



UNIVERSIDADE DO VALE DO TAQUARI
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO *STRICTO SENSU*
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE CIÊNCIAS EXATAS

**ROBÓTICA EDUCACIONAL: UM RECURSO PARA A
EXPLORAÇÃO DE CONCEITOS RELACIONADOS À
TRANSFERÊNCIA DE CALOR NO ENSINO MÉDIO**

Maurício Veiga da Silva

Lajeado, julho de 2017

Maurício Veiga da Silva

**ROBÓTICA EDUCACIONAL: UM RECURSO PARA A EXPLORAÇÃO
DE CONCEITOS RELACIONADOS À TRANSFERÊNCIA DE CALOR
NO ENSINO MÉDIO**

Dissertação de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Exatas, Centro Universitário Univates, como parte da exigência para obtenção do grau de Mestre em Ensino de Ciências Exatas, na área de concentração Tecnologias, metodologias e recursos didáticos para o ensino de Ciências e Matemática.

Orientador: Professor Dr. Wolmir José Böckel

Coorientadora: Professora Dra. Sônia Elisa Marchi Gonzatti

Lajeado, julho de 2017

*Dedico este trabalho às pessoas
mais importantes de minha vida:
meus pais, Carlos Dias e Clodi Veiga,
minha esposa Tânia Veiga,
e meu filho Daniel Veiga,
que sempre foram meus
maiores inspiradores.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pelo fôlego de vida e pela sabedoria fornecida nesta etapa de estudo. Obrigado Deus!

Aos meus pais por sempre me incentivar a estudar e a valorizar o conhecimento.

A minha esposa e ao meu filho que estiveram o tempo todo comigo nesta longa caminhada.

Ao professor Dr. Wolmir José Böckel e à professora Dra. Sônia Elisa Marchi Gonzatti agradeço de forma especial. Além das orientações e contribuições sempre me apoiaram. São profissionais que levo como exemplo para a minha caminhada na educação.

À direção, coordenação e alunos da 2ª série do ensino médio do Centro Educacional Isolina Ruttmann, que participaram com interesse e entusiasmo desta pesquisa.

À professora Dra. Márcia Jussara Hepp Rehfeldt e ao professor Dr. Ítalo Gabriel Neide pela participação na minha banca de qualificação, que muito contribuíram com sugestões e melhorias naquele momento. Agradeço (mais uma vez) à professora Dra. Márcia Jussara Hepp Rehfeldt por aceitar o convite para participar da minha banca de defesa juntamente com o professor Dr. José Cláudio Del Pino e a professora Dra. Míriam Inês Marchi, a quem também estendo meus agradecimentos.

Enfim, obrigado a todos que de alguma forma me apoiaram e me incentivaram a realizar esta pesquisa.

RESUMO

Esta dissertação aborda o uso de atividades de robótica como recurso tecnológico para a exploração de conceitos relacionados à transferência de calor no ensino médio. O problema que embasou a pesquisa foi: Quais as implicações do uso de atividades de robótica na exploração de conceitos relacionados à transferência de calor em uma turma da 2ª série do Ensino Médio de uma escola privada? O estudo foi realizado em uma escola privada do município de Vilhena, Rondônia, tendo, como participantes, vinte e três estudantes da 2ª série do Ensino Médio. Os objetivos específicos propostos na pesquisa visaram a explorar conceitos de Física relacionados à transferência de calor na prática fazendo o uso de atividades de robótica; desenvolver uma prática pedagógica, fazendo o uso de atividades de robótica, com alunos da 2ª série do Ensino Médio que envolva conceitos relacionados à transferência de calor e analisar como as atividades desenvolvidas durante a prática pedagógica podem contribuir na compreensão de conceitos relacionados à transferência de calor. A pesquisa é de natureza qualitativa. Para levantamento dos dados foram utilizados um questionário estruturado, questionamentos durante a intervenção pedagógica, observações feitas em um diário de campo, e por fim, fotos e filmagens. Os dados analisados apontaram que: a) os estudantes evidenciaram, no questionário estruturado, antes da intervenção pedagógica, a dificuldade de diferenciar calor e temperatura, pois muitos estudantes relataram que ambos os conceitos eram sinônimos; b) o material utilizado durante a prática pedagógica desenvolvida com os alunos contribuiu para que houvesse exploração e enriquecimento dos conceitos relacionados à transferência de calor como na percepção da diferença entre as três maneiras em que o calor pode ser transferido, além de sua relação com o cotidiano; c) os estudantes, diante da proposta apresentada, estavam ansiosos e predispostos a explorar conceitos relacionados à transferência de calor com a utilização de atividades de robótica; d) as análises de cada atividade, assim como os questionamentos e as discussões durante cada etapa entre aluno e aluno e aluno e pesquisador apontaram que o uso da robótica em sala de aula pode ser um recurso tecnológico para auxiliar na exploração de conceitos relacionados à transferência de calor.

Palavras-chave: Tecnologia. Robótica. Transferência de calor.

ABSTRACT

This dissertation addresses the use of Robotics activities as technology resource for the exploration of concepts related to heat transfer in high school. The problem that served the survey was: what are the implications of using Robotics activities in exploration of concepts related to the transfer of heat in a second grade class from high school to a private school? The study was conducted in a private school in the municipality of Vilhena, Rondônia, having, as participants, twenty-three students in the second grade of high school. The specific objectives proposed in the research aimed to explore physics concepts related to heat transfer in practice making use of Robotics activities; develop a pedagogical practice, making the use of Robotics activities with students in the second grade of high school involving concepts related to heat transfer and analyze how the activities developed during the teaching practice can contribute to the understanding of concepts related to heat transfer. The research is qualitative in nature. Survey data were used to a structured questionnaire, questions during educational intervention, observations made in a field journal, and finally, photos and footage. The data analyzed showed that: a) the students showed, the structured questionnaire, before educational intervention the difficulty to differentiate heat and temperature, because many students reported that both concepts were synonymous; b) the material used during the pedagogical practice developed with students contributed to exploration and enrichment of the concepts related to heat transfer as the perception of the difference between the three ways that heat can be transferred, as well as your relationship with the everyday; c) students in the proposal, were eager and predisposed to explore concepts related to the transfer of heat through the use of Robotics activities; d) analyses of each activity, as well as the questions and discussions during each step between student and student and student and researcher pointed out that the use of Robotics in the classroom can be a technological resource to assist in the exploration of concepts related to heat transfer.

Keywords: Technology. Robotics. Heat transfer.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – <i>Kit</i> base 9797 LEGO MINDSTORMS® NXT	24
Figura 2 – Bloco lógico NXT Brick do LEGO MINDSTORMS® NXT	25
Figura 3 – NXT conectado com quatro sensores (da direita para a esquerda: sensor de distância; sensor de luz; sensor de som e sensores de toque	26
Figura 4 – Exemplo de protótipo (robô) construído com o <i>kit</i> de Robótica LEGO MINDSTORMS® NXT	27
Figura 5 – Plataforma de abertura do <i>software</i> LEGO MINDSTORMS® NXT	27
Figura 6 – Bloco mover e suas configurações	28
Figura 7 – Localização do município de Vilhena, Rondônia	42
Figura 8 – Estudantes respondendo o questionário estruturado	47
Figura 9 – Respostas dadas à questão 1 pelos estudantes E ⁷ e E ¹⁰ , respectivamente	47
Figura 10 – Resposta dada à questão 1 pelo estudante E ²	48
Figura 11 – Respostas dadas à questão 2 pelos estudantes E ³ e E ⁵ , respectivamente	49
Figura 12 – Respostas dadas à questão 2 pelos estudantes E ² e E ⁴	49
Figura 13 – Respostas dadas à questão 3 pelos estudantes E ⁴ , E ⁶ e E ¹¹ , respectivamente	50
Figura 14 – Respostas dadas à questão 4 pelos estudantes E ⁶ , E ⁷ , E ¹³ e E ²⁰ , respectivamente	52
Figura 15 – Respostas dadas à questão 5 pelos estudantes E ⁶ , E ¹¹ e E ¹⁹ , respectivamente	53
Figura 16 – Respostas dadas à questão 5 pelos estudantes E ³ e E ¹³ respectivamente	54
Figura 17 – Respostas dadas à questão 6 pelos estudantes E ⁴ e E ⁶ , respectivamente	55
Figura 18 – Resposta dada pelo estudante E ¹⁸	55
Figura 19 – Respostas dadas pelos estudantes E ⁶ e E ⁷ , respectivamente	56
Figura 20 – Alunos realizando a atividade sobre propagação de calor por irradiação	57

Figura 21 – Gráfico gerado pelo <i>software Data Logging</i> pelo grupo G ¹	57
Figura 22 – Resposta apresentada pelo grupo G ²	59
Figura 23 – Alunos realizando a atividade sobre irradiação entre materiais de cores escuras e claras	60
Figura 24 – Gráfico gerado pelo <i>software Data Logging</i> pelo grupo G ³	61
Figura 25 – Resposta fornecida pelo grupo G ³	61
Figura 26 – Resposta apresentada pelo grupo G ⁵	62
Figura 27 – Resposta apresentada pelo grupo G ⁴	63
Figura 28 – Alunos realizando a atividade sobre convecção térmica	64
Figura 29 – Gráfico gerado pelo <i>software Data Logging</i> pelo grupo G ⁴	65
Figura 30 – Resposta apresentada pelo grupo G ⁴	66
Figura 31 – Resposta apresentada pelo grupo G ⁴	66
Figura 32 – Respostas fornecidas pelos grupos G ³ e G ⁵	67
Figura 33 – Resposta apresentada pelo grupo G ⁴	67
Figura 34 – Resposta apresentada pelo grupo G ³	68
Figura 35 – Alunos desenvolvendo a atividade sobre condução térmica	69
Figura 36 – Gráfico gerado pelo <i>software Data Logging</i> pelo grupo G ¹	70
Figura 37 – Resposta fornecida pelo grupo G ²	71
Figura 38 – Resposta fornecida pelo grupo G ¹	72
Figura 39 – Respostas fornecidas pelos grupos G ² e G ³	72

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	9
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	15
2.1 Tecnologias na educação	15
2.2 Robótica na educação	18
2.3 Detalhamento do <i>kit</i> de Robótica LEGO MINDSTORMS® NXT e do <i>software</i> LEGO MINDSTORMS® NXT.....	23
2.3.1 Detalhamento do <i>kit</i> de Robótica LEGO MINDSTORMS® NXT	24
2.3.2 <i>Software</i> LEGO MINDSTORMS® NXT	27
2.4 Modos de transferência de calor	29
2.5 Estado da arte	33
3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	40
3.1 Caracterização da pesquisa	40
3.2 Delineamento da pesquisa	42
3.3 Organização da pesquisa	43
4. ANÁLISE DOS RESULTADOS	46
4.1 Análise do questionário estruturado.....	46
4.2 Análise das atividades de robótica.....	56
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	74
REFERÊNCIAS.....	78
APÊNDICES	83
ANEXOS	96

1 INTRODUÇÃO

Na introdução desta dissertação, penso ser produtivo trazer alguns fatos de minha trajetória pessoal e profissional, evidenciando como eles foram decisivos na formação do professor que me tornei e na jornada que percorri até ingressar no programa de mestrado.

Nasci em São Luiz Gonzaga, no Rio Grande do Sul em 1987, morei na minha cidade natal até os dois anos de idade com meus pais e um irmão mais velho. Residi com minha família nos Estados do Mato Grosso do Sul, São Paulo e Mato Grosso. Atualmente resido na cidade de Vilhena em Rondônia desde 2009. Minha infância e adolescência escolar ficaram marcadas quando permaneci por dez anos no Estado de Mato Grosso na cidade de Tangará da Serra, onde concluí meu ensino fundamental em uma escola pública e o ensino médio em uma instituição privada. As marcas que ficaram registradas na minha memória durante a fase escolar na educação básica foram os professores que tive (alguns), em especial os da área das ciências exatas. A forma de como conduziram suas aulas, suas personalidades, suas didáticas, enfim, isso tudo me motivou fortemente a dedicar-me ao campo das ciências exatas.

Durante as aulas de laboratório de Física e de Química no ensino médio, ficava empolgado ao ver meus professores realizarem experiências para explorar conceitos científicos por meio de atividades experimentais. Aquilo me fascinava e me despertava uma enorme curiosidade. Percebia que até alguns colegas de classe que não tinham muito interesse em aprender conteúdos de Física e Química, prestavam a atenção nos experimentos realizados e nas palavras dos professores

para não perderem o raciocínio. Após o término de cada aula, fazia algumas comparações com aulas que tive com e sem experimentos. O resultado era surpreendente, aulas com atividades experimentais eram sempre as melhores e as mais interessantes. Por meio delas eu conseguia relacionar a teoria com a prática.

Assim, na vida estudantil, sempre procurei ser um “bom aluno”, dedicado em minhas tarefas, obtendo notas exemplares e um ótimo desempenho escolar. Meus pais se preocupavam com meu crescimento intelectual, moral e social, pois sempre exigiram de mim responsabilidade e outras atitudes que foram determinantes na constituição da pessoa que hoje sou. E, dessa forma, fui crescendo e sendo sempre incentivado por eles a buscar um futuro próspero baseado nos estudos.

