

## Robótica educacional: um recurso para a exploração de conceitos relacionados à transferência de calor

*Maurício Veiga da Silva*<sup>1</sup>

*Sônia Elisa Marchi Gonzatti*<sup>2</sup>

*Wolmir José Böckel*<sup>3</sup>

**Resumo:** Este trabalho aborda a exploração de conceitos relacionados à transferência de calor por meio do *kit* de robótica LEGO MINDSTORMS® NXT. O trabalho é parte de uma pesquisa de Mestrado Profissional em Ensino de Ciências Exatas. O estudo foi realizado em uma escola da rede privada no município de Vilhena, Rondônia, tendo como participantes vinte e dois estudantes do 2º ano do Ensino Médio. O objetivo desta pesquisa foi investigar como o uso de atividades de robótica no ensino médio pode contribuir na exploração de conceitos relacionados à transferência de calor. A pesquisa desenvolvida foi de natureza qualitativa abordando um estudo de caso. Para análise e coleta dos dados, foram feitas observações, aplicação de um questionário prévio e desenvolvimento de atividades pedagógicas com o uso do *kit* de robótica LEGO MINDSTORMS® NXT e do *software* LEGO MINDSTORMS® NXT. Os resultados da pesquisa indicaram que as atividades pedagógicas desenvolvidas com os alunos mostraram ser potencialmente relevantes, pois contribuíram para a exploração de conceitos físicos relacionados à transferência de calor e proporcionaram aos estudantes uma nova forma de analisar, abordar e compreender conteúdos teóricos no cotidiano.

**Palavras-chave:** Tecnologia educacional. Lego Mindstorms. Robótica no ensino. Transferência de calor.

**Abstract:** This work addresses the exploration of concepts related to heat transfer using the LEGO MINDSTORMS® NXT robotic kit. The work is part of a Master's Degree in Exact Sciences Teaching research. The study was carried out in a private school in the municipality of Vilhena, Rondônia, having, as participants, twenty-two students of the second year of high school. The objective of this research was to investigate how the use of robotics activities in high school can contribute to the exploration of concepts related to heat transfer. The research developed was qualitative in nature, addressing a case study. For the analysis and data collection, observations, application of a previous questionnaire and development of pedagogical activities were made using the LEGO MINDSTORMS® NXT robotic kit and the LEGO MINDSTORMS® NXT software. The results of the research indicated that the pedagogical activities developed with the students showed to be potentially relevant, since they contributed to the exploration of physical concepts related to heat transfer and provided the students with a new way of analyzing, approaching and understanding theoretical contents in daily life.

**Keywords:** Educational technology. Lego Mindstorms. Robotics in education. Heat transfer.

### Introdução

Proporcionar novos caminhos para o ensino e aprendizagem, aprimorar a qualidade da educação, estimular novas experiências por meio da cultura digital, possibilitar uma aprendizagem mais facilitadora, motivadora, significativa e auxiliar na melhoria do desempenho dos alunos, são os principais motivos para

1 Mestre em Ensino de Ciências Exatas, Docente da Faculdade de Educação e Cultura de Vilhena, Vilhena, RO, Brasil.

2 Doutora em Educação, Docente da Universidade do Vale do Taquari, Lajeado, RS, Brasil

3 Doutor em Química pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (2009). E-mail: wbockel@gmail.com

se utilizar tecnologia em benefício da educação (PINTO, 2011). Nos últimos anos, com o desenvolvimento tecnológico, a Informática vem ocupando um espaço cada vez maior em nossa sociedade, principalmente no cotidiano dos cidadãos. Vemos máquinas cada vez mais eficazes e potentes em supermercados, *shoppings*, hospitais, entre outros lugares. Borba e Penteado (2007) afirmam que grandes transformações estão ocorrendo na forma de viver do homem e nos estilos de conhecimento em função do desenvolvimento das máquinas informáticas.

Nas escolas, percebem-se cada vez mais alunos com dispositivos móveis como celulares, *tablets* e *smartphones*, trocando informações e interagindo entre si. Neste contexto, entende-se que o uso das tecnologias em sala de aula como instrumento de aprendizagem torna-se cada vez mais importante. Os estudantes sabem lidar diariamente com as tecnologias deste século e, por isso, os professores devem inseri-las em suas aulas. Isso fará com que os docentes se aproximem tanto da linguagem, quanto do cotidiano dos estudantes (BORBA; PENTEADO, 2007).

No avanço das tecnologias, a robótica está presente tanto na educação, quanto em outras áreas. Nesse sentido, Papert (1985) menciona que o uso da robótica em sala de aula faz o aluno descobrir e explorar o conhecimento. Para Cabral (2010) a Robótica Educacional é um recurso tecnológico que permite aos alunos compreenderem e explorarem com maior facilidade conteúdos teóricos abordados em sala de aula quando comparados somente ao ensino tradicional.

A partir desses pressupostos, foram desenvolvidas atividades de robótica em uma turma de 2ª série do Ensino Médio, com vinte e dois alunos, de uma escola privada. Procurou-se investigar como o uso de atividades de robótica no ensino médio poderia contribuir na compreensão de conceitos relacionados à transferência de calor. A escolha pelo tema surgiu a partir da experiência do autor como professor no que diz respeito à falta de compreensão e a dificuldade dos alunos relacionarem tais conteúdos com a vida cotidiana. Foram explorados conceitos relacionados à transferência de calor recorrendo a atividades de robótica com a utilização do *kit* de robótica LEGO MINDSTORMS® NXT e o *software* LEGO MINDSTORMS® NXT, ambos disponibilizados pela escola.

Acredita-se que os resultados decorrentes deste trabalho serão importantes para professores explorarem em suas aulas, tanto em Física, Matemática, Geografia, Química, entre outros componentes curriculares, como estimular outras instituições de ensino a adquirir os referidos materiais, *kits* de robótica LEGO MINDSTORMS® NXT e o *software* LEGO MINDSTORMS® NXT.

Apesar de serem materiais de alto custo, possui alta tecnologia e interatividade; fundamental para que o aluno vivencie na prática o que é ensinado na teoria, além de contribuir na formação de um profissional inserido no mundo tecnológico do século XXI.

## Embasamento Teórico

De acordo com Pinto (2011), as mudanças que acontecem nos meios de produção e nas relações sociais devido aos avanços tecnológicos devem também acontecer na escola. Entretanto, de maneira geral, o autor ainda afirma que a escola básica tem dificuldade de acompanhar esse ritmo de inovação tecnológica. Tal cenário é explicado por Ó (2007), no qual relata que a escola mudou menos rapidamente do que mudou a população que a foi constituindo. O modelo de escola que temos hoje é o modelo criado no final do século XIX, que se baseia na construção de grupos homogêneos de alunos que progridem por classes, onde existe sempre uma relação entre a idade do aluno e o saber que lhe é fornecido.

O professor ensina hoje como foi ensinado no século passado, isto é, ainda existe em muitas escolas apenas a transmissão de conhecimentos do professor para o aluno, o que é válido, pois, se acredita nos pontos positivos desta maneira de “ensinar” (CORAZZA, 2005). Porém, Corazza (2005) afirma que o professor necessita utilizar a tecnologia em sala de aula, para que de alguma forma, ela possa auxiliar no estudo e na compreensão de conceitos científicos. Os alunos de hoje não são os mesmos do passado, os estudantes atuais vivem num ambiente cercado pela tecnologia. Prensky (2001) menciona:

Nossos alunos mudaram radicalmente. Os alunos de hoje não são os mesmos para os quais o nosso sistema educacional foi criado. Os alunos de hoje não mudaram apenas em termos de avanço em relação aos do passado, nem simplesmente mudaram suas gírias, roupas, enfeites corporais, ou estilos, como aconteceu entre as gerações anteriores. Aconteceu uma grande descontinuidade. Alguém pode até chamá-la de apenas uma “singularidade” – um evento no qual as coisas são tão mudadas que não há volta. Esta então chamada de “singularidade” é a chegada e a rápida difusão da tecnologia digital nas últimas décadas do século XX (PRENSKY, 2001, p. 1).

As novas tecnologias são capazes de “[...] produzir uma compreensão e uma codificação verbal da realidade muito mais sofisticada” (Ó, 2007, p. 112) quando comparada com a do século passado, em que se usava apenas o computador como recurso tecnológico. Borba e Penteado (2007) afirmam que o professor deve aproveitar as tecnologias em sala de aula para melhorar o fazer pedagógico. Ou seja, utilizar recursos tecnológicos não significa apenas ensinar ou aprender a utilizar a tecnologia, mas usar esses recursos para que o aluno possa, por meio deles, construir e compreender o conhecimento.

É necessário que o professor conheça novas estratégias de ensino e de aprendizagem por meio dos recursos tecnológicos e adapte-o ao seu projeto pedagógico. Segundo Borba e Penteado (2007) não podemos deixar de utilizar estes recursos, independentemente da área de estudo. Eles são essenciais, pois podem promover a mediação do conhecimento e facilitar a aprendizagem dos alunos, desde que sejam bem conhecidos pelo docente e que estejam bem adaptados ao tema de estudo.

Diante desse contexto, no avanço das tecnologias está presente a robótica educacional. Nesse sentido,

O principal objetivo da robótica educacional é promover ao educando o estudo de conceitos multidisciplinares, como Física, Matemática, Geografia, Artes, Biologia entre outros. Há variações no modo de aplicação e interação entre os alunos, estimulando a criatividade e a inteligência [...], (ALMEIDA, 2007, p. 2).

O termo robô surgiu, pela primeira vez, em 1921 na Tchecoslováquia em uma peça de teatro. A palavra tcheca *robota* significa trabalho e foi usada no sentido de uma máquina substituir o trabalho humano. A palavra Robótica refere-se ao estudo e manipulação de Robôs. Foi inicialmente utilizada em grandes indústrias para substituir o trabalho humano no intuito de acelerar o processo de produção e diminuir a mão-de-obra (CASTILHO, 2002).

Seymour Papert foi o criador da LOGO (uma linguagem de programação interpretada, voltada para crianças, jovens e até adultos. É utilizada com grande sucesso como ferramenta de apoio ao ensino regular e por aprendizes em programação de computadores. Ela implementa, em certos aspectos, a filosofia construcionista, segundo a interpretação de Seymour Papert, co-criador da linguagem junto com Wally Feurzeige) e um dos maiores apoiadores do uso de tecnologias na educação, em especial, a Robótica. Em 1980, Papert usava o LOGO para ensinar geometria, ou seja, os alunos programavam o computador para que uma tartaruga andasse conforme a programação (CASTILHO, 2002).

No ambiente LOGO a relação é inversa: a criança, mesmo em idade pré-escolar, está no controle – a criança programa o computador. E ao ensinar o computador a “pensar”, a criança embarca numa

exploração sobre a maneira como ela própria pensa. Pensar sobre modos de pensar faz a criança tornar-se um epistemólogo, uma experiência que poucos adultos tiveram [...], (PAPERT, 1985, p. 35).

De acordo com Castilho (2002), utilizar a Robótica em sala de aula permite ao aluno desenvolver o raciocínio, a criatividade e o seu conhecimento em diferentes áreas, além de incentivar a convivência em grupos.

Para Feitosa (2013), a Robótica está inserida num contexto da educação tecnológica, no qual o aluno é preparado não apenas para ser usuário de ferramentas tecnológicas, mas também para ser capaz de criar, resolver problemas e usar vários tipos de tecnologias de forma racional, eficiente e significativa. Castilho (2002) aponta que a robótica utilizada nas escolas é chamada de Robótica Pedagógica ou Robótica Educacional, pois a partir do momento em que o aluno entra em contato com esta tecnologia, o mesmo é incentivado a construir e programar robôs.

Segundo Gomes (2007), a Robótica Educacional estimula a criatividade dos alunos em virtude de sua natureza dinâmica, interativa e até mesmo lúdica, além de servir de motivador para estimular o interesse dos alunos quanto ao ensino tradicional. Para Cabral (2010), a Robótica Educacional poderá fazer do aluno um observador/inventor que passará a transformar as páginas de um livro em máquinas, capazes de interagir com o meio ambiente através de seus próprios erros e acertos, investigando, explorando, planejando e dando forma ao que se passa em sua cabeça.

Diante deste cenário, Heineck et al. (2007) afirmam que a Física é uma ciência experimental, e que mesmo o professor em meio às dificuldades, não pode se restringir apenas à fundamentação teórica, senão torna a aula desmotivadora e fora da realidade do aluno.

A Física é a ciência que estuda as leis gerais da natureza e seus fenômenos, tanto no meio onde o estudante está inserido, quanto no Universo ao qual pertence. Por que então, muitas vezes, a forma com que a Física é abordada nas escolas não está relacionada a estas situações vivenciais dos estudantes? Qual a importância desta ciência para os seres humanos? Conforme Bonadiman (1993):

Enquanto a Física continuar sendo trabalhada teoricamente e ser imposta de cima para baixo é muito provável que o nosso aluno continue sendo treinado para ser um excelente receptor dos conteúdos eficientemente repassados pelo professor e por ele docilmente transcritos em seu caderno. E, depois de “aprendidos”, são por ele novamente devolvidos ao professor quando da realização das provas escritas. Nesta inter-relação professor-aluno-conteúdo, quase nada é produzido, quase tudo é repetido e quase tudo copiado. Memoriza-se muito, mas compreende-se pouco (BONADIMAN, 1993, p. 45).

É importante salientar que o trabalho com atividades de robótica no estudo de conceitos físicos, segundo Melo (2009), favorece a aprendizagem, a compreensão, como também a importância de estudar Física, uma vez que alguns conteúdos dessa disciplina são vistos por alguns alunos como algo difícil de aprender e sem relevância alguma.

Mais do que um fenômeno curioso para ser observado e admirado, a Robótica Pedagógica constitui-se numa atividade desenvolvida pelo aluno que inclui, intercaladamente, tarefas teóricas e experimentais em que o fazer é importante e o refletir tem papel fundamental. Melo (2009) aponta que a robótica proporciona a curiosidade pela investigação que, conseqüentemente, leva ao desenvolvimento intelectual do aluno.

Para Feitosa (2013), uma das competências em fazer o uso da robótica educacional em sala de aula é desafiar o aluno a mobilizar recursos numa situação-problema para tomar decisões favoráveis a seus objetivos. Ou seja, o uso da robótica no ensino de Física possibilita que os alunos utilizem conhecimentos aprendidos em sala de aula para resolver situações-problema do dia a dia.

Frangou *et al.* (2008) apontam a utilização do *kit* de Robótica LEGO MINDSTORMS® NXT e do *software* LEGO MINDSTORMS® NXT desenvolvidos ambos pela LEGO® para a realização de experimentos físicos a fim de explorá-los com mais detalhes. Pois realizar um experimento físico e conseguir coletar dados do mesmo com a ajuda de um *software* torna o estudo mais curioso e mais preciso.

Pietrocola (2012) menciona que é possível, por exemplo, verificar com rapidez e precisão a variação de temperatura de uma substância ou de um ambiente por meio de gráficos gerados pelo *software* LEGO MINDSTORMS® NXT, além de poder realizar análises mais detalhadas da temperatura em função do tempo, o que não seria possível se tivéssemos apenas um termômetro de mercúrio em mãos.

Moraes (2000) relata que o *kit* de Robótica LEGO MINDSTORMS® NXT é um *kit* composto por rodas, placas, polias, motores, eixos e outras peças, além de sensores de luminosidade, toque, som e ultrassônico, tudo controlado pelo *Brick* (em português, tijolo) NXT, que é o cérebro do robô. A figura 1 apresenta o *Kit* base 9797 LEGO MINDSTORMS® NXT.

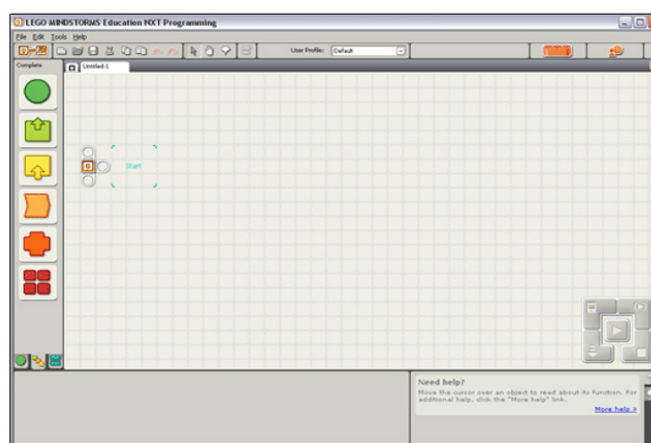
**Figura 1:** Kit base 9797 LEGO MINDSTORMS® NXT,



Fonte: <http://robotsquare.com/wp-content/uploads/2012/02/NXTEducation-9797Box.jpg>.

O *software* LEGO MINDSTORMS®, segundo Melo (2009), é uma plataforma que permite desenvolver programações para robôs por meio da escolha de blocos para a programação, arrastando-os para a área de trabalho como mostra a figura 2.

**Figura 2:** Plataforma de abertura do software LEGO MINDSTORMS® NXT,



Fonte: [http://k12lab-application-help-pages.s3.amazonaws.com/Migration/mindstorms\\_migrationmain.html](http://k12lab-application-help-pages.s3.amazonaws.com/Migration/mindstorms_migrationmain.html)



O trabalho de pesquisa de mestrado de Diniz (2014) com o título “A Utilização da Robótica Educacional LEGO® nas aulas de Física do 1º ano do ensino médio e suas contribuições na aprendizagem” objetivou analisar o uso de atividades de robótica com o *kit* de robótica LEGO MINDSTORMS® NXT nas aulas de Física (sobre os conteúdos: movimento em linha reta com aceleração constante, movimento vertical e aceleração da gravidade), como facilitador ao professor e suas contribuições no auxílio à aprendizagem dos alunos. Os resultados apontaram que os conteúdos estudados com as atividades de robótica foram compreendidos com mais facilidade pelos alunos, pois permitiu a transposição do conhecimento teórico para a prática vivenciada.

Como resultado, constatou-se que os alunos consideram importante a utilização da robótica educacional LEGO como auxílio à vivência de situações de difícil explicação na forma teórica e de fácil visualização na prática. Relatam sobre o formato dinâmico que a atividade prática toma quando os alunos são os responsáveis diretos pela construção do conhecimento. Apontam o papel do professor como um orientador, incentivador a reflexão de situações ocorridas no dia a dia através da aula prática e ressaltam que por meio do uso da robótica educacional LEGO o professor consegue uma maior compreensão e atenção dos alunos (DINIZ e SANTOS, 2014, p. 2).

Portanto, este trabalho intitulado “Robótica educacional: um recurso para a exploração de conceitos relacionados à transferência de calor no ensino médio” vem ao encontro de pesquisas já realizadas na linha de tecnologias e atividades de robótica, principalmente ao tratar de um tema pouco abordado nas pesquisas realizadas atualmente: conceitos relacionados à transferência de calor.

## Metodologia do Trabalho

A metodologia abordada nesta pesquisa foi de natureza qualitativa, pois foi necessário analisar, interpretar, explicar e compreender as interações entre alunos e as atividades propostas, juntamente com o mediador (professor-pesquisador). Dentro da perspectiva qualitativa, Moreira (2011) afirma que este tipo de análise interpretativa de dados gera asserções de conhecimento, as quais são publicadas pelo pesquisador, sob a forma de um relatório ou artigo de pesquisa, enfatizando a importância da narrativa neste tipo de descrição.

Foi realizado um estudo de caso, tendo em vista os objetivos e a temática escolhida. De acordo com Gil (2010, p. 37), o estudo de caso é “adequado para a investigação de um fenômeno contemporâneo dentro do seu contexto real, no qual os limites entre o fenômeno e o contexto não são claramente percebidos”.

Nesse contexto, para o levantamento de dados, foi utilizado inicialmente um questionário estruturado com perguntas abertas a fim de verificar o conhecimento prévio individual dos alunos referentes aos conceitos de calor e temperatura relacionados ao cotidiano. Segundo Moreira (2011) é importante a verificação de conhecimentos prévios para, se houver necessidade, trabalhar, por exemplo, com explicações do conteúdo ou com exercícios de revisão com o intuito de facilitar a nova aprendizagem e a compreensão de novos conceitos subsequentes.

Foram empregados para coletar dados durante as atividades desenvolvidas em grupos gravações de áudio, fotos e filmagens. A gravação de áudio foi um recurso utilizado para gerar material empírico. Por esse motivo, as aulas analisadas nesta pesquisa foram ouvidas e assistidas várias vezes, e os dados, coletados por meio de transcrições de um diário de campo, tanto dos alunos de forma individual ou em grupos, como nas discussões realizadas com toda a turma.

Para o tratamento de dados das gravações de áudio, filmagens e do diário de campo foi utilizado uma análise textual, pois, conforme Moraes e Galiazzi (2013), o pesquisador se preocupa em descrever e interpretar os dados. As respostas do questionário estruturado, os questionamentos feitos entre aluno e pesquisador, entre aluno e aluno e as discussões entre os grupos de estudantes acerca das atividades de robótica foram relevantes para a descrição dos dados.

Esta pesquisa foi desenvolvida com alunos de uma turma da 2ª série do Ensino Médio de uma escola privada, localizada no município de Vilhena, Rondônia, por meio do conteúdo de conceitos relacionados à transferência de calor. A escolha dessa turma justifica-se pelo fato do referido conteúdo ser abordado nessa série. Participaram desta pesquisa todos os alunos da turma, sendo no total vinte e dois estudantes. As atividades de pesquisa foram executadas semanalmente, durante as aulas da disciplina de Física, cujo pesquisador foi o próprio professor titular da turma, no tempo de cinco semanas, com dois encontros semanais de cinquenta minutos cada.

Os alunos responderam, individualmente, ao questionário estruturado referente a conceitos relacionados à transferência de calor, a fim de saber a conexão que o estudante faz com termos como temperatura e calor, bem como a relação com o cotidiano. Em seguida, foram desenvolvidas as atividades de robótica com conceitos relacionados à transferência de calor no laboratório de robótica da escola, bem como a abordagem teórica dos conteúdos pelo pesquisador. A turma ficou organizada aleatoriamente em quatro grupos com quatro componentes e um com seis componentes. Os grupos receberam um roteiro semiestruturado como ponto principal para a exploração do conteúdo supracitado, um Robô Lego construído pelos próprios alunos com peças do *kit* base 9797 LEGO MINDSTORMS® NXT, resultado da intervenção pedagógica em aulas de robótica e um *notebook* com o *software* LEGO MINDSTORMS® NXT já instalado.

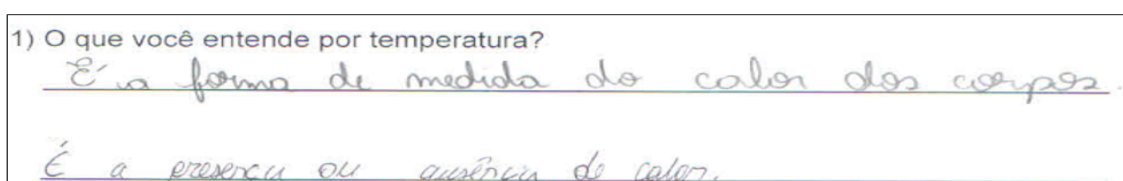
## Análise e Discussão dos Dados

Para a melhor compreensão do leitor, a análise dos resultados foi dividida em duas subseções. A primeira apresenta a análise qualitativa de três questões do questionário estruturado e a segunda, a análise de uma atividade pedagógica com a utilização do *kit* de Robótica LEGO MINDSTORMS® NXT e o *software* LEGO MINDSTORMS® NXT.

### Análise do questionário estruturado

Na questão de número 1 referente ao conceito de temperatura, observou-se que dentre os vinte e dois alunos da turma, doze relacionaram temperatura como uma medida de calor. A figura 3 destaca as respostas de dois estudantes.

**Figura 3:** Respostas fornecidas à questão 1 por dois estudantes.

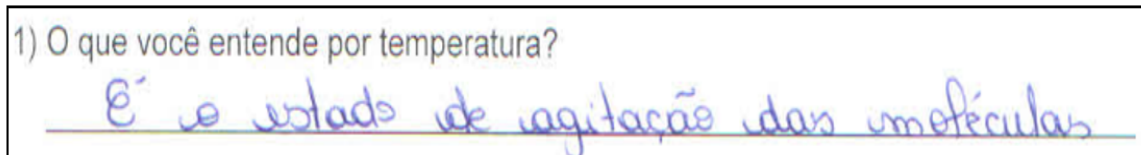


Fonte: dos autores (2017).

De acordo com as respostas dos estudantes, pode-se perceber que ambos confundem temperatura com calor. Halliday e Resnick (2010) destacam que os termos temperatura e calor são confundidos popularmente, ou seja, o termo calor é usado inúmeras vezes no lugar de temperatura. Os autores ainda afirmam que “quando dizemos: “Está um dia quente!”, estamos na verdade nos referindo à temperatura e não ao calor”.

Já a figura 4 apresenta a resposta de outro estudante, que representa a resposta de um total de dez estudantes, referente a mesma questão.

**Figura 4:** Resposta fornecida à questão 1 por um estudante, dos autores (2017).

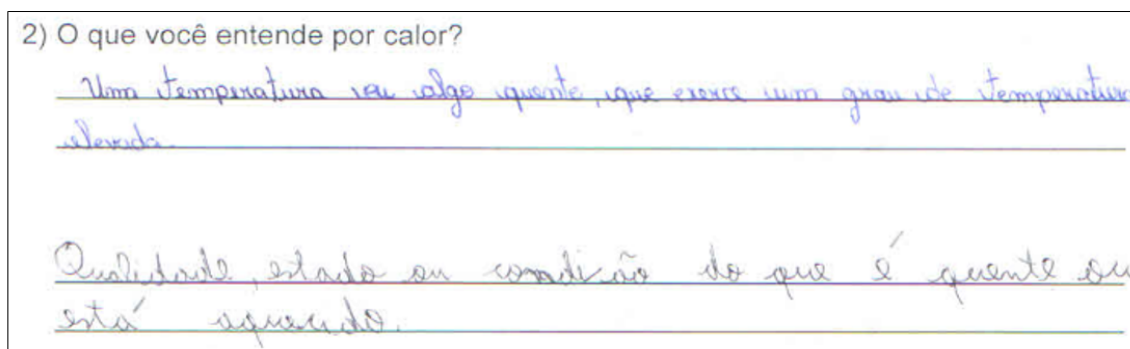


Fonte: dos autores (2017).

Pode-se observar que na resposta dada pelo estudante, conforme a figura 4, o mesmo relacionou o conceito de temperatura com agitação de moléculas, ou seja, associou a definição de temperatura com energia, conhecimentos já adquiridos na disciplina de Química. Mariano e Paz (2012) definem temperatura como sendo a energia cinética média de agitação das moléculas de um corpo.

A questão de número 2 do questionário elaborada abordava sobre o conceito de calor. Nessa questão, dezoito estudantes explicaram o conceito de calor como sendo algo quente, ou seja, utilizaram o conceito de sensação térmica para esclarecer a definição de calor, revelando uma concepção de calor como algo armazenado e só presente em corpos com temperaturas mais elevadas. Mariano e Paz (2012) explicam que a sensação térmica é uma forma de como nossos sentidos percebem a temperatura do ar. Relatam ainda que quando colocamos um pé no ladrilho do piso e o outro no tapete, sentimos como se o tapete estivesse mais quente que o ladrilho, e o ladrilho mais frio que o tapete, exemplificando assim, a definição de sensação térmica. A figura 5 destaca o entendimento de dois estudantes, exemplos típicos do perfil de respostas desses dezoito estudantes.

**Figura 5:** Respostas fornecidas à questão 2.

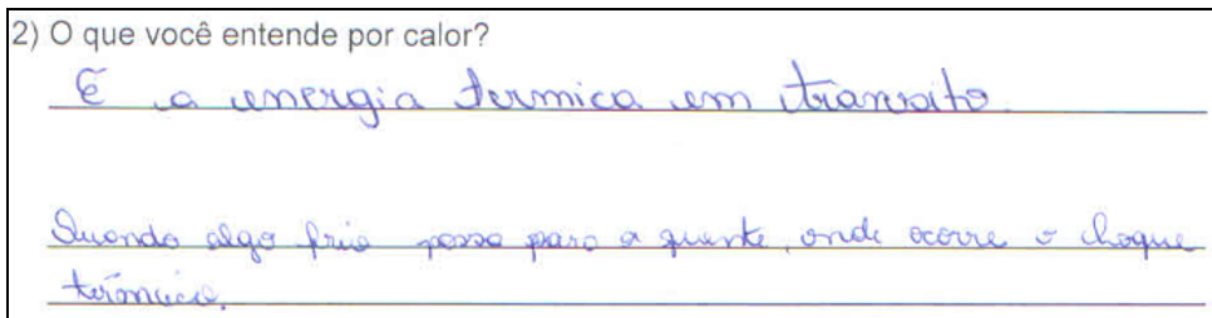


Fonte: dos autores (2017).

Já na argumentação de outros cinco estudantes referente à questão 2, percebe-se a presença da ideia científica do conceito de calor. A figura 6 destaca a resposta de outros dois estudantes.



Figura 6: Respostas fornecidas à questão 2.



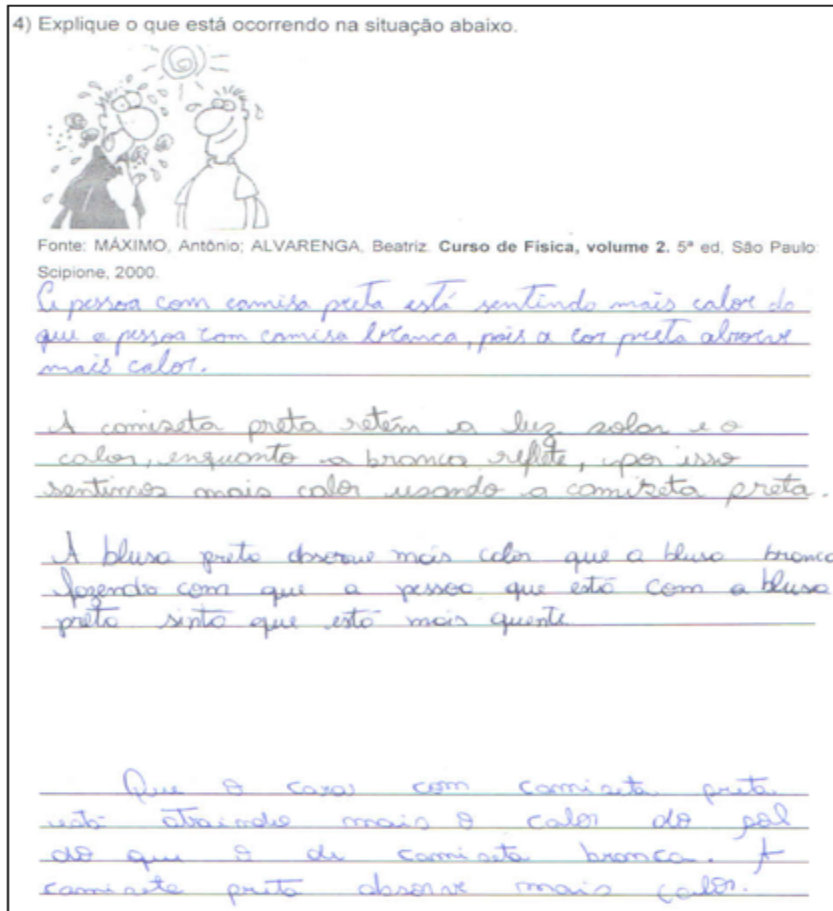
Fonte: dos autores (2017).

Os estudantes relacionaram o conceito de calor como energia em trânsito, além do uso do termo “quando algo frio passa para o quente” o que pode demonstrar ideias associadas à transferência de calor. Mariano e Paz (2012, p. 106) explicam que “calor é a energia transferida de um objeto a outro devido, exclusivamente, à diferença de temperatura entre eles”.

Observando o *feedback* dos alunos da questão de número 4 do questionário, a qual explorava a diferença de se utilizar uma roupa de cor clara e outra de cor escura em um dia com o auxílio de uma figura.

A figura 7 destaca as respostas com exemplos típicos de todos os alunos fornecidas por quatro estudantes.

Figura 7: Respostas fornecidas à questão 4.



Fonte: dos autores (2017).

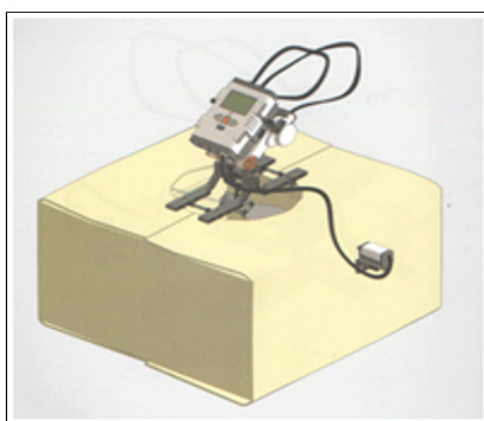
Mesmo não sendo respostas de cunho propriamente científico, a charge ilustrada na questão permite aos estudantes explicarem com mais facilidade o que está ocorrendo, uma vez que se trata de um cenário vivenciado pelos alunos. Vale ressaltar que alguns alunos até comentaram com os demais, em sala de aula, que quando estão fazendo uma caminhada expostos ao Sol preferem usar roupas mais claras a escuras. O que está de acordo com Tipler e Mosca (2013):

Todos os objetos emitem e absorvem radiação eletromagnética. [...] Quando a radiação eletromagnética atinge um objeto opaco, parte da radiação é refletida e parte é absorvida. Objetos coloridos refletem a maior parte da radiação, enquanto objetos escuros absorvem a maior parte dela (TIPLER; MOSCA, 2013, p. 679).

### Análise das atividades de robótica

Uma das atividades de robótica desenvolvida com os alunos foi a que tinha por objetivo compreender e explorar a transferência de calor por irradiação em situações do cotidiano. Essa atividade possuía questões dissertativas para possibilitar a compreensão e a exploração do conteúdo sobre transferência de calor por meio do *kit* de Robótica LEGO MINDSTORMS® NXT e do *software* LEGO MINDSTORMS® NXT. Nessa intervenção pedagógica, os alunos utilizaram como materiais uma caixa de papelão e uma lâmpada acesa. De início, os estudantes realizaram a leitura da temperatura interna da caixa com a utilização do Robô Lego por meio do *software* LEGO MINDSTORMS® NXT conforme representa a figura 8.

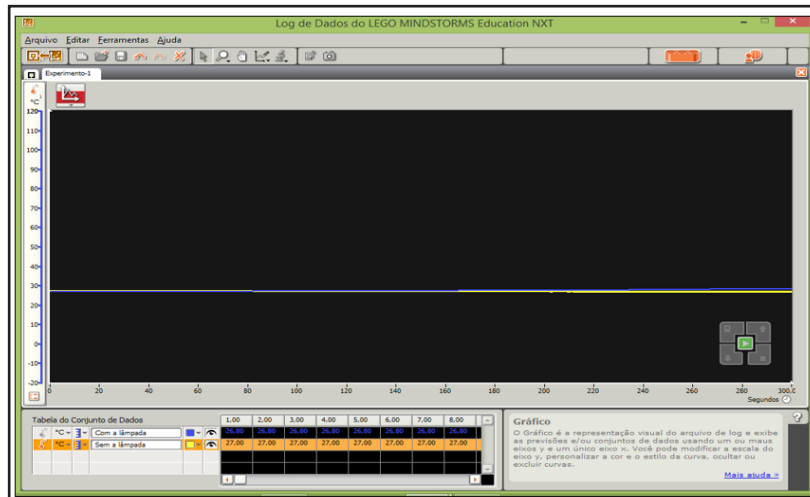
**Figura 8:** Esquema de equipamento montado para a realização da leitura da temperatura interna da caixa.



Fonte: FEITOSA (2013).

Em seguida, os alunos novamente realizaram a leitura da temperatura interna da caixa, porém, com uma lâmpada acesa próxima a ela. Nessa atividade todos os estudantes de todos os grupos perceberam que a temperatura interna da caixa aumentou mais rápido quando a lâmpada acesa estava próxima à caixa. Isso ficou evidenciado pelas discussões feitas e pela análise comparativa dos gráficos gerados pelo *software* LEGO MINDSTORMS® NXT durante a realização da atividade. A figura 9 apresenta o gráfico gerado por um dos grupos.

**Figura 9:** Gráfico<sup>4</sup> gerado pelo software LEGO MINDSTORMS<sup>®</sup> NXT por um dos grupos.



Fonte: dos autores (2017).

Os estudantes de um dos grupos relataram, com base no gráfico da figura 9, que a temperatura interna inicial da caixa sem a lâmpada estava em 27°C. Depois de decorridos os 300 segundos (5 minutos), os alunos constataram que a temperatura interna final da caixa caiu para 26°C. Em seguida, antes de aproximarem a lâmpada acesa da caixa, a temperatura interna inicial da caixa registrava 26,6°C. Após os 300 segundos, já com a lâmpada acesa próxima à caixa, os estudantes mencionaram que a temperatura interna da caixa aumentou para 28,2°C. Ou seja, a temperatura interna da caixa sem lâmpada diminuiu 0,1°C e a temperatura interna da caixa com a lâmpada acesa próxima a ela aumentou 1,4°C ao longo de cinco minutos.

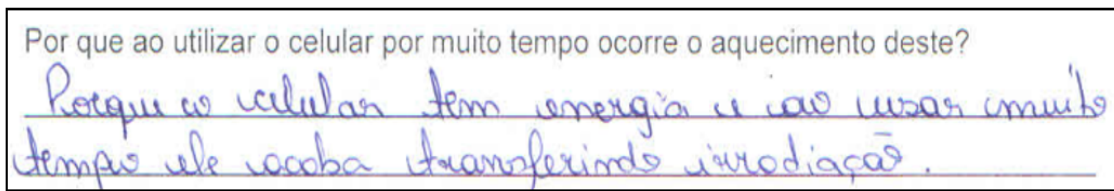
A explicação apresentada pelos grupos em uma das questões dissertativas dessa atividade que questiona o porquê da temperatura interna da caixa aumentar mais rápido com a lâmpada acesa próxima a ela foi “Porque a lâmpada transferiu calor para a caixa”. O professor/pesquisador fundamentou teoricamente com todos os alunos durante a realização da atividade o *porquê* de a lâmpada transferir calor para a caixa, explorando assim, a irradiação como modo de transferência de calor. Alguns estudantes puderam concluir que a lâmpada transferiu mais calor para a caixa que para o ambiente, devido a sua alta temperatura. O que está de acordo com Keller (1997):

Pode-se ver facilmente uma porção dessa energia radiante se a superfície está a uma temperatura suficientemente alta (tal como a brasa incandescente). Mesmo a temperaturas muito mais baixas, uma superfície ainda emite energia, embora apenas uma quantidade insignificante seja visível. Você pode, por exemplo, sentir a radiação que provém de um fogão quente (KELLER, 1997, p. 454).

Durante os questionamentos feitos referentes à atividade de robótica sobre irradiação foi interessante o debate que aconteceu em uma das questões do roteiro: “por que ao utilizar o celular por muito tempo ocorre o aquecimento deste?” Alguns grupos, primeiramente, disseram que seria devido à bateria esquentar muito rápido enquanto falamos. O professor/pesquisador explicou para os alunos que quanto mais o celular trabalha, mais ele esquenta, convertendo a energia armazenada na bateria em energia térmica. Posteriormente, os estudantes concluíram que o celular transmite calor para o nosso corpo por irradiação, assim como o Sol transmite energia para a Terra. A figura 10 apresenta a resposta referente a essa questão por um dos grupos.

4 A linha amarela representa o registro de temperatura interna da caixa sem a lâmpada e a linha azul representa ao registro de temperatura interna com a lâmpada acesa.

**Figura 10:** Resposta apresentada por um dos grupos.

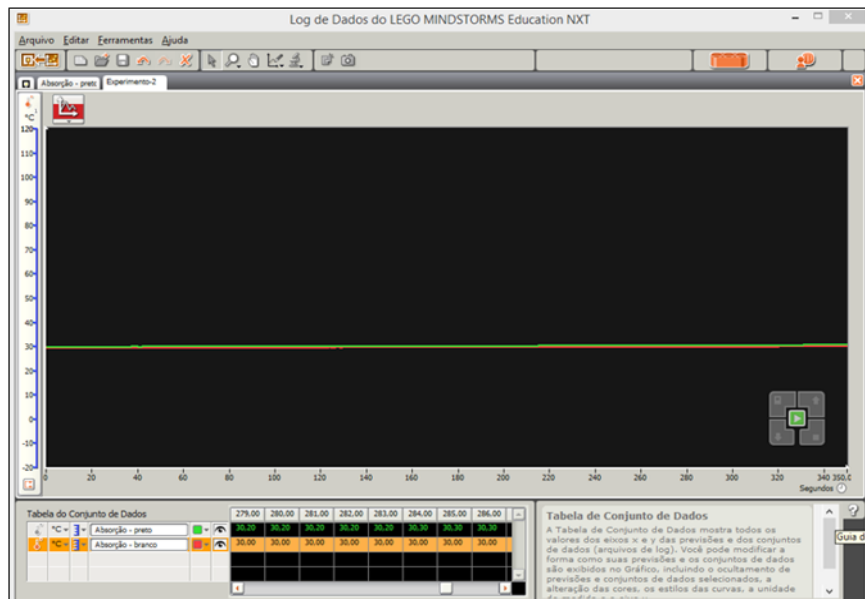


Fonte: dos autores (2017).

Na sequência, abordou-se outra atividade de robótica com o objetivo de reconhecer a diferença da taxa de absorção de calor por irradiação entre materiais de cores escuras (preto) e claras (branco). Nessa mediação pedagógica, os alunos utilizaram uma caixa de papelão e a revestiram internamente com papel de cor preta e em seguida, com papel branco. Foi utilizado o Robô Lego para realizar a leitura da temperatura interna da caixa primeiramente com revestimento interno preto e em seguida, com revestimento interno branco. Os dados (a leitura da temperatura interna da caixa a cada segundo) foram registrados por meio de um gráfico gerado pelo *software* LEGO MINDSTORMS<sup>®</sup> NXT durante 4 minutos com cada revestimento interno.

Após o desenvolvimento da atividade, constatou-se que todos os grupos concluíram que a caixa com revestimento interno de cor preta obteve maior aumento de temperatura interna ao com o revestimento branco. A figura 11 apresenta o gráfico gerado por um dos grupos.

**Figura 11:** Gráfico<sup>5</sup> gerado pelo software LEGO MINDSTORMS<sup>®</sup> NXT por um dos grupos.



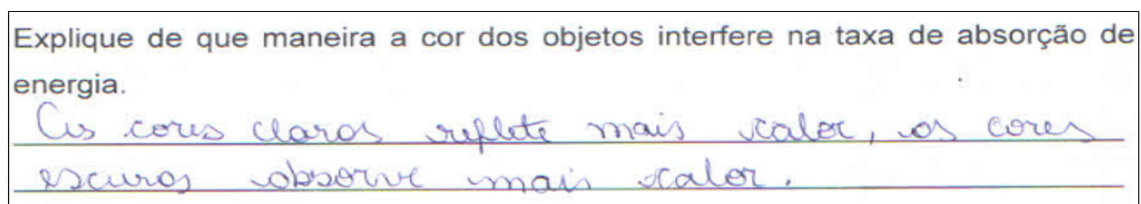
Fonte: dos autores (2017).

Os estudantes perceberam por meio do gráfico (representado pela figura 11) que a temperatura interna da caixa com o revestimento interno preto aumentou de 30°C para 31,3°C, enquanto que com o revestimento branco a temperatura permaneceu constante em 30°C durante os 350 segundos. Na conclusão, todos os grupos responderam na primeira pergunta dissertativa da atividade que o preto absorve mais calor do que o branco.

<sup>5</sup> A linha verde representa o registro da temperatura interna da caixa com revestimento preto e a linha vermelha representa o registro da temperatura interna da caixa com revestimento branco.

Vale salientar que dois dos cinco grupos perceberam no gráfico gerado pelo *software* LEGO MINDSTORMS<sup>®</sup> NXT, durante a leitura interna da temperatura da caixa com o revestimento branco, registrou uma queda de temperatura após alguns segundos. Nesse momento, os alunos começaram a se questionar o porquê acontecer somente com as caixas deles. O professor/pesquisador fez lembrar a todos os alunos a charge da questão de número 4 do questionário estruturado (conforme mencionado na subseção anterior, figura 7) e solicitou que os estudantes chegassem a uma conclusão acerca da diminuição interna de temperatura da caixa quando se revestiu com papel branco. Após algumas discussões entre os alunos, um estudante afirmou em voz alta: “Se com a roupa branca sentimos menos calor do que com a roupa preta, então o a cor branca reflete o calor”. Essa afirmação respondeu uma das perguntas do roteiro da atividade. A figura 12 apresenta a resposta de um dos grupos.

**Figura 12:** Resposta fornecida à questão 4.

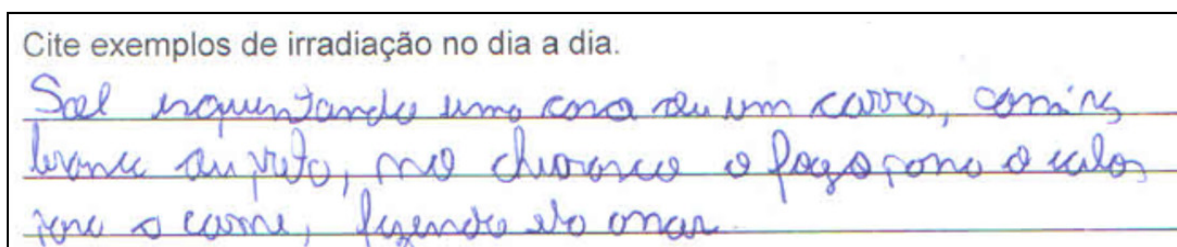


Fonte: dos autores (2017).

Neste instante, o professor/pesquisador questionou aos alunos o porquê da cor preta absorve mais calor do que a cor branca, conforme constatado na atividade. Logo, um aluno mencionou, oralmente que “é devido ao grau de agitação das moléculas?!”, em seguida outro estudante afirmou: “é porque a cor preta é a ausência de cor”. O professor/pesquisador fez as devidas intermediações explicando para a turma que a cor que vemos são as cores refletidas pelos objetos iluminados. Por exemplo, se vemos em um objeto a cor amarela, o material de que ele é feito reflete somente a cor amarela e absorve as demais. Quando vemos um objeto branco, ele está refletindo todas as cores, pois o feixe de luz solar é branco. Logo em seguida, os estudantes relataram: “Agora entendemos professor! Então é por isso que um objeto de cor preta esquenta mais, pois ele absorve todas as cores, fazendo com que suas partículas fiquem mais agitadas, aumentando sua temperatura”.

Observou-se também que os grupos conseguiram relacionar a atividade com situações do seu cotidiano. A figura 13 apresenta as relações estabelecidas por um dos grupos buscando fenômenos do seu cotidiano.

**Figura 13:** Resposta apresentada por um dos grupos.



Fonte: dos autores (2017).

Após a finalização da atividade, o professor/pesquisador fez as orientações referentes às repostas verbais dos alunos, destacando fatores importantes no modo de transferência de calor por irradiação,



como o fato de ser o único modo que ocorre no vácuo (significado já discutido com os estudantes em aulas de Física pelo próprio professor/pesquisador), sendo também transferido por onda eletromagnética.

## Conclusões

Utilizar tecnologias na educação, principalmente recursos inovadores, como a Robótica, por exemplo, proporciona aos estudantes uma nova forma de visualizar e explorar conceitos teóricos na prática, em especial, conceitos teóricos relacionados à transferência de calor dentro do ensino de Física. Conceitos dos quais muitos alunos não conseguem explorar sua aplicabilidade na prática e nem perceber qual sua importância no seu cotidiano quando estudados apenas em teoria. Pois a Física só passa a ter seu verdadeiro significado quando é estudada, vivida e incorporada pelos fenômenos que se vê, se constata e se manipula.

Pela análise das afirmações dos alunos, foi possível evidenciar a exploração dos conceitos relacionados à transferência de calor. Frases como: *“ah!!!, agora entendi a diferença entre temperatura e calor, agora sei como usar esses termos!”*; *“Ficou muito mais fácil entendermos para que serve o estudo desses conceitos físicos na nossa vida!”*; *“Estudar Física com atividades de robótica deixa tudo mais claro e mais interessante!”*. Neste sentido, pode-se inferir que o uso da robótica, vai ao encontro do interesse dos estudantes e de sua vivência diária.

Ao comparar os resultados do questionário estruturado com as respostas das atividades de robótica, bem como as discussões realizadas durante o desenvolvimento da prática pedagógica, observaram-se indícios de que os conceitos relacionados à transferência de calor foram explorados e estudados com mais facilidade. Pois a utilização dos robôs nas atividades de intervenção tão como o uso do *software* LEGO MINDSTORMS® NXT auxiliou na predisposição dos estudantes em estudar conceitos relacionados à transferência de calor. Também foi possível notar que os trabalhos em grupo possibilitaram as trocas de ideias e informações de forma colaborativa e cooperativa. Apurou-se que o uso da robótica promove o trabalho em equipe e instiga o aluno a pensar e a tirar conclusões a respeito do assunto estudado. Tendo como objetivo principal investigar como o uso de atividades de robótica no ensino médio pode contribuir na exploração de conceitos relacionados à transferência de calor, foi possível, por intermédio das atividades realizadas, perceber que os estudantes estavam entusiasmados e interessados em trabalhar com as respectivas atividades. A motivação permaneceu posterior ao desenvolvimento desta intervenção, pois os alunos sugeriram utilizar a robótica mais vezes durante as aulas de Física para a exploração de outros conceitos.

Ao final da intervenção pedagógica, pode-se constatar que o uso de atividades de robótica para o ensino de Física constitui-se como um recurso facilitador ao professor que deseja explorar conceitos físicos na prática, principalmente conceitos abstratos ou que não são muito claros para os alunos quando expostos apenas com aulas tradicionais.

## Referências

- ALMEIDA, M A. **Revista dia a dia Educação** v. 1, n. 2, 2007.
- BONADIMAN, H. **Educação para Crescer** (Secretaria do Estado do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1993).
- BORBA, M. C.; PENTEADO, M. G. **Informática e Educação Matemática**. Belo Horizonte: Autêntica, 2007.
- CABRAL, C. P. Robótica educacional e resolução de problemas: uma abordagem microgenética da construção do conhecimento. **Dissertação** de mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2010.
- CASTILHO, M. I. Robótica na Educação: Com que objetivos?. **Monografia** de Especialização em Informática na Educação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2002.
- CORAZZA, S. M. **Revista da ABEM**, n. 13, v. 8, 2005.
- FEITOSA, J. G. **Manual didático-pedagógico**. Curitiba: ZOOM Editora Educacional, 2013.
- FRANGOU, S. et al. **Representative examples of implementing educational robotics in school based on the constructivist approach**. v. 3, n. 54, 2008.
- GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 2010.
- GOMES, M. C. **Reescrevendo a Educação**. Chapecó: Sinproeste, 2007.
- HALLIDAY, D.; RESNICK, R. **Fundamentos de Física 2: Gravitação, ondas e termodinâmica**. Rio de Janeiro: LTC, 2010.
- HEINECK, R. ; VALIATI, E. R. A.; ROSA, C. T. W. da. **Revista Iberoamericana de Educación**. v. 42, n. 6, 2007.
- KELLER, F. J. et al. **Física Volume 1**. São Paulo: Makron Books, 1997.
- K12LAB. Disponível em: <<http://k12lab-application-help-pages.s3.amazonaws.com/Migration/mindstormsmigrationmain.html>>.
- MARIANO, W. de M. ; PAZ, M. R. de A. **Física, 2ª série: Ensino Médio: Ciências da Natureza e suas Tecnologias**. Belo Horizonte: Educacional, 2012.
- MELO, M. (2009). Robótica e Resolução de Problemas: Uma Experiência com o Sistema Lego Mindstorms no 1º e 2º ano. **Dissertação** de mestrado, Universidade de Lisboa, 2009.
- MORAES, R.; GALIAZZI, M. do C. **Análise Textual Discursiva**. Ijuí: Unijuí, 2013.
- MORAES, P. S. de. **Curso Básico de Lógica de Programação**. Campinas: Centro de Computação, 2000.
- MOREIRA, M. A. Aprendizagem Significativa: a teoria e textos Complementares. São Paulo: Livraria da Física, 2011a.
- MOREIRA, M. A. Metodologias de Pesquisa em Ensino. São Paulo: Livraria da Física, 2011b).Ó. Jorge Ramos do. **Revista Educação e Realidade**. v. 32, n. 109, 2007.
- PAPERT, S. **Logo: computadores e educação**. São Paulo: Brasiliense, 1985.
- PINTO, M. de C. Aplicação de arquitetura pedagógica em curso de robótica educacional com hardware livre. **Dissertação** de mestrado, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2011.
- PIETROCOLA, M. **Manual do Educador**. Curitiba: ZOOM Editora Educacional, 2012.

PRENSKY, M. **Digital Natives, Digital Immigrants**. MCB, University Press, 2001.

ROBOTSQUARE. Disponível em: <<http://robotsquare.com/wp-content/uploads/2012/02/NXTEducation-9797Box.jpg>>. Acesso em 25 de abril de 2016.

TIPLER, P. A.; MOSCA G. **Física para cientistas e engenheiros**. Rio de Janeiro: LTC, 2013.