretas	44,74%	69,74%
	Incorretas	55,26%	30,26%
	Branco	-	-
Equipe 3	Corretas	23,68%	42,11%
	Incorretas	17,11%	56,58%
	Branco	59,21%	1,31%
Equipe 4	Corretas	42,11%	44,74%
	Incorretas	57,89%	55,26%
	Branco	-	-
Equipe 5	Corretas	55,26%	1,32%
	Incorretas	44,74%	-
	Branco	-	98,68%

Fonte: Autoria própria (2019).

É possível observar que em relação ao pré-teste e pós-teste, houve um aumento considerável nas questões assertivas, uma diminuição no número de questões incorretas e houve redução ou mesmo extinguiu-se as questões em branco, pois os alunos deixaram de responder por motivos de dúvidas. Com uma ressalva aqui, a equipe 5, não demonstrou interesse na realização da atividade promovida no momento da realização da oficina de robótica, respondendo corretamente apenas uma questão, mas deixando em branco as outras 75 (setenta e cinco) remanescentes. O que não permitiu que fosse feito a ponderação desse teste para essa equipe em especial, de maneira mais eficiente, mesmo após aplicar todas as atividades de robótica e as elaboradas especificamente para observar o promover do pensamento crítico.

Na Tabela 2, temos as porcentagens de acerto de cada equipe para os cinco aspectos do pensamento crítico avaliados no pré-teste.

Tabela 2 – Teste de pensamento crítico de cornell (nível x) (pré-teste)

Aspectos de pensamento crítico (pré-teste)						
% de acertos		Indução	Dedução	Observação	Credibilidade	Assunções
	Equipe 1	64	46	71	71	40
	Equipe 2	64	21	46	46	0
	Equipe 3	44	0	17	17	0
	Equipe 4	76	25	29	29	30
	Equipe 5	56	46	62	62	40

Fonte: Autoria própria (2019).

Na Tabela 3, temos as porcentagens de acerto de cada equipe para os cinco aspectos do pensamento crítico avaliados no pós-teste.

Tabela 3 – Teste de pensamento crítico de cornell (nível x) (pós-teste)

Aspectos de pensamento crítico (pós-teste)						
% de acertos		Indução	Dedução	Observação	Credibilidade	Assunções
	Equipe 1	52	71	58	58	60
	Equipe 2	76	67	63	63	50
	Equipe 3	44	37	46	46	60
	Equipe 4	44	54	29	29	60
	Equipe 5	0	0	0	0	0

Fonte: Autoria própria (2019).

É possível observar que, em geral, houve um aumento considerável nas porcentagens de acertos dos cinco aspectos do pensamento crítico avaliados, com exceção da equipe 5, que não demonstrou interesse em participar do pós-teste, respondendo corretamente apenas uma questão do pós-teste, mas deixando em branco as outras setenta e cinco remanescentes. Devido a esse fato, tivemos que desprezar os dados dessa equipe em nossas análises.

Dessa forma, os resultados mostram que as atividades realizadas auxiliaram nos quesitos de argumentação, interpretação e raciocínio lógico, aprimoraram suas reflexões e também contribuíram no desenvolvimento dos seguintes indicadores, enunciados por Ennis, Millman e Tomko (1985): indução, dedução, observação, credibilidade e assunções.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Um dos fatores que desmotivam nossos estudantes no processo de aprendizagem, principalmente nas ciências, são os métodos que valorizam a memorização e não a argumentação. Assim, se faz necessário e urgente repensar as atuais práticas pedagógicas, sendo a inserção da robótica no meio educacional uma alternativa que tem tido bons resultados, como, por exemplo, o seu potencial motivador para a aprendizagem dos fenômenos científicos.

A nossa pesquisa mostrou que, além disso, ela é muito eficaz para o desenvolvimento da capacidade de trabalhar adequadamente em equipe, de pensar logicamente e de argumentar. Ou seja, a robótica educacional também melhora o pensamento crítico dos alunos envolvidos.

Para essa proposta, a característica principal do professor, foi mediar o conhecimento, aproveitando de todos os benefícios educacionais que os recursos tecnológicos puderam proporcionar, com o intuito de colaborar para que o aluno pudesse desenvolver capacidades de argumentação, raciocínio lógico, reflexão, compreensão de conceitos matemáticos e físicos, resoluções de problemas no ambiente de sala de aula e trabalhar em equipe, levando em consideração os conhecimentos precedentes e as interações sociais, utilizando uma abordagem de ensino mais interativa com o intuito de melhorar o desenvolvimento do pensamento crítico do aluno.

Para isto, ao desenvolver circuitos, robôs, com diversos componentes específicos da eletrônica, programação com recursos de softwares, percebeu-se que houve uma ampliação do conhecimento do estudante, além, de lhes proporcionar momentos de contato entre o mundo da robótica no âmbito escolar com o estudo da disciplina de Física. Foi crível observar o avanço cognitivo dos educandos ao se depararem com circunstâncias que careceram de certas capacidades para realizarem as atividades realizadas. E com isso, não somente os alunos receberam em aprendizado, mas também pude, do mesmo modo expandir pessoal e profissionalmente. Trabalhar com a robótica foi desafiador, tão presente em nossa vida corriqueira. Igualmente, foi possível revisar a prática pedagógica, a partir da compreensão da importância do processo da proposta investigativa, e não unicamente do resultado da mesma. Além do mais, o experimento trouxe à tona a relevância da contextualização do estudo proposto, e este, por sua vez, contribuiu para a mudança do olhar para com o sujeito da aprendizagem.

Diante disso, o trabalho desenvolvido contribuiu para a apropriação dos conceitos da Física envolvida, para o desenvolvimento das capacidades de pensamento crítico demonstrando que estes, associado à robótica podem favorecer a aprendizagem dos mesmos, por meio de um recurso tecnológico tão instigante, mas não tão presente no contexto da escola pública.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, F. J. Computar, educar e os princípios do sistema LOGO. *In*: ALMEIDA, Fernando José de. et al. **Educação e Informática**: os computadores na escola. São Paulo: Cortez, 2005. p.70-p.112.

BOSZKO, C.; DA COSTA GÜLLICH, R. Estratégias de ensino de ciências e a promoção do pensamento crítico em contexto brasileiro. **Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Matemática**, Passo Fundo, v. 2, n. 1, p. 53-71, 16 ago. 2019.

BRANDÃO, C. R. (Org.). **Pesquisa participante**. 8. ed. São Paulo: Brasiliense, 1990.

BRASIL. Base Nacional Comum Curricular. Ministério Público. Portaria MEC nº 790, de 27 de julho de 2016.

DELIZOICOV. J. A.; ANGOTTI, J.A.; PERNAMBUCO, M.M. **Ensino de Ciências**: fundamentos e métodos. São Paulo: Cortez, 2009.

ENNIS, R. H. *Goals for a critical thinking curriculum*. In: A. L. Costa (ed.), *developing minds: A resource book for teaching thinking*. Washington, DC: Association for Supervision and Curriculum Development, 1985.

KUHN, Thomas. S. **A estrutura das revoluções científicas**. São Paulo: Perspectiva, 1991.

PARANÁ. **Diretrizes Curriculares de Física para o Ensino Médio**. Curitiba: SEED, julho de 2006.

TENREIRO-VEIRA, C. **O pensamento crítico na educação científica**: proposta de uma metodologia para a elaboração de atividades curriculares. Tese de mestrado. Lisboa: Universidade de Lisboa, 1994.

VYGOTSKY, L.S. **Formação social da mente**. São Paulo: Martins Fonte, 1984.

<p>Submetido em: 05/11/2022 Aprovado em: 05/12/2022</p>