Em novembro de 2004, quando prestei meu primeiro vestibular na Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT na cidade de Cáceres, estava convicto de que seria mesmo para Licenciatura plena em Matemática. Após dois meses recebi o resultado como aprovado. No decorrer da graduação, logo no primeiro semestre, tive a oportunidade de ministrar minhas primeiras aulas de Matemática, na substituição de uma professora no período de uma semana em uma turma do segundo ano da Educação de Jovens e Adultos – EJA. Os alunos receberam-me com todo carinho e respeito e a cada aula que passava eu gostava mais. Jamais me esquecerei desta primeira experiência em sala de aula que marcou o início de minha trajetória profissional.

Com o passar do tempo terminei minha graduação no ano de 2008 e já estava lecionando a disciplina de Matemática em uma escola estadual no ensino fundamental e médio. Em fevereiro de 2009 recebi um convite para trabalhar como professor de Matemática e Física (mesmo não possuindo o curso de licenciatura em Física) em uma escola privada na cidade de Vilhena em Rondônia por meio da indicação de um amigo. Aceitei o convite e continuei minha carreira profissional.

Após um ano e meio, já residindo em Vilhena, ministrando aulas expositivas e dialogadas em uma escola de ensino fundamental e médio, preparatória para os principais vestibulares do país e para o Exame Nacional do Ensino Médio – ENEM, senti a necessidade de cursar uma especialização. Logo, cursei pós-graduação *latu sensu* em Metodologia e Didática do Ensino Superior na mesma cidade.

Ao longo desses anos, desde minha primeira sala de aula – conforme já exposto anteriormente –, senti novamente a necessidade de aprimorar meus conhecimentos nas áreas de educação e de ensino. Ministrando aulas somente do tipo tradicionais ou expositivas dialogadas, mesmo que sejam importantes e que na minha concepção não devam ser descartadas, relato que as tais não têm despertado o interesse na maioria dos alunos.

Na busca de novos conhecimentos e na percepção de usar algum tipo de recurso tecnológico para auxiliar na exploração de conteúdos de Física, aproximando os conhecimentos teóricos estudados em sala de aula com a prática vivenciada pelos alunos no cotidiano, despertou o meu interesse em aperfeiçoar-me, ingressando no Mestrado Profissional em Ensino de Ciências Exatas pelo Centro Universitário UNIVATES, curso no qual adentrei em 2015.

Ao tomar conhecimento da existência da robótica educacional por meio da participação de uma palestra de recursos tecnológicos para o ensino de Física em 2013, interessou-me em saber se a robótica educacional poderia viabilizar o conhecimento científico, estimular a criatividade e a experimentação de forma lúdica de estudantes do ensino básico.

Segundo autores abordados no referencial teórico, as tecnologias hoje fazem parte de nossas vidas e são facilmente percebidas por meio de celulares, televisores, máquinas de lavar, carros, entre outros tantos objetos. E por que não explorar a tecnologia dentro da sala de aula como recurso didático para a exploração de conceitos físicos?

Em geral, os aportes teóricos que sustentam o desenvolvimento desta pesquisa afirmam que o uso de tecnologias, em especial, o da robótica, é um recurso tecnológico para relacionar o conhecimento teórico estudado em sala de aula com o cotidiano. Ou seja, desenvolver atividades de robótica pode auxiliar na exploração de conteúdos de Física vivenciados no cotidiano.

Diante disso, esta pesquisa tem como tema **“A robótica como ferramenta para a exploração de conceitos relacionados à transferência de calor”** seguido do problema de pesquisa: **Quais as implicações do uso de atividades de**

robótica na exploração de conceitos relacionados à transferência de calor em uma turma da 2ª série do Ensino Médio de uma escola privada?

Como objetivo geral desta pesquisa, procurou-se **investigar como o uso de atividades de robótica no ensino médio pode contribuir na compreensão de conceitos relacionados à transferência de calor.**

Como objetivos específicos foram elencados três:

- **Explorar conceitos de Física relacionados à transferência de calor na prática fazendo o uso de atividades de robótica;**
- **Desenvolver uma prática pedagógica, fazendo o uso de atividades de robótica, com alunos da 2ª série do Ensino Médio que envolva conceitos relacionados à transferência de calor.**
- **Analisar como as atividades desenvolvidas durante a prática pedagógica podem contribuir na compreensão de conceitos relacionados à transferência de calor.**

A escolha pelo tema “A robótica como ferramenta para a exploração de conceitos relacionados à transferência de calor”, surgiu a partir da minha experiência como professor de Física e de Matemática no ensino médio. Atendendo alunos deste segmento, percebi que, na 2ª série, em especial, existe desinteresse em aprender conceitos físicos, bem como dificuldades de relacioná-los à vida cotidiana. Atuando há dez anos como docente e utilizando diversas ferramentas computacionais, despertou-me a atenção e curiosidade de investigar como o uso de atividades de robótica no ensino médio pode contribuir na exploração de conceitos relacionados à transferência de calor.

O uso de robótica e informática para o ensino é, portanto, um tema que me mobilizou para qualificar minha prática. Papert (1986) menciona que utilizava o LOGO¹ para ensinar geometria. Os alunos programavam o computador de forma que a tartaruga caminhasse conforme sua programação.

¹ Em informática, Logo é 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

Assim como a tartaruga foi utilizada para ensinar geometria segundo Papert (1986), pensei que o uso de atividades de robótica poderia ser um aliado para contribuir na exploração de conceitos físicos, pois acreditei que despertaria o interesse nos alunos em querer explorar de uma forma lúdica e desafiadora, que uniria aprendizado e prazer. Além de incentivar a exploração de teorias na prática mediante a construção de maquetes, protótipos e robôs controlados por computador.

Diante deste cenário e levando em conta a vontade de estudar, pesquisar e acompanhar alunos, utilizando atividades de robótica no estudo de conceitos físicos como transferência de calor, acreditei ser necessário um estudo mais aprofundado desta relação que já estabeleço nas minhas aulas, porém de forma mais prática. Assim, tornou-se essencial esta pesquisa à luz de referenciais teóricos e com metodologias investigativas apropriadas.

Em pesquisa realizada no portal da CAPES² (do ano de 2000 ao ano de 2015), não encontrei nenhum trabalho com o uso de atividades de robótica relacionado ao estudo de conceitos de transferência de calor. Percebi que alguns trabalhos já foram realizados, utilizando a robótica no ensino de Física, mas com os itens que permeiam esta pesquisa – “Tecnologia, Robótica, Transferência de calor” – não encontrei nenhum trabalho. Neste contexto, optei por este tema como foco desta pesquisa de mestrado.

Outro motivo que incentivou-me a pesquisar este tema foi a falta de material na área da Física, voltada ao ensino contemplando robótica, ou seja, encontrei poucas pesquisas na área de robótica, mais especificamente, com o uso de materiais tecnológicos, como o *kit* de robótica LEGO MINDSTORMS[®] NXT e *software* LEGO MINDSTORMS[®] NXT.

Esta pesquisa explorou conceitos relacionados à transferência de calor por meio de atividades de robótica com a utilização do *kit* de robótica LEGO MINDSTORMS[®] NXT e o *software* LEGO MINDSTORMS[®] NXT, ambos disponibilizados pela escola.

filosofia construcionista, segundo a interpretação de Seymour Papert, co-criador da linguagem junto com Wally Feurzeig. Disponível em: https://pt.wikipedia.org/wiki/Logo#cite_note-artigoFractal-1.

² CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Disponível em: <http://www.capes.gov.br/>.

Acredito que os resultados decorrentes desta pesquisa serão importantes para professores explorarem em suas aulas, tanto em Física, Matemática, Geografia, Química, entre outros, como estimular outras instituições de ensino a adquirir os referidos materiais, *kits* de robótica LEGO MINDSTORMS® NXT e *software* LEGO MINDSTORMS® NXT. Não são materiais de baixo custo, porém, de alta tecnologia e interativos para quem deseja que o aluno vivencie na prática aquilo que é ensinado na teoria e o torne um profissional que esteja inserido no mundo tecnológico do século XXI.

No próximo capítulo, apresento o referencial teórico que foi utilizado para subsidiar esta pesquisa.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Esta pesquisa tem sua fundamentação teórica organizada em cinco subcapítulos. No primeiro, descrevo sobre tecnologias na educação, destacando a importância das mesmas na educação. No segundo, apresento a Robótica Educacional, mostrando seu significado, seu histórico e sua importância no ensino de Física. No terceiro, descrevo as ferramentas que serão utilizadas na intervenção pedagógica; dividindo-o em duas partes, sendo elas: *kit* de robótica LEGO MINDSTORMS® NXT e *software* LEGO MINDSTORMS® NXT. Já no quarto item, apresento a importância do estudo e da exploração de conceitos relacionados à transferência de calor, e, finalmente, no quinto subcapítulo, a presença de produção recente (Estado da Arte) que contemplam e integram este tema com o das tecnologias no ensino.

2.1 TECNOLOGIAS NA EDUCAÇÃO

Castilho (2002) menciona que 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 e significativa e auxiliar na melhoria do desempenho dos alunos, são os principais motivos para se utilizar tecnologia em benefício da educação.

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 Penteadó (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.

Borba e Penteadó (2007) afirmam que nas escolas percebem-se cada vez mais alunos com dispositivos móveis como celulares, *tablets* e *smartphones*, trocando informações e interagindo entre si. Neste contexto, entendo que o uso das tecnologias em sala de aula como meio de aprendizagem se torna cada vez mais importante.

Segundo 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, Pinto (2011) afirma que a escola básica tem dificuldade de acompanhar esse ritmo de inovação tecnológica. Tal cenário é explicado pelo professor Jorge Ramos do Ó, doutor em História da Educação pela Faculdade de Psicologia e de Ciências da Educação da Universidade de Lisboa, em entrevista à revista Educação e Realidade (2007). O pesquisador 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 que foi criado no final do século XIX que se baseia na construção de grupos homogêneos de alunos que progridem por classes e onde existe sempre uma relação entre a idade do aluno e o saber que lhe é fornecido.

Ó (2007) ainda enfatiza que o modelo educacional que nós temos está mais próximo do século XIX do que do século em que estamos vivendo. E os nossos alunos evidentemente são mais do século XXI do que do século XIX.

Em consonância com Jorge Ramos do Ó (2007), Corazza (2005) diz que 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, não que não seja válido, pois se acredita nos pontos positivos desta maneira de “ensinar”. Porém, Corazza (2005) afirma que o professor (em pleno século XXI) 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. Marc Prensky em seu artigo “Nativos Digitais, Imigrantes Digitais” 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).

De acordo com Prensky (2001), nossos alunos sabem lidar diariamente com as tecnologias do presente século e, por isso, os professores devem inseri-las em suas aulas. Isto fará com que os docentes se aproximem tanto da linguagem quanto do cotidiano dos estudantes.

Ainda dialogando com Jorge Ramos do Ó (2007, p. 112) a respeito das tecnologias na educação, ele menciona que as novas tecnologias são capazes de “produzir uma compreensão e uma codificação verbal da realidade muito mais sofisticada” comparada com a do século passado, em que se usava apenas o computador como recurso tecnológico.

Borba e Penteadó (2001) 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 sim usar estes recursos para que o aluno possa, por meio deles, construir e compreender o conhecimento. Borba e Penteadó (2001) relatam que muitos professores preferem se manter em uma zona de conforto, ou seja, preferem ministrar suas aulas somente de maneira tradicional, sempre usando aulas expositivas, o que as torna uma repetição cotidiana e que às vezes não promove aprendizagem de seus alunos de forma satisfatória. No cenário contemporâneo, o uso de tecnologias em sala de aula em larga escala ainda não está consolidado, por diferentes razões (falta de formação, acesso, recursos etc.), embora seja reconhecido seu valor como ferramenta de aprendizagem.

É necessário que o professor conheça novas estratégias de ensino e de aprendizagem por meio dos recursos tecnológicos e adapte-os ao seu projeto pedagógico. Para Borba e Penteado (2001) 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 adaptados ao tema de estudo.

Diante deste contexto, no avanço das tecnologias está presente a robótica, tanto na educação, quanto em outras áreas. 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).

No próximo subcapítulo, apresento a Robótica Educacional, sendo esta mais um recurso tecnológico que pode ser explorado na sala de aula, em especial, no ensino de Física.

2.2 ROBÓTICA NA EDUCAÇÃO

Segundo Castilho (2002), o termo robô surgiu, pela primeira vez, em 1921 na Tchecoslováquia em uma peça de teatro. A palavra tcheca *robotá* 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.

Seymour Papert (1986), um matemático nascido na África do Sul, relata em sua obra LOGO: computadores e educação, que antes dos dois anos de idade já se interessava por automóveis e de suas partes em funcionamento. Desse interesse, um era especial para ele: as engrenagens. Observava-as como elas giravam e interagiam entre si. Foi a partir daí que Papert tomou gosto pela Matemática e pela tecnologia.

Feitosa (2013) afirma que Seymour Papert foi o criador da LOGO 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.

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, 1986, p. 35).

Papert (1986) menciona que o uso da Robótica em sala de aula faz o aluno descobrir e explorar o conhecimento. Nos últimos anos, a Robótica passou a ser utilizada também na educação. Castilho (2002) afirma que 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.

O trabalho com educação tecnológica capacita os educadores, viabilizando um novo agir no ensino e tornando o processo educativo mais dinâmico e atraente. Esse trabalho não tem fim em si mesmo: não se trata do educador ensinar tecnologia, mas de utilizar o recurso tecnológico como fator de motivação para, a partir do interesse, levar o aluno à construção do próprio conhecimento (FEITOSA, 2013, p. 30).

Castilho (2002) afirma 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.

Também conhecida como Robótica Pedagógica, é caracterizada por ambientes de aprendizagem, pois o aluno pode montar e programar um robô ou sistema robotizado. Vai desde a simulação na tela do computador, como por exemplo, a implementação de um relógio digital ou contador que aparece na tela do computador e possui apenas sensores externos até meios físicos externos ao computador. Um robô inteligente com capacidade

de decisão numa competição pode ser um projeto bastante estimulante ao aprendiz e é viável numa escola (CASTILHO, 2002, texto digital).

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.

Concordando com Gomes (2007), Feitosa (2013) menciona ainda que a Robótica Educacional trata-se de uma atividade desafiadora, que une aprendizado e saber, além de ser um instrumento para o professor desenvolver seu conteúdo curricular e fazer um *link* com o mundo real, pois desde tempos imemoriais, viver sempre constituiu uma situação-problema. Para ele, os antepassados, por exemplo, dispunham de poucos recursos tecnológicos para resolver situações problema. Gomes (2007) relata que há cinco vantagens de aliar a robótica com o ensino escolar:

- Transforma a aprendizagem em algo motivador, tornando bastante acessíveis os princípios de ciência e tecnologia aos alunos;
- Permite testar em um equipamento físico o que os estudantes aprenderam, utilizando modelos que simulam o mundo real;
- Ajuda a superação de limitações de comunicação, fazendo com que o aluno verbalize seus conhecimentos e suas experiências e desenvolva sua capacidade de argumentar e contra argumentar;
- Desenvolve o raciocínio e a lógica na construção de algoritmos e programas para controle de mecanismos;
- Favorece a interdisciplinaridade, promovendo a integração de conceitos de áreas como Matemática, Física, Eletrônica, Mecânica e Arquitetura (GOMES, 2007, p. 130).

Correia (2008) diz que a Robótica Educacional como recurso tecnológico permite que os alunos compreendam com maior facilidade os conteúdos abordados em sala de aula, tentando com isso também explorar a dimensão afetiva do aluno, que, por sua vez, consente e se motiva para buscar o melhor entendimento do assunto estudado.

Para o especialista, 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 contexto, Heineck (2007) afirma que a Física é uma ciência experimental, e que mesmo o professor em meio às dificuldades, não pode se restringir apenas à fundamentação teórica, pois esta pode acarretar em uma 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, p. 45):

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.

Na mesma linha, Rodrigues (2005) afirma que cada vez mais vemos alunos desmotivados em relação às disciplinas, em especial, às das áreas das ciências naturais, como a Física, por exemplo. Esta desmotivação dos alunos pela Física que Rodrigues (2005) se refere está de acordo com a fala de Feyerabend (1989):

A ciência moderna não é tão difícil e tão perfeita quanto à propaganda quer levar-nos a crer. Disciplina como a Física, a Química, a Biologia ou as tecnológicas só parecem difíceis porque são mal ensinadas, porque as lições comuns estão repletas de material redundante e porque a elas nos dedicamos já muito avançados na vida (FEYERABEND, 1989, p. 463).

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, já que, às vezes, alguns conteúdos de Física 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.

A robótica no ensino de ciências é uma área nova, até mesmo no cenário internacional, constituindo-se um vasto campo para ser explorado em sua plenitude. Essa tecnologia é comumente utilizada em disciplinas de computação, engenharia e mecatrônica. No entanto, pesquisas recentes revelam grande potencial de seu uso também fora desse contexto, principalmente no ensino de ciências (ROUXINOL, 2011, p. 2).

Feitosa (2013) relata que 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 cotidiano.

Meirieu (1998) afirma que a situação-problema é uma situação didática na qual se propõe ao sujeito uma tarefa que ele não pode realizar sem efetuar uma aprendizagem com precisão. Essa aprendizagem que constitui o verdadeiro objetivo da situação-problema ocorre ao vencer o obstáculo na realização da tarefa.

Estudar e compreender conteúdos de Física como, por exemplo, processos de transferência de calor, pode se tornar mais fácil quando o professor usa a Robótica Pedagógica como ferramenta de ensino, pois o aluno pode compreender com mais facilidade o porquê de estudar este e outros conteúdos, elaborando modelos simplificados de determinadas situações, levantando hipóteses e fazendo previsões.

Feitosa (2013) ainda relata que o aluno ao utilizar a Robótica para estudar e compreender conteúdos de Física, o mesmo fica à frente de uma situação concreta, reconhece a natureza dos fenômenos envolvidos, se situa dentro do conjunto de fenômenos da Física e identifica as grandezas relevantes em cada caso. A propósito do papel da robótica no Ensino de Física, compartilha-se outra reflexão:

[...] ao se explorar o uso efetivo da robótica no ensino de Física é preciso a criação de atividades que possam minimamente relacionar os conhecimentos físicos a serem ensinados com os elementos intrínsecos a essa tecnologia. É preciso buscar uma cuidadosa negociação entre estes fatores e seus objetivos didáticos pedagógicos, para que sejam diminuídos

os riscos de desperdiçar seu potencial como instrumento de ensino (SCHIVANI et al, 2013, p. 5).

Frangou et al (2008) destacam a utilização do *kit* de Robótica LEGO MINDSTORMS® NXT e o *software* LEGO MINDSTORMS® NXT desenvolvidos ambos pela LEGO® como sendo um recurso importante para ser utilizado em atividades que necessitam identificar ou verificar uma lei geral que controla determinado fenômeno ou mesmo para fazer levantamentos estatísticos utilizando gráficos e demais informações sobre um experimento.

Vale destacar que a justificativa pela escolha do *kit* de Robótica LEGO MINDSTORMS® NXT juntamente com o *software* LEGO MINDSTORMS® NXT para a realização desta pesquisa se deu ao fato de que os alunos (que participaram desta pesquisa) possuem a disciplina de Robótica e desenvolvem (exclusivamente) atividades com montagem e programação de robôs para competirem em torneios municipais, estaduais, nacionais e internacionais sem se preocuparem com o desenvolvimento de *hardwares*.

Frangou et al (2008) ressaltam ainda que os *kits* de Robótica LEGO MINDSTORMS® NXT não são *kits* de baixo custo quando comparados com outros materiais como arduino, *scratch* etc., porém, são muito explorados para incentivar a criação de protótipos e despertar o interesse em alguma profissão.

Na sequência, apresento as ferramentas que foram utilizadas nesta pesquisa com o objetivo de contribuir na exploração de conceitos relacionados à transferência de calor.

2.3 DETALHAMENTO DO KIT DE ROBÓTICA LEGO MINDSTORMS® NXT E DO SOFTWARE LEGO MINDSTORMS® NXT

Nessa seção, destaco brevemente as ferramentas que foram utilizadas para desenvolver a pesquisa. Primeiramente apresento o *kit* de Robótica LEGO MINDSTORMS® NXT, que será usado para desenvolver os protótipos robóticos. Em seguida, destaco o *software* LEGO MINDSTORMS® NXT, linguagem de programação que foram usados para programar os robôs.

2.3.1 Detalhamento do *kit* de Robótica LEGO MINDSTORMS® NXT

O sistema LEGO MINDSTORMS® foi lançado no ano de 1998 em parceria da empresa Lego com Massachusetts *Institute of Technology* (Instituto de Tecnologia de Massachusetts, localizada nos Estados Unidos). Trata-se de uma linha específica para a área da Educação Tecnológica (Infoescola, 2016).

Segundo o *site* de informações www.infoescola.com/tecnologia/lego-mindstorms/, o sistema 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.

Suzuki et al (2010) relatam:

O nosso kit é o Kit Base 9797 e é composto por 431 peças: 3 servomotores, 4 sensores (toque, som, luz e ultrassom), 7 cabos para conexões com motores e sensores, um cabo para interface USB, o Brick Inteligente NXT, que é o corpo central do robô, bateria carregável, base giratória, rodinhas com pneus e várias peças [...] como blocos, vigas, eixos, rodas, engrenagens e polias (SUZUKI et al, 2010, p. 4).

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>.

Nascimento e Bezerra (2013) explicam que:

O NXT Brick, [...], é o dispositivo programável que atua como unidade de controle central do kit Mindstorms. Transforma modelos mecânicos em robôs e controla suas ações. O NXT Brick amplia as possibilidades de uso do kit, permitindo aos alunos construir não apenas as estruturas e mecanismos, mas também desenvolver conhecimentos e técnicas baseadas no comportamento de sistemas de controle (NASCIMENTO e BEZERRA, 2013, p. 650).

A Figura 2 apresenta o Bloco lógico NXT Brick do LEGO MINDSTORMS® NXT.

Figura 2 – Bloco lógico NXT Brick do LEGO MINDSTORMS® NXT



Fonte: <http://zoom.education/t/produtos/lego-mindstorms-nxt>

De acordo com Nascimento e Bezerra (2013), o NXT pode coletar informações do ambiente por meio de quatro sensores (pois o NXT possui quatro entradas numeradas de 1 a 4) e acionar até três dispositivos de servomotor (pois o NXT possui três saídas indicadas com letras de A até C). No entanto, ainda de acordo com Nascimento e Bezerra (2013, p. 650), “é possível obter sensores adicionais para conectar no NXT Brick, tais como o sensor de temperatura [...], explorando as potencialidades deste *kit* de robótica”. A Figura 3 apresenta um bloco de NXT conectado com quatro sensores.

Figura 3 – NXT conectado com quatro sensores (da direita para a esquerda: sensor de distância; sensor de luz; sensor de som e sensores de toque)



Fonte: http://mlb-s1-p.mlstatic.com/lego-mindstorms-9797-nxt-education-base-set-aulas-robotica-617211-MLB20516211366_122015-O.jpg

Suzuki et al (2010) afirmam que são vários os protótipos que podem ser montados com o *kit* de robótica LEGO MINDSTORMS® NXT, protótipos estes, que podem ser até criados por alunos, professores ou admiradores da robótica. Como já citado anteriormente, acompanha o *kit* de robótica LEGO MINDSTORMS® NXT um cabo USB para o envio de dados entre o computador e o bloco lógico NXT. Os dados enviados ao bloco lógico NXT são desenvolvidos por meio de uma programação pelo *software* LEGO MINDSTORMS® NXT, ou seja, é possível criar programações com vários comandos e transferir ao robô para que o mesmo as execute. A Figura 4 apresenta um exemplo de protótipo construído com o *kit* de Robótica LEGO MINDSTORMS® NXT.

Figura 4 – Exemplo de protótipo (robô) construído com o *kit* de Robótica LEGO MINDSTORMS® NXT



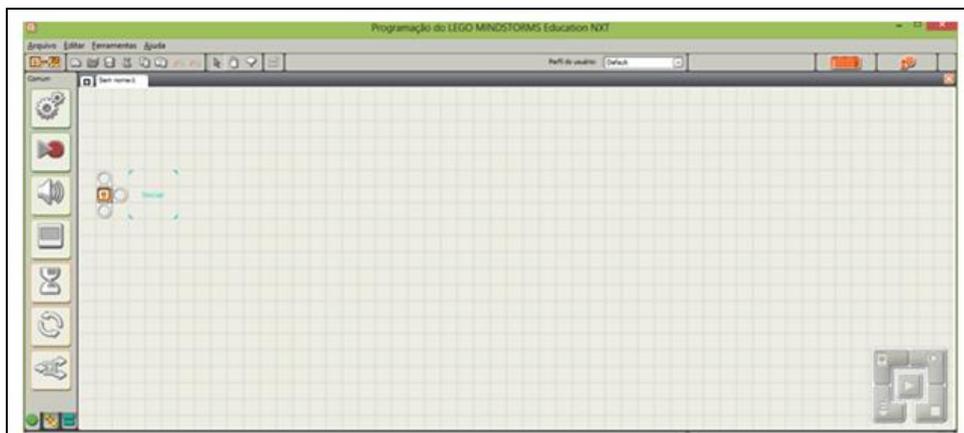
Fonte: http://www.ingeniu.com/ecommerce/control/product/~product_id=MINDST289

Na próxima subseção apresento o *software* LEGO MINDSTORMS® que foi utilizado para a programação dos protótipos.

2.3.2 Software LEGO MINDSTORMS®

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 mesmos para a área de trabalho como mostra a figura 5.

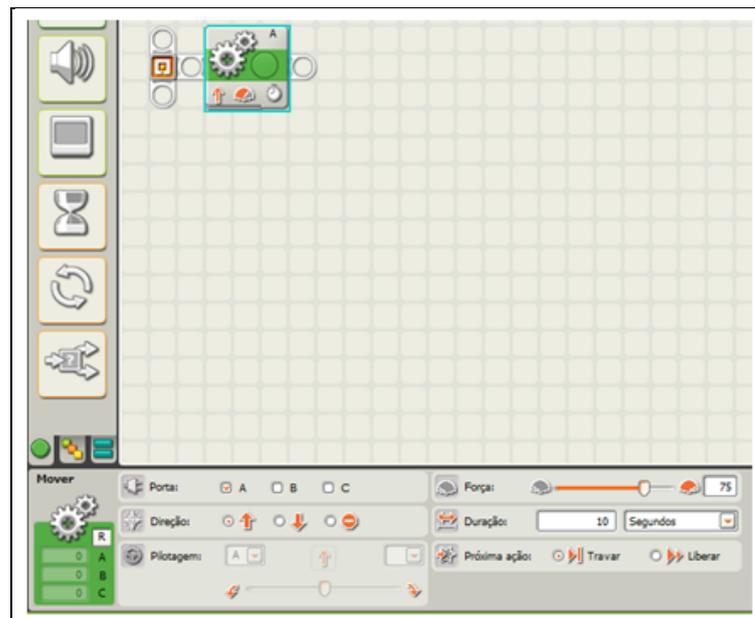
Figura 5 – Plataforma de abertura do *software* LEGO MINDSTORMS® NXT



Fonte: *Software* LEGO MINDSTORMS® NXT

Neto et al (2012) explicam que na plataforma do programa são encontrados blocos do tipo, mover, correspondente a ações que serão executadas pelos motores acoplados ao NXT, sensor, correspondente à recepção de um valor medido por um dos sensores, além de outros blocos. Na Figura 6 pode ser visto um bloco mover e suas configurações.

Figura 6 – Bloco mover e suas configurações (na parte inferior)



Fonte: Software LEGO MINDSTORMS[®] NXT

Juntamente com o software LEGO MINDSTORMS[®] NXT, existe outro software chamado *Data Logging*, que pode ser utilizado para coleta de dados. Mencionam Neto et al (2012, p. 4) que:

O programa cria um bloco que simula um experimento, onde são definidas as variáveis a serem medidas, o tempo de amostragem e outros parâmetros que podem variar. Com o auxílio deste programa pode-se verificar desde a variação do eixo de um motor até a variação da cor de certa superfície.

Para melhor compreender de como funciona o software *Data Logging*, Pietrocola et al (2012) explicam 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 próprio software, 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.

Cabe salientar que neste trabalho foram incorporadas atividades de robótica com a utilização do *kit* de Robótica LEGO MINDSTORMS® NXT juntamente com o *software* LEGO MINDSTORMS® NXT, abordando os modos de transferência de calor.

2.4 MODOS DE TRANSFERÊNCIA DE CALOR

Segundo Marques e Araujo (2008, p. 7), a origem do termo **energia** é a palavra grega “*érgon*”, que significava trabalho. Assim, “*en + érgon*” queria dizer, na Grécia Antiga, "em trabalho", "em atividade", "em ação”.

Energia é um termo muito usado no nosso cotidiano. É muito comum ouvirmos expressões neste perfil: “a conta de energia da minha casa veio muito alta”, “a energia acabou”, “as crianças precisam se alimentar muito para adquirirem energia”. Marques e Araujo (2009) afirmam que a energia está relacionada com os mais diversos fenômenos da natureza.

Na verdade todos os fenômenos que ocorrem na natureza envolvem transformações de energia. Enquanto caminhamos ou lemos um livro, estamos transformando energia. Para o nosso organismo manter as funções vitais, como por exemplo pulsar o coração, respirar ou manter a temperatura corporal constante, estamos também transformando energia (MARQUES e ARAUJO, 2009, p. 7).

Moreira (1998) afirma que o conceito mais importante para a Física e para a ciência de um modo geral é o conceito de energia. Concordando com Moreira (1998), Marques e Araujo (2009) ainda relatam que o termo energia, mesmo sendo um dos mais importantes da Física, é muito abstrato, pois abrange muitos fenômenos distintos entre si.

A energia afeta tudo que existe na natureza e as leis que governam seu comportamento estão entre as mais importantes e abrangentes da ciência. Podemos pensar em energia como algo que se transforma continuamente e que pode ser usado para realizar trabalho. (MARQUES e ARAUJO, 2009, p. 7).

Existe um princípio que é aplicado a qualquer processo físico até hoje conhecido: o princípio de conservação da energia. Conforme Marques e Araujo (2009, p. 7):

A energia, em qualquer processo físico, apenas pode ser transformada e a sua quantidade total sempre permanece constante. E precisamente nisso reside sua importância, ou seja, em um sistema físico isolado existem várias formas de energia, podendo umas se transformarem nas outras, porém no geral a energia não pode ser criada nem destruída.

Dialogando com Marques e Araújo (2009), Paz e Mariano (2015) também afirmam que a energia do Universo não pode ser criada nem destruída; o que ocorre é que um tipo de energia se transforma em outro tipo. Dessa forma, quando acontece uma sucessão de transformações de energia, a quantidade total de energia permanece constante, ou seja, a energia do Universo permanece a mesma.

Na realidade, a energia não é consumida, mas *transformada* de um tipo em outro. A energia que parece sumir reaparece sob outra forma e com outro nome. Em um ventilador, por exemplo, a energia elétrica que chega pelos fios é transformada em energia de rotação das pás, em energia térmica, uma vez que a temperatura do motor do ventilador aumenta, e em energia sonora (PAZ e MARIANO, 2015, p. 14).

Paz e Mariano (2015, p. 15) ainda explicam que o princípio da conservação da energia se baseia em “energia como algo que se transforma continuamente, mudando de forma com facilidade e, mesmo assim, seu valor continua inalterado durante todo o processo”.

Diante deste contexto, outro termo muito utilizado em nossa vida diária é o calor. Marques e Araujo (2009) afirmam que o senso comum associa calor como uma forma de energia e só está presente em corpos com temperaturas mais altas. Logo, no estudo da transferência de calor é importante a definição de alguns conceitos como calor e temperatura, que geralmente, são confundidos por muitas pessoas.

Segundo Young e Freedman (2008), os termos temperatura e calor costumam ser usados como sinônimos no dia a dia. É comum encontrarmos várias pessoas que afirmam que temperatura e calor possuem o mesmo significado. Contudo, em Física, estes dois termos possuem significados diferentes.

O conceito de temperatura, no senso comum, está relacionado às ideias de quente e frio, identificadas pelo tato. Esta compreensão não está de acordo com a Física.

É do nosso conhecimento que, ao tocarmos com a mão uma porta de madeira e a maçaneta de metal, têm à mesma temperatura, entretanto, temos sensações térmicas diferentes. A avaliação de uma temperatura por intermédio do tato merece pouca confiança. Vemos assim que, para avaliar a temperatura com certo rigor, temos que recorrer a outros efeitos (MARQUES e ARAUJO, 2008, p. 11).

Segundo Penteadó e Torres (2006), na Física, temperatura é a medida do grau de agitação das moléculas de um corpo. Ou seja, um corpo com maior temperatura, possui maior agitação cinética de suas moléculas e, conseqüentemente, um corpo com menor temperatura, possui menor agitação cinética das moléculas que o compõem. Já o conceito de calor está relacionado com a transferência de energia de um corpo para outro, devido a uma diferença de temperatura entre eles.

Na Física, o termo calor sempre se refere a uma transferência de energia de um corpo ou sistema para outro, em virtude de uma diferença de temperatura existente entre eles, nunca indica a quantidade de energia contida em um sistema particular. Podemos alterar a temperatura de um corpo fornecendo ou retirando calor dele, ou retirando ou fornecendo outras formas de energia [...] (YOUNG e FREEDMAN, 2008, p.190).

Concordando com Young e Freedman (2008), Pereira (2010, p. 52) deixa claro que “calor é o nome dado à energia que é transferida [...] e não à energia que o corpo possui”.

É extremamente importante que os conceitos de calor e temperatura sejam bem compreendidos, pois Marques e Araujo (2008) relatam que no dia a dia, quando alguém diz que está com frio, na verdade ele se refere à sensação térmica. Neste caso, o que acontece na verdade, é que na temperatura normal do corpo humano, comumente há transferência de calor deste para o ambiente, pois o que acarreta esta transferência é a diferença de temperaturas.

Neste sentido, para compreender como o calor é transferido, Young e Freedman (2008, p. 199) destacam que “os três mecanismos de transferência de calor são a condução, a convecção e a radiação”.

A condução ocorre no interior de um corpo ou entre dois corpos em contato. A convecção depende do movimento da massa de uma região para outra. A radiação é a transferência de calor que ocorre pela radiação eletromagnética, tal como a luz solar, sem que seja necessária a presença

de matéria no espaço entre os corpos (YOUNG e FREEDMAN, 2008, p. 199).

Segundo Hewitt (2002):

Condução: É a transferência de energia térmica pelas colisões eletrônicas e moleculares no interior da substância (especialmente se for sólida).

Convecção: É a transferência de energia térmica em um líquido ou gás por meio de correntes no interior de um fluido aquecido. O fluido se move, transportando com ele energia.

Radiação: É a transferência de energia por meio de ondas eletromagnéticas (HEWITT, 2002, p. 293, grifo do autor).

A radiação é o único modo de transferência de calor que pode ocorrer no vácuo. Sobre tal fenômeno, Hewitt (2011) relata:

A energia vinda do Sol atravessa o espaço, depois a atmosfera terrestre para, então, aquecer a superfície da Terra. Essa energia não passa através da atmosfera por condução, pois o ar é um mau condutor. Também não passa por convecção, pois essa só tem início quando a Terra já está aquecida. Também sabemos que no espaço vazio entre nossa atmosfera e o Sol não é possível haver transmissão de energia solar por convecção ou condução. Assim, vemos que a energia deve ser transmitida de outra maneira – por irradiação (HEWITT, 2011, p. 290).

Silva et al (2014) afirmam que os modos de transferência de calor estão presentes em nossa vida diária.

Ao longo do dia, estamos expostos às diferentes formas de transferência de calor e, muitas vezes, nem nos damos conta disso. Ao escolher o horário adequado para a realização de uma atividade Física ao ar livre, na opção de uma roupa e de sua cor para sair, na disposição dos alimentos na geladeira, ao estacionar embaixo de uma árvore são exemplos da importância desse fenômeno em nosso cotidiano (SILVA et al, 2014, p. 81).

É muito comum entrarmos em uma residência (com portas e janelas fechadas) que ficou exposta ao Sol por um longo período de tempo e sentirmos muito calor. No senso comum, afirmamos “que a casa está quente”. Ao abrirmos as portas e janelas, ou ligarmos um ventilador e/ou um ar condicionado, percebemos que esta sensação de calor vai diminuindo. Mas por que isto acontece? Por que “uma casa pode esquentar” se ficar exposta ao Sol por muito tempo? Por que ao abrir portas e janelas, a sensação de calor “diminui”? Por que quando ligamos um ventilador no interior de uma residência, o ar quente “desaparece”?

Estas e outras perguntas relacionadas ao calor são muito comuns em nosso dia-a-dia, porém, são poucas as pessoas que sabem realmente, dentro da Física, a resposta correta. Pietrocola et al (2012) afirmam:

No interior da casa, ocorrem os três processos de transmissão térmica. O calor é transmitido pelas paredes por meio da condução, ocorrendo convecção e irradiação em seu interior. Também há troca de calor com o ambiente externo quando as janelas estão abertas (PIETROCOLA, 2012, p. 66).

Os modos de transferência de calor apresentam suas próprias características tendo predominância de um ou outro em alguns materiais. Silva et al (2014, p. 89) destacam que “pode ocorrer situações em que dois ou mais processos de transferência de calor aconteçam simultaneamente”.

Portanto, partindo dos referenciais transcritos anteriormente, passou-se a pensar em como atividades de robótica podem contribuir na exploração de conceitos relacionados à transferência de calor, para os estudantes do Ensino Médio.

2.5 ESTADO DA ARTE

As informações apresentadas nessa seção foram realizadas a partir de buscas nas teses, dissertações e artigos, disponibilizados nos repositórios das instituições universitárias brasileiras onde esses trabalhos foram publicados. Foram poucos os trabalhos encontrados que permeiam o tema deste projeto nos últimos cinco anos.

Cabe salientar que nenhum trabalho foi encontrado com as palavras chaves “robótica educacional lego ensino Física”. Quando utilizadas as palavras chaves “robótica educacional lego” no portal de periódicos da Capes encontrou-se apenas três registros.

Portanto, a análise da produção recente ficou restrita a três trabalhos (sendo duas dissertações e um artigo científico) disponibilizados no portal da Capes desenvolvidos na área de robótica educacional com a utilização do lego, além de quatro dissertações e um artigo internacional viabilizados por meio de *sites* de repositórios de instituições universitárias. Cabe ressaltar ainda que na pesquisa

realizada no *InterSciencePlace* com as palavras chaves “robótica educacional lego” e “*educational lego robotics*” nenhum trabalho foi encontrado. Acredita-se que essa amostragem já possa apresentar algumas contribuições que o uso de robótica educacional LEGO® proporcionam ao ensino.

Dentre as produções que utilizaram robótica educacional com o *kit* LEGO MINDSTORMS®, merece destaque a dissertação de mestrado de Martins (2012) disponibilizada no portal da Capes com o título “Robótica na sala de aula de Matemática: os estudantes aprendem Matemática?”.

O objetivo geral do trabalho de Martins (2012) era utilizar a robótica educacional LEGO MINDSTORMS® como recurso de ensino de Matemática (com os conteúdos: simetria, noção de proporção, medidas, frações, multiplicação e divisão de números inteiros) nos anos finais do ensino fundamental como facilitador ao professor e suas contribuições no auxílio à aprendizagem dos alunos.

A pesquisa foi realizada em uma escola municipal da cidade de Porto Alegre, Rio Grande do Sul, com 28 alunos de uma turma de 7º ano do ensino fundamental com faixa etária entre 11 e 15 anos. Os resultados da pesquisa mostraram um maior envolvimento dos estudantes nos estudos de Matemática e robótica, além da aceitação do erro como uma estratégia na busca de soluções de problemas de Matemática e o desenvolvimento de estratégias para organizar-se em grupos de trabalho. Conforme Martins (2012, p. 131):

A partir dos dados analisados, pode-se concluir que a utilização do material de robótica educacional na escola é válida. Por quê? Além de permitir a exploração de conceitos de Matemática, aspectos relativos à educação tecnológica e conceitos de Física podem ser discutidos e abordados com alunos dos Anos Finais do Ensino Fundamental. A organização dos grupos para realizar os projetos, sua comunicação e expressão oral entre eles e com a professora melhorou. Foi percebido um maior envolvimento com os estudos relativos à robótica e a Matemática. E também ficaram registrados os conhecimentos de Matemática adquiridos. Os dados apresentados refletem que a aprendizagem dos alunos, assim como com a utilização de outros recursos, não está garantida, pois muitos alunos apresentaram dificuldades de interpretar os mecanismos e resolver alguns desafios propostos. Considerando que não existe uma fórmula ou recurso que garanta a aprendizagem, a proposta desenvolvida mostrou-se enriquecedora tanto para os alunos quanto para a professora-pesquisadora.

Outro trabalho relevante foi o artigo científico de Moraes, Laurino e Machado (2009) também disponibilizado no portal da Capes com o título “Tecnologias da

informação e comunicação: a robótica possibilitando a aprendizagem das ciências em sala de aula”. Os autores destacam que o objetivo da pesquisa foi analisar o uso da robótica educacional e sua contribuição para o conhecimento da ciência, identificando as aprendizagens possíveis, pela observação e relato dos estudantes. A pesquisa foi desenvolvida com 28 alunos de uma turma de 7º ano do ensino fundamental de uma escola privada em Porto Alegre, Rio Grande do sul, com a utilização do *kit* de robótica LEGO® com conteúdos de Matemática como equação do primeiro grau e figuras geométricas.

Pode-se verificar que a interação entre sujeitos no trabalho em equipe, com os objetos Lego-Logo e com o computador possibilitou a socialização do conhecimento e o desenvolvimento do pensamento lógico-dedutivo. Constatou-se que a robótica associada ao currículo escolar auxilia a compreensão dos conteúdos científicos e tecnológicos (MORAES, LAURINO e MACHADO, 2009, p. 1409).

A dissertação de mestrado de Cabral (2010) intitulada como “Robótica educacional e resolução de problemas: uma abordagem microgenética da construção do conhecimento” disponibilizada no portal da Capes foi defendida no Programa de Pós-graduação em Educação da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Neste trabalho foram analisadas as estratégias utilizadas por alunos do ensino fundamental para resolver um problema de robótica educacional utilizando o *kit* de robótica LEGO®. A investigação consistiu em propor um desafio por aluno e observar suas decisões a caminho da solução. As atividades foram desenvolvidas em contraturno das aulas regulares dos alunos. Cabral (2010, p. 7) afirmou que os resultados finais apontaram “contribuições da análise microgenética para refletir a macrogênese cognitiva, além de indicar contribuições para o ensino de robótica e para o ensino em geral, voltado para a resolução de problemas e construção do conhecimento”.

A proposta de Cabral (2010) levou em conta que há diferentes maneiras de resolver um problema, seja ele qual for, independentemente de sua área, do seu tamanho ou de sua complexidade.

Essa investigação mostrou também que os sujeitos possuem maneiras individuais de representar uma solução para o problema que pode não ser igual ao exemplo do livro didático, da revista ou do exemplo considerado como “o melhor” pelo professor. Além disso, a representação mental que o

indivíduo elabora acerca do problema mostrou-se um importante recurso para a resolução (CABRAL, 2010, p. 139).

Na sequência são apresentados cinco trabalhos que foram encontrados com as buscas realizadas em repositórios de instituições nacionais e internacionais.

Entre as pesquisas cito também Rodrigues (2015) com sua dissertação de mestrado cujo título é “Atividades com robótica educacional para as aulas de Matemática do 6º ao 9º Ano do Ensino Fundamental: utilização da metodologia LEGO® Zoom *Education*”. O trabalho destaca a relevância do uso da robótica com o *kit* LEGO MINDSTORMS® NXT nas aulas de Matemática (com enfoque aos números racionais) que contribuíram para a compreensão e aprendizagem dos conteúdos. Conforme Rodrigues (2015, p. 83):

[...] percebeu-se a fomentação do espírito de equipe, pois nas montagens dos robôs, os alunos discutiam constantemente sobre os elementos da montagem que exigiam minuciosa análise e ajudavam-se mutuamente em constante troca de experiência e aprendizagem. Sempre após a execução do robô, os alunos se organizavam em busca da solução das situações-problema discutindo, propondo, sugerindo ou questionando entre si, ou em outros grupos e com o professor.

Rodrigues (2015) ainda destaca que uma das atividades de robótica desenvolvidas em uma turma de 7º ano auxiliou os alunos a conceituarem razão e assim compreenderem os elementos básicos da Cinemática, tais como: espaço, tempo e velocidade.

A dissertação de Gomes (2014) intitulada “A Robótica educacional como meio para à aprendizagem da Matemática no ensino fundamental” foi defendida no Programa de Pós-graduação em Educação da Universidade Federal de Lavras, Minas Gerais. O objetivo geral deste trabalho era explorar, por meio da percepção dos estudantes, o desenvolvimento de atividades de ensino e de aprendizagem de geometria plana no ensino fundamental de uma escola pública de educação básica no sul de Minas Gerais, utilizando como ferramenta o *kit* de robótica LEGO MINDSTORMS® NXT. Gomes (2014) apontou que uma das vantagens de utilizar a robótica educacional nas aulas de Matemática foi a diferente utilização de técnicas de resolução de problemas criadas pelos próprios alunos como forma de investigar e solucionar os problemas propostos.

Gomes (2014, p. 6) verificou ainda que:

[...] a resolução de problemas que envolveram ações dos robôs, comandados pelos alunos, despertou a atenção e a curiosidade do grupo e que durante a resolução dos desafios propostos, eles demonstram maior interesse no estudo e aplicação de conteúdos matemáticos. Observou-se também que, dependendo da forma como as atividades envolvendo os kits de robótica são estruturadas, podem ser tratadas conceitualmente como jogos que incorporam o lúdico à aprendizagem de conteúdos escolares.

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 (com os conteúdos: movimento em linha reta com aceleração constante, movimento vertical e aceleração da gravidade), no ensino médio, 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).

A dissertação de Wildner (2015) intitulada como “Robótica educativa: um recurso para o estudo de geometria plana no 9º ano do ensino fundamental” foi defendida no Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências Exatas do Centro Universitário Vale do Taquari no município de Lajeado, Rio Grande do Sul. O objetivo geral deste trabalho era identificar em que aspectos o ensino da robótica poderia contribuir na aprendizagem significativa da geometria no 9º ano do Ensino Fundamental de uma escola pública. Wildner (2015) apontou que as atividades de robótica (com a utilização da placa arduino) desenvolvidas com os alunos contribuíram para que houvesse modificação, enriquecimento e elaboração de

subsunçores presentes nas estruturas cognitivas dos alunos, além de favorecer a ocorrência da aprendizagem significativa com relação aos conceitos de áreas e perímetros.

Conforme Wildner (2015, p. 113):

[...] foi possível, por meio das atividades realizadas, perceber que os estudantes melhoraram sua predisposição em trabalhar conteúdos matemáticos, realizando as atividades com entusiasmo e demonstrando interesse em trabalhar conteúdos por meio dela. Outro aspecto importante foi o desenvolvimento de habilidades para calcular área e perímetro das figuras regulares e irregulares. Percebi que, à medida que os participantes interagiam e discutiam geometria, surgiam novas formas de calcular e encontrar a área e o perímetro.

E por fim, o artigo internacional de Danahy et al (2014) com o título “*LEGO-based Robotics in Higher Education: 15 Years of Student Creativity*” que traduzido para o português significa “Robótica baseada em LEGO no ensino superior: 15 Anos de criatividade dos estudantes” objetivou analisar como a robótica por meio do LEGO MINDSTORMS® pode auxiliar na criação de diferentes estratégias de resolução de problemas. A pesquisa foi realizada com alunos (separados em grupos) de uma turma de ensino superior de engenharia nos Estados Unidos. Os resultados evidenciaram que a utilização do LEGO MINDSTORMS® permitiu que os alunos desenvolvessem diferentes soluções para o mesmo problema, favorecendo a aprendizagem de conteúdos de Matemática e Física. Danahy et al (2014) explicam que esses resultados foram satisfatórios e positivos devido a organização dos grupos e suas estratégias para realizar as atividades, além da comunicação e expressão oral entre eles e com o mediador (professor-pesquisador).

Em suma, todas as sínteses das pesquisas relatadas nessa seção, apresentaram resultados favoráveis à utilização de atividades de robótica como ferramenta pedagógica para o ensinar e o aprender. Esses dados reforçam ainda mais a necessidade do desenvolvimento de outras pesquisas com atividades de robótica com a utilização do *kit* de robótica LEGO MINDSTORMS® NXT juntamente com o *software* LEGO MINDSTORMS® NXT.

Portanto, esta pesquisa intitulada “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 que não é muito abordado nas pesquisas que já vem sendo realizadas: conceitos relacionados à transferência de calor.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Este capítulo trata da caracterização da pesquisa, seu delineamento e organização metodológica. Também é apresentado o local em que foram desenvolvidas as atividades de robótica, o *software* e os materiais utilizados durante a intervenção pedagógica.

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA

A metodologia abordada nesta pesquisa é 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 (2011a) 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. Assim, de acordo com este autor:

O pesquisador enriquece sua narrativa com trechos de entrevistas, excertos de suas anotações, vinhetas, exemplos de trabalhos de alunos, entremeados de comentários interpretativos procurando persuadir o leitor, buscando apresentar evidências que suportem sua interpretação e, ao mesmo tempo, permitem ao leitor fazer julgamentos de modo a concordar ou não com as asserções interpretativas do pesquisador (MOREIRA, 2011a, p. 51).

Foi realizado um estudo de caso devido aos questionamentos, as incertezas e as possibilidades dos alunos analisarem evidências, desenvolverem argumentos lógicos, avaliarem e proporem soluções para as atividades desenvolvidas, 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”.

Neste contexto, para o levantamento de dados, foi utilizado inicialmente no decorrer da pesquisa 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 (2011b) 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. Carvalho e Locatelli (2007) afirmam que a gravação favorece a coleta de dados.

A gravação favorece a coleta de informações quando os alunos estão no pequeno grupo resolvendo o problema e quando já com toda a classe estão discutindo, sob a orientação do professor. Estes são os momentos em que os alunos, ao experimentarem, ao explicarem o “como?” e o “por quê?”, apresentam, por meio das linguagens gestual e oral, as estruturas do raciocínio utilizadas para chegar à resolução do problema proposto (CARVALHO e LOCATELLI, 2007, p. 25)

Por este 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.

Martins (2008) sugere um diário de campo para registros das reflexões, resultados, observações e demais acontecimentos durante uma investigação. Dessa forma, o diário de campo foi um documento de registros diários, mostrando o detalhamento da pesquisa.

Na sequência será apresentada a organização desta pesquisa.

3.3 ORGANIZAÇÃO DA PESQUISA

A presente pesquisa foi organizada em quatro momentos, sendo eles: termo de concordância da direção da instituição de ensino, termo de consentimento livre e esclarecido, questionário estruturado (Apêndice C) e desenvolvimento da intervenção pedagógica. Nos próximos itens, será descrito detalhadamente cada um destes momentos.

1º) Termo de concordância da direção da instituição de ensino

Para o desenvolvimento da pesquisa na referida instituição de ensino foi fornecido o termo de concordância da direção da instituição de ensino (Apêndice A). Neste momento, em reunião com a direção, foram explicados os objetivos e procedimentos metodológicos da pesquisa. A direção pedagógica prontamente aceitou a realização da pesquisa. Cabe destacar que sou professor nesta instituição desde 2012. Portanto, os estudantes já haviam sido meus alunos em séries do Ensino Fundamental.

2º) Termo de consentimento livre e esclarecido

Após o recebimento o termo de concordância da direção da instituição de ensino, foi entregue o termo de consentimento livre e esclarecido (Apêndice B) para os estudantes e explicado os objetivos da pesquisa. Este termo foi assinado pelos seus responsáveis. Todos os responsáveis (ou pais) concordaram com a participação de seus filhos na pesquisa, bem como, no uso das imagens destes em publicações.

3º) Questionário estruturado

Os sujeitos da pesquisa responderam, inicialmente, um questionário estruturado (Apêndice C) referente ao conteúdo de transferência de calor e a conexão que este faz com termos como temperatura e calor, bem como as relações com o cotidiano.

Cabe ressaltar que os questionários não tiveram identificação do estudante, pois Elliot (2005) ressalta que quando os respondentes são informados que terão sua identificação preservada, eles encontram maior liberdade na apresentação de suas respostas. As folhas contendo as respostas dos alunos foram nomeadas E¹, E² e assim sucessivamente.

4º) Intervenção pedagógica

Nesta etapa 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. Os estudantes receberam um roteiro semiestruturado como ponto principal para a exploração deste conteúdo. A turma ficou organizada aleatoriamente em quatro grupos com quatro componentes e um grupo com seis componentes.

Foi disponibilizado um robô por grupo (Anexo A) construído com peças do *kit* base 9797 LEGO MINDSTORMS® NXT pelos próprios alunos da intervenção pedagógica em aulas de robótica, e um computador com o *software* LEGO MINDSTORMS® NXT já instalado com a programação (Anexo B) que foi utilizada durante as atividades.

É importante ressaltar que os alunos que participaram desta intervenção pedagógica já possuíam conhecimentos sobre o *software* LEGO MINDSTORMS® NXT. Durante o desenvolvimento das atividades de robótica os alunos realizaram leituras, análises e comparações de gráficos por meio do *software* LEGO MINDSTORMS® NXT. Cabe salientar que as atividades de robótica e a abordagem teórica ocorreram simultaneamente, sendo por mim mediadas. Nos apêndices D, E e

F encontram-se as atividades realizadas. O Quadro 1 apresenta as atividades e os objetivos (juntamente com os conteúdos) referentes à intervenção pedagógica realizada nesta pesquisa.

QUADRO 1 – Atividades realizadas durante a intervenção pedagógica

Aula	Atividades	Objetivos
Aula 1	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Apêndice B) Apresentação do Projeto de Pesquisa.	- Entender o funcionamento da pesquisa e perceber a importância da mesma.
Aula 2	Questionário estruturado (Apêndice C)	- Identificar os conhecimentos prévios dos alunos acerca de conceitos de temperatura, calor e processos de transferência de calor.
Aulas 3 e 4	Atividade de robótica sobre irradiação – parte I (Apêndice D)	- Explorar a propagação de calor por irradiação; - Explorar situações do cotidiano que envolvam a propagação de calor por irradiação.
Aulas 5 e 6	Atividade de robótica sobre irradiação – parte II (Apêndice E)	- Reconhecer a diferença na taxa de absorção de calor por irradiação entre materiais de cores escuras (preto) e claras (branco).
Aula 7 e 8	Atividade de robótica sobre convecção (Apêndice F)	- Explorar a transferência de calor por convecção; - Entender a formação de correntes de convecção.
Aulas 9 e 10	Atividade de robótica sobre condução (Apêndice G)	- Explorar a transferência de calor por condução; - Verificar a condutibilidade térmica em diferentes materiais.

Fonte: Autor

No próximo capítulo será apresentada a análise dos resultados e discussões dos dados obtidos na intervenção pedagógica.

4 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Neste capítulo são descritos os resultados emergentes da intervenção pedagógica, apresentando e discutindo os dados coletados, ou seja, a análise do questionário estruturado, as respostas das atividades de robótica, além dos comentários dos alunos, fotos e registros das atividades realizadas. Para a melhor compreensão do leitor, este capítulo foi dividido em duas subseções. A primeira apresentará a análise do questionário estruturado e a segunda abordará a análise das atividades de robótica. Para estas análises são apresentadas as respostas de alguns dos estudantes, de forma individual ou em grupos, conforme a atividade realizada, tendo em vista que estas respostas traduzem de maneira representativa as dos demais grupos.

4.1 ANÁLISE DO QUESTIONÁRIO ESTRUTURADO

Inicialmente foi utilizado um questionário estruturado (Apêndice C) com perguntas abertas e dissertativas como instrumento de coleta de dados inicial, o qual objetivou averiguar os conhecimentos prévios dos estudantes envolvidos na pesquisa acerca dos conceitos relacionados à transferência de calor. O questionário utilizado foi delineado com 7 perguntas e ficou acordado com a turma que eu não poderia auxiliá-los nas respostas. Posteriormente, os roteiros e questionamentos também serviram de materiais para análise, buscando evidenciar a exploração das formas da transferência de calor e suas aplicações em situações do cotidiano.

A Figura 8 destaca os estudantes da turma respondendo ao questionário estruturado. Cabe ressaltar que durante a aplicação do questionário estruturado, cerca de 60% dos estudantes discutiram uns com os outros quanto ao acontecimento de alguns conceitos físicos relacionados à transferência de calor.

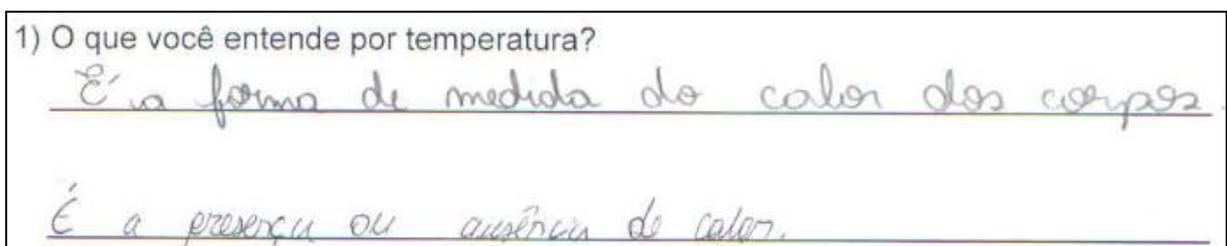
Figura 8 – Estudantes respondendo o questionário estruturado



Fonte: Autor

Na questão 1 referente ao conceito de temperatura observa-se que 12 estudantes relacionaram temperatura como uma medida de calor. A Figura 9 destaca as respostas dos estudantes E^7 e E^{10} , respectivamente.

Figura 9 – Respostas dadas à questão 1 pelos estudantes E^7 e E^{10} , respectivamente



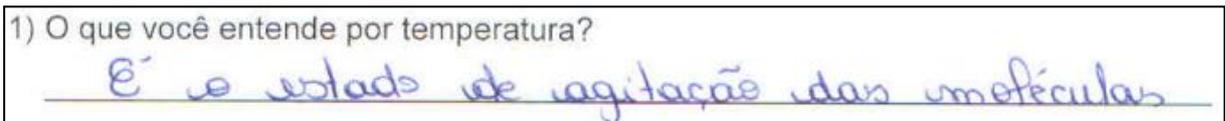
Fonte: Autor

De acordo com as respostas dos estudantes E^7 e E^{10} 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. Halliday e Resnick (2010, p. 184) afirmam que “quando dizemos: “Está um dia quente!”, estamos na verdade nos referindo à temperatura e não ao calor”.

Já a Figura 10 apresenta a resposta do estudante E² referente a mesma questão.

Figura 10 – Resposta dada à questão 1 pelo estudante E²

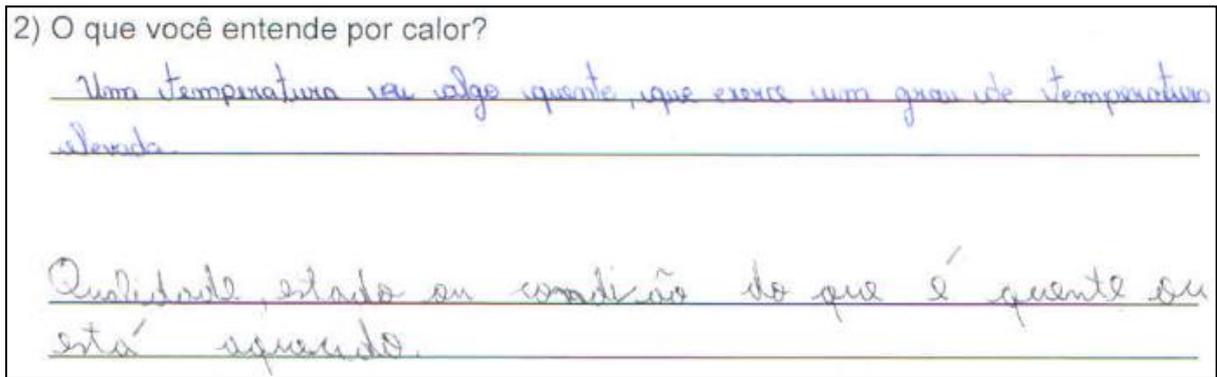


Fonte: Autor

Pode-se observar que na resposta dada pelo estudante E² (que representa o perfil de resposta de 10 estudantes), o mesmo relacionou o conceito de temperatura com agitação de moléculas, ou seja, o próprio estudante afirmou oralmente ter associado a definição de temperatura com conhecimentos já adquiridos na disciplina de Química. Paz e Mariano (2015) definem temperatura como sendo a energia cinética média de agitação das moléculas de um corpo.

A questão de número 2 do questionário estruturado abordava sobre o conceito de calor. Nesta questão 18 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. Paz e Mariano (2015) explicam que a sensação térmica é uma forma de como nossos sentidos percebem a temperatura do ar. Os autores relatam 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 11 destaca a resposta dada pelos estudantes E³ e E⁵, exemplos típicos do perfil de respostas desses 18 estudantes.

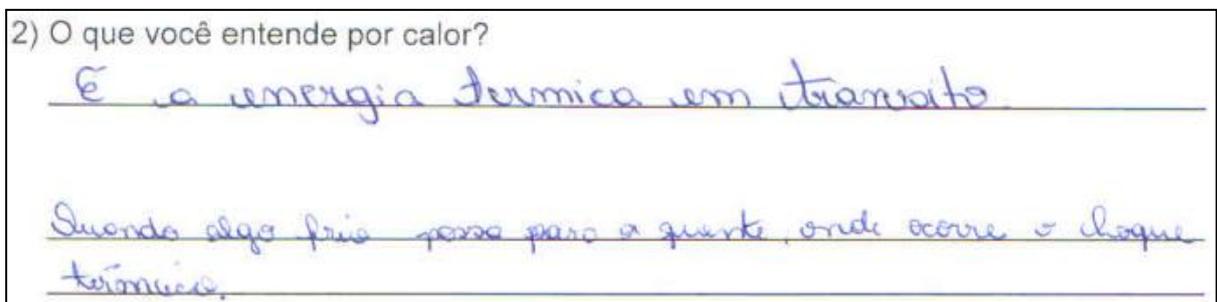
Figura 11 – Respostas dadas à questão 2 pelos estudantes E³ e E⁵, respectivamente



Fonte: Autor

Já na argumentação dos estudantes E² e E⁴ referente à questão 2, percebe-se a presença da ideia científica do conceito de calor. A Figura 12 destaca a resposta dos estudantes E² e E⁴ (que representa a resposta de 4 estudantes), respectivamente.

Figura 12 – Respostas dadas à questão 2 pelos estudantes E² e E⁴



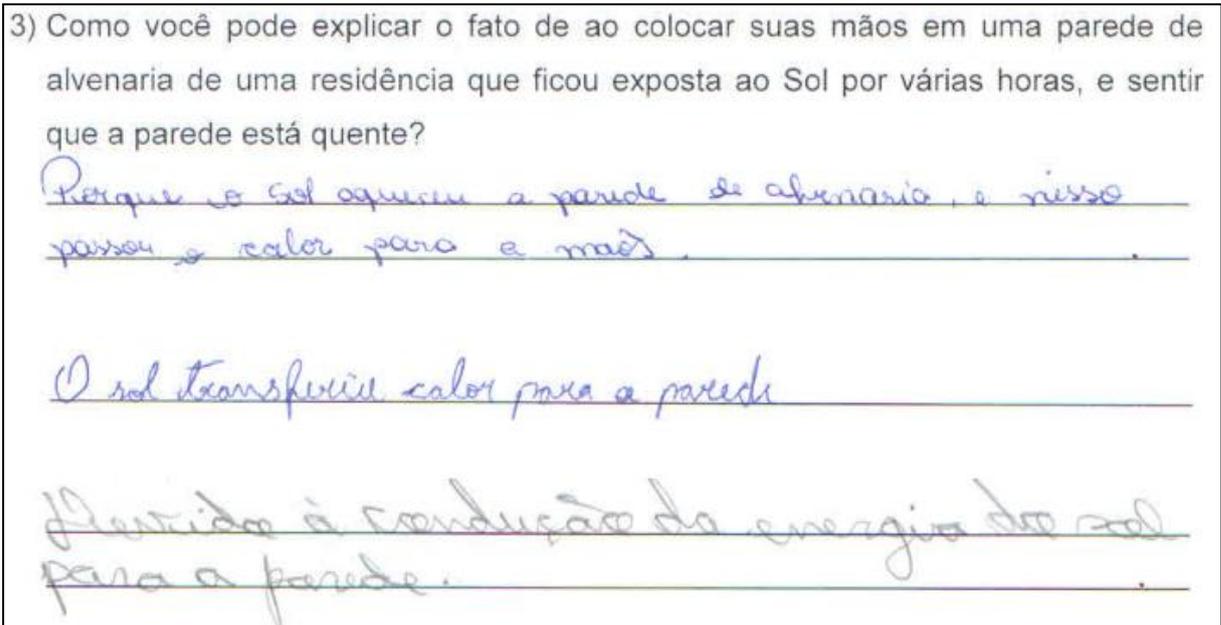
Fonte: Autor

Os estudantes E² e E⁴ relacionam 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. Paz e Mariano (2015, p. 106) explicam que “calor é a energia transferida de um objeto a outro devido, exclusivamente, à diferença de temperatura entre eles”.

Analisando as respostas da questão 3, pode-se observar que os termos utilizados como “passou calor” e “transferiu calor” trazem uma noção de que a energia pode ser transferida, o que pode demonstrar uma relação com o conteúdo de energia e suas transformações já abordado com os estudantes no mesmo ano letivo. Já o termo “condução da energia” é menos impreciso que os termos

anteriores, pois esta resposta mostra a implícita noção de que o fluxo de energia ocorre do corpo mais para o menos aquecido. A Figura 13 (que retrata o perfil de resposta de 100% dos alunos) apresenta a resposta dos estudantes E⁴, E⁶ e E¹¹.

Figura 13 – Respostas dadas à questão 3 pelos estudantes E⁴, E⁶ e E¹¹, respectivamente.



Fonte: Autor

Moreira (2006) aponta que um aluno que já conhece a Lei da Conservação da Energia, poderá aplicá-la a fenômenos térmicos quando submetido a situações vivenciadas no seu cotidiano mesmo que ainda não tenha estudado Termodinâmica. É importante destacar que os estudantes envolvidos nesta pesquisa não tinham estudado Termodinâmica.

A questão de número 4 explorava a diferença de se utilizar uma roupa de cor clara e uma roupa de cor escura em um dia ensolarado. Pelas respostas apresentadas, observa-se que os estudantes explicam a ideia do conceito científico envolvido na situação proposta pela figura. Mesmo não sendo respostas de cunho propriamente científico, Máximo e Alvarenga (2000) mencionam que a charge ilustrada na questão permite aos estudantes explicarem com mais facilidade o que está ocorrendo, uma vez que trata-se de um cenário vivenciado pelos alunos. Vale ressaltar que alguns alunos até comentaram em sala de aula com os demais que

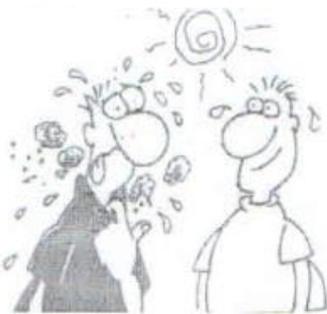
quando estão fazendo uma caminhada expostos ao Sol preferem usar roupas mais claras a escuras.

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 e Mosca, 2013, p. 679-685).

A Figura 14 destaca as respostas (exemplos típicos de todos os estudantes) fornecidas pelos estudantes E^6 , E^7 , E^{13} e E^{20} .

Figura 14 – Respostas dadas à questão 4 pelos estudantes E⁶, E⁷, E¹³ e E²⁰, respectivamente

4) Explique o que está ocorrendo na situação abaixo.



Fonte: MÁXIMO, Antônio; ALVARENGA, Beatriz. **Curso de Física, volume 2.** 5ª ed, São Paulo: Scipione, 2000.

A pessoa com camisa preta está sentindo mais calor do que a pessoa com camisa branca, pois a cor preta absorve mais calor.

A camiseta preta retém a luz solar e o calor, enquanto a branca reflete, por isso sentimos mais calor usando a camiseta preta.

A blusa preta absorve mais calor que a blusa branca fazendo com que a pessoa que está com a blusa preta sinta que está mais quente.

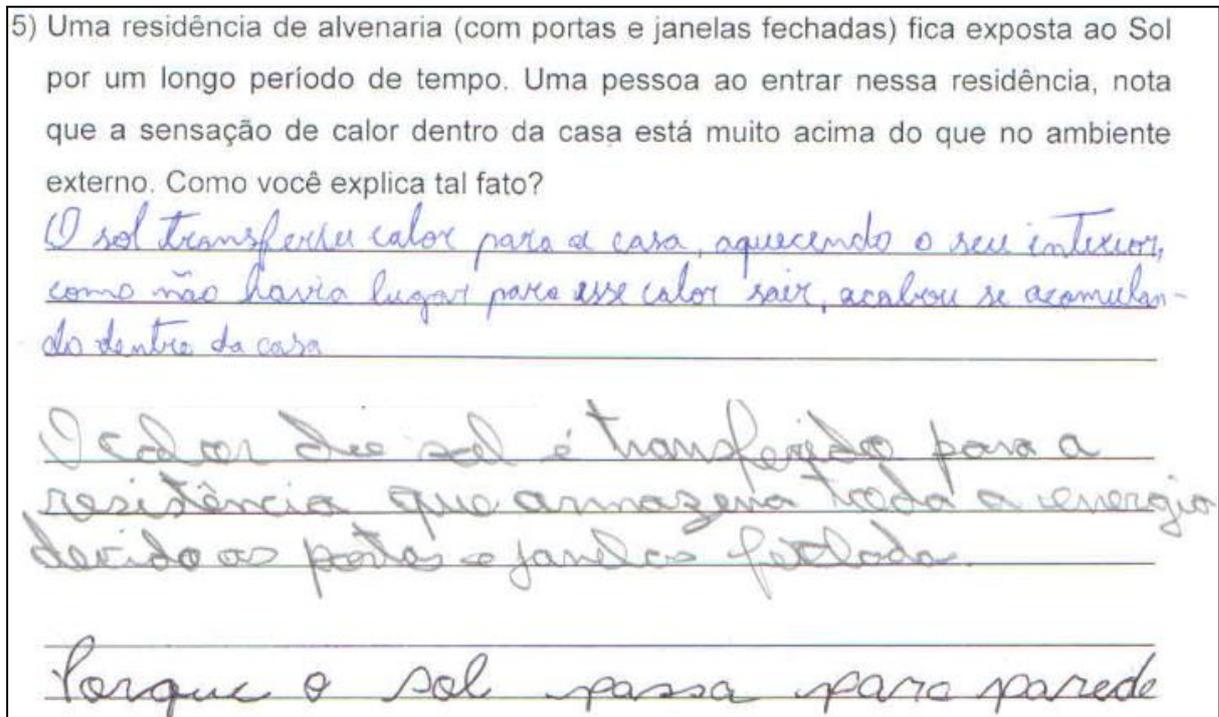
Que a cor com camiseta preta está absorvendo mais o calor do sol do que a de camiseta branca. A camiseta preta absorve mais calor.

Fonte: Autor

Durante a elaboração das respostas da questão 5, que retratava o porquê ao entrar em uma residência que ficou exposta ao Sol por certo tempo com portas e janelas fechadas uma pessoa sente uma sensação de calor maior do que a do ambiente externo, muitos estudantes comentaram uns com os outros e com o pesquisador em ser uma situação muito vivenciada por eles, principalmente em casa ou na própria sala de aula. Foi possível observar que 81,81% dos alunos explicam que, por alguma maneira, o calor do Sol é transferido para o interior da residência

por meio das paredes, mas não esclarecem como ocorre esta transferência. A Figura 15 apresenta as respostas dos estudantes E⁶, E¹¹ e E¹⁹.

Figura 15 – Respostas dadas à questão 5 pelos estudantes E⁶, E¹¹ e E¹⁹, respectivamente



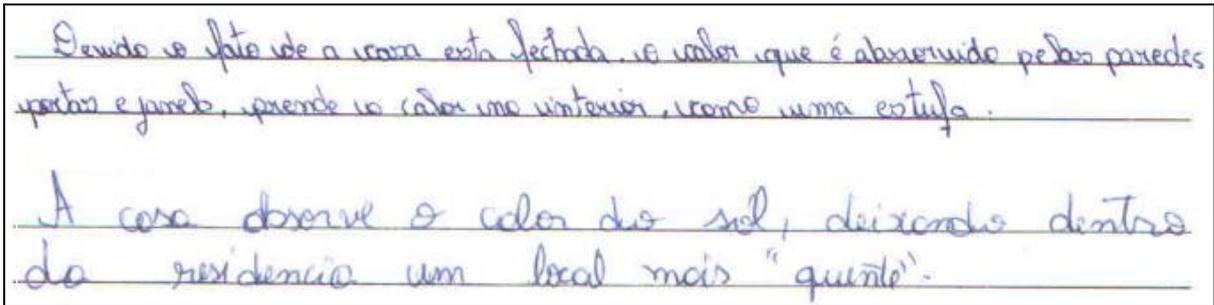
Fonte: Autor

Vale ressaltar ainda que todas as respostas acima pressupõem que os alunos têm a noção de transferência da energia proveniente da radiação solar, mas é previsível que, no questionário estruturado, não consigam definir que o processo é de condução de molécula a molécula. Por outro lado, na primeira resposta se superpõe uma ideia de calor como algo armazenado. A lógica seria que eles associassem que a energia transferida provocou aumento de temperatura no interior da casa.

Em contrapartida, outros estudantes responderam que a casa neste caso (com portas e janelas fechadas) só promove uma “sensação de calor em seu interior” por atuar como uma estufa. Associaram a resposta com conhecimentos já adquiridos de uma estufa em aulas de laboratório de Física. O que os estudantes não conseguiram relacionar é que o que aumenta no interior da casa não é o calor e sim a temperatura. Pietrocola et al (2012, p. 66) afirmam que “quando [...] as portas

estão fechadas, o cômodo se torna uma estufa; por isso, nota-se um aumento quase linear da temperatura com o passar do tempo”. A Figura 16 destaca as respostas fornecidas pelos estudantes E³ e E¹³.

Figura 16 – Respostas dadas à questão 5 pelos estudantes E³ e E¹³ respectivamente



Fonte: Autor

Na questão 6 (continuação da questão anterior), a qual explorou uma maneira de diminuir o “calor” no interior de uma residência, houve uma grande incidência de respostas convergentes. De acordo com as respostas, foi possível analisar que 100% dos estudantes abrem portas e janelas de um recinto (que permaneceu fechado por algumas horas) para diminuir a sensação de calor em seu interior ou utilizam um ventilador ou ar condicionado. Percebe-se que os estudantes sabem que praticando tal ato, melhora o conforto térmico de uma residência, e mais uma vez, suas respostas evocam alguma referência ao conceito científico envolvido na situação.

É importante ressaltar que alguns alunos me questionaram se o ventilador promovia ou não o resfriamento de um ambiente. Para aguçar a curiosidade dos alunos, preferi não responder no momento e enfatizei aos estudantes que descobrissem a requerida resposta no instante em que desenvolvessem as atividades de robótica. A Figura 17 apresenta as respostas dos estudantes E⁴ e E⁶.

Figura 17 – Respostas dadas à questão 6 pelos estudantes E⁴ e E⁶, respectivamente

6) Ainda com relação à questão anterior, o que você faria para diminuir o "calor" no interior da residência? Justifique.

Cabe a janelas, as portas, ar condicionado

Colocar as portas e janelas e ligar os ventiladores, para criar uma circulação de ar e diminuir a quantidade de calor acumulado

Fonte: Autor

Finalmente, na questão 7, que fazia referência à condutibilidade térmica de materiais, pode-se observar que 60% dos alunos mostraram algum conhecimento relacionado à condução do calor. Moreira (2006) afirma que quando se têm ideia de algum conhecimento, esta ideia servirá para um novo conhecimento mais aprofundado e mais definido com bases científicas. Situações vivenciadas no dia-a-dia ajudam a explorar com mais facilidade conceitos científicos estudados apenas na teoria. A Figura 18 apresenta a resposta do estudante E¹⁸.

Figura 18 – Resposta dada pelo estudante E¹⁸

7) Você acha que o tipo de material do qual uma residência é feita interfere nas condições de conforto térmico? Comente.

Sim, pois materiais diferentes conduzem calor de forma diferente, ou seja interfere.

Fonte: Autor

Nas respostas descritas pelos estudantes na Figura 19, observa-se alguns conceitos como condutor e isolante térmico. Cabe destacar que alguns alunos discutiram durante a questão 7 como exemplo cotidiano, que um copo de isopor segura mais o calor do que um copo de alumínio, mas não souberam explicar cientificamente o porquê desse acontecimento. Há estudantes que relataram que o metal conduz melhor o calor do que outros materiais, como a madeira, por exemplo. A Figura 19 destaca as respostas dos estudantes E⁶ e E⁷.

Figura 19 – Respostas dadas pelos estudantes E⁶ e E⁷, respectivamente

7) Você acha que o tipo de material do qual uma residência é feita interfere nas condições de conforto térmico? Comente.

Sim, pois o material pode conduzir melhor o calor dependendo de sua natureza!

Ex: Metal conduz melhor calor do que a madeira

Sim, pois há materiais que retêm mais o calor (isolantes térmicos), que interferem na temperatura.

Fonte: Autor

Após os alunos responderem o questionário estruturado ocorreram as aulas com atividades de robótica no laboratório da escola. Durante cada atividade de robótica fiz a fundamentação teórica do assunto explorado em cada atividade.

4.2 ANÁLISE DAS ATIVIDADES DE ROBÓTICA

Os grupos serão nomeados por G¹, G² e assim sucessivamente. A turma organizou-se aleatoriamente em cinco grupos, sendo quatro grupos com quatro componentes e um grupo com seis estudantes.

A atividade de robótica sobre irradiação térmica (Apêndice D) ocorreu no laboratório de robótica da escola. A Figura 20 ilustra alguns alunos realizando a atividade de robótica sobre propagação de calor por irradiação.

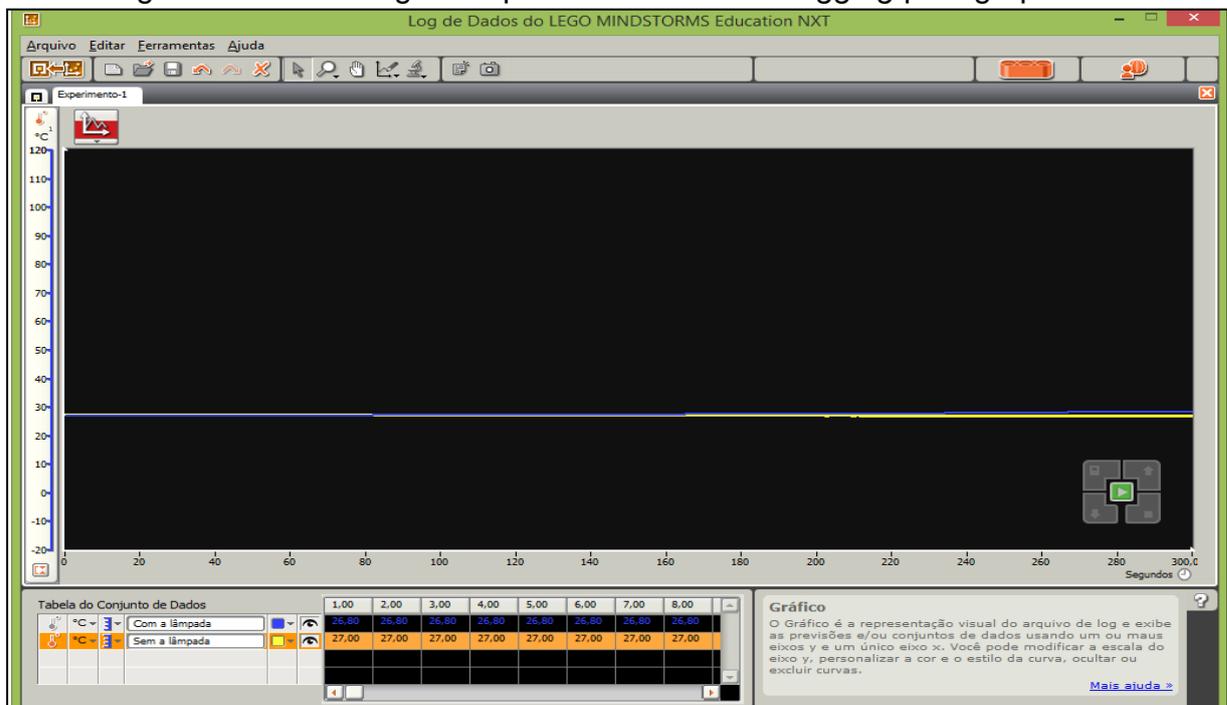
Figura 20 – Alunos realizando a atividade sobre propagação de calor por irradiação



Fonte: Autor

Nesta atividade (descrita no Apêndice D) todos os estudantes perceberam que a temperatura interna da caixa aumentou mais rápido quando a lâmpada acesa estava próxima a caixa. Isso ficou evidenciado pelas discussões feitas e pela análise comparativa dos gráficos gerados pelo *software Data Logging* durante a realização da atividade. A Figura 21 apresenta o gráfico gerado pelo *software Data Logging* pelo grupo G¹.

Figura 21 – Gráfico gerado pelo *software Data Logging* pelo grupo G¹³



Fonte: Autor

³ 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.

Os estudantes do grupo G¹ relataram com base no gráfico anterior 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 26,9 °C. Em seguida, antes de aproximarem a lâmpada acesa da caixa, a temperatura interna inicial da caixa registrava 26,8 °C, logo, após os 300 segundos, já com a lâmpada acesa próxima a 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 pelo grupo G¹ foi “Porque a lâmpada transferiu calor para a caixa”. Quando questionados sobre o porquê a lâmpada transferiu calor para a caixa, um estudante mencionou em voz alta: “É porque a lâmpada está mais quente do que a caixa”. Neste instante, fundamentei teoricamente com todos os alunos que sempre um corpo de maior temperatura transfere calor para um corpo de menor temperatura, explorando assim, a irradiação como modo de transferência de calor. Alguns estudantes puderam concluir ainda que a lâmpada transferiu mais calor para a caixa do que o ambiente devido a sua alta temperatura. O que está de acordo com Keller et al (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 et al, 1997, p. 454-455).

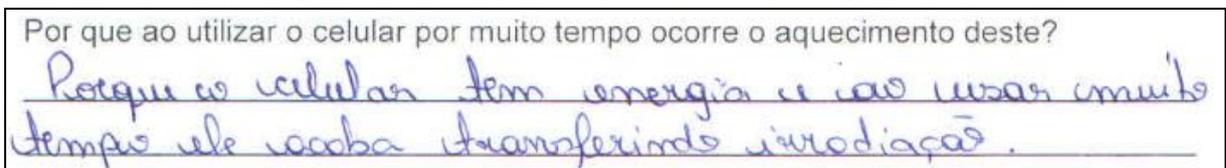
Após a conclusão acima, todos os alunos explicaram que o calor proveniente do Sol chega a uma residência por meio da irradiação, conforme a penúltima questão do roteiro (Apêndice D).

Vale destacar que os estudantes mencionaram, oralmente, que a comparação entre os gráficos gerados pelo *software Data Logging* em tempo real durante a realização da atividade de robótica ajudou-os a compreender e explorar com mais facilidade o modo de transferência de calor por irradiação do que se apenas tivessem ouvido alguém explicar na teoria sem o apoio de algum experimento. Um

aluno relatou oralmente que ficaria mais difícil entender como ocorre o modo de transferência de calor por irradiação se tivesse apenas estudado com apoio de um livro didático. Pietrocola (2012) menciona que o uso de atividades de robótica juntamente com a análise de gráficos gerados pelo *software Data Logging* auxilia na exploração de conteúdos de Física como, por exemplo, modos de transferência de calor, tornando-os mais compreensíveis pelos alunos.

Durante os questionamentos feitos referentes à atividade de robótica e que constam no anexo foi interessante o debate que aconteceu na última questão do roteiro: “por que ao utilizar o celular por muito tempo ocorre o aquecimento deste?” Alguns grupos, primeiramente, disseram que porque é devido a bateria esquentar muito rápido enquanto falamos. Expliquei 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 22 apresenta a resposta referente a esta questão pelo grupo G².

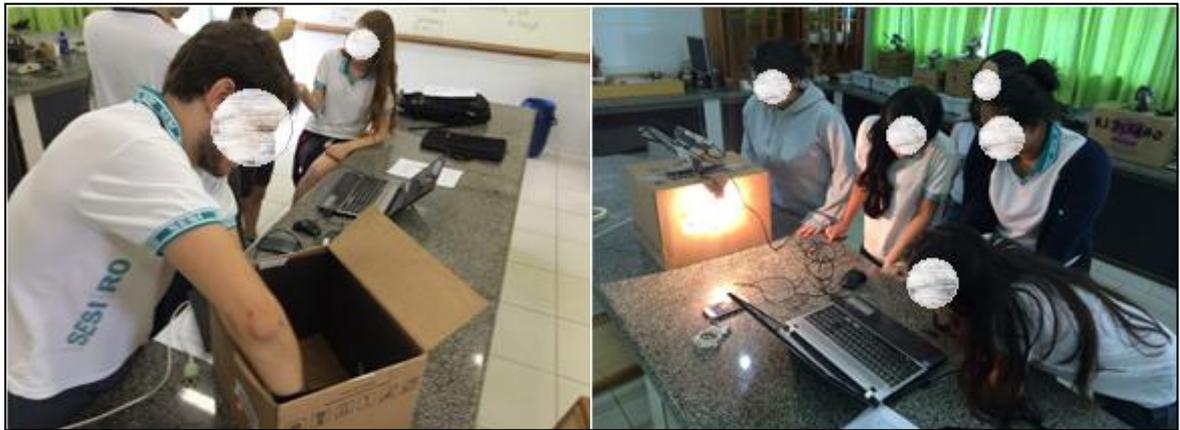
Figura 22 – Resposta apresentada pelo grupo G²



Fonte: Autor

A segunda atividade de robótica abordou sobre irradiação *versus* absorção (Apêndice E). A Figura 23 apresenta alguns grupos durante a realização da atividade proposta.

Figura 23 – Alunos realizando a atividade sobre irradiação entre materiais de cores escuras e claras



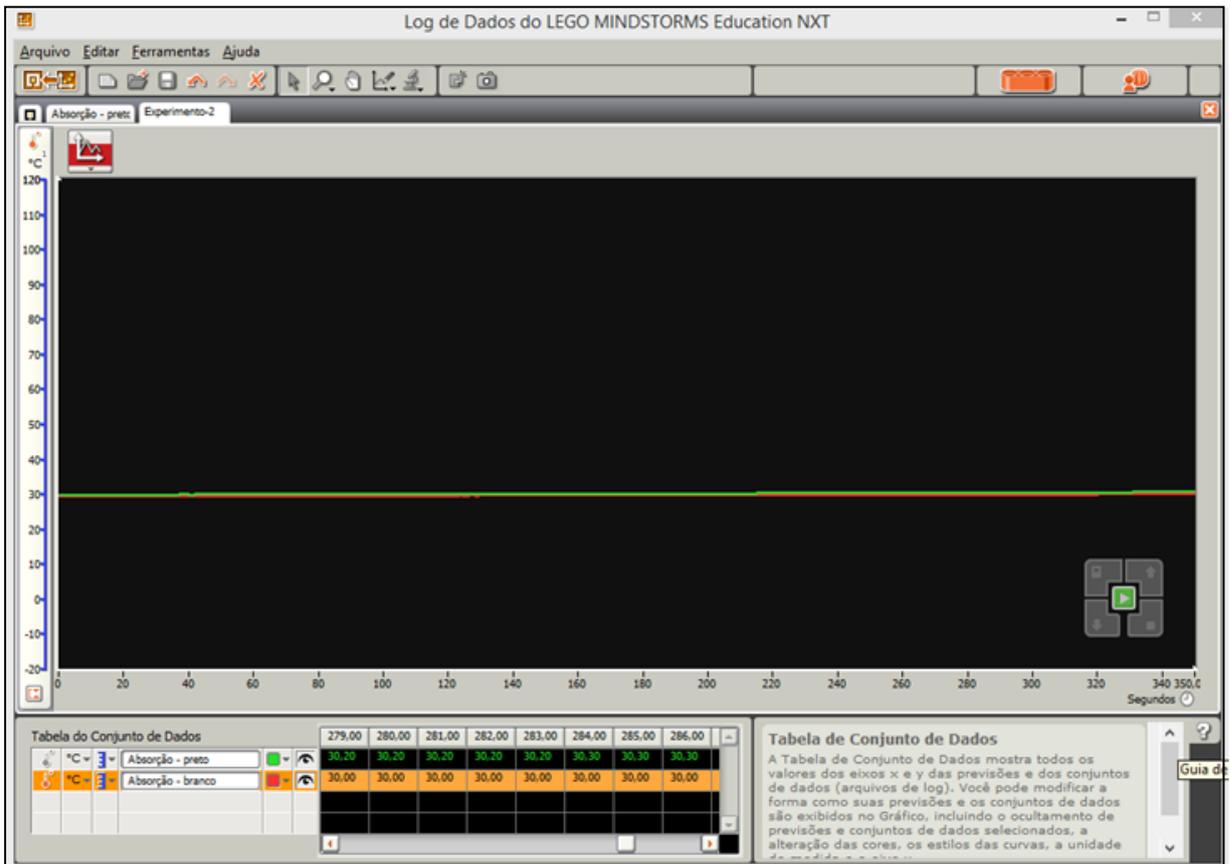
Fonte: Autor

Durante a leitura do roteiro da atividade, alguns alunos relataram, oralmente, que a mesma era parecida com a questão de número 4 do questionário estruturado (Apêndice C). Alguns estudantes até mencionaram, verbalmente, durante a leitura do roteiro da atividade (Apêndice E), que o preto absorve mais calor do que o branco, ou seja, observou-se que os alunos relacionaram a atividade de robótica sobre irradiação *versus* absorção com as respostas fornecidas no questionário estruturado no primeiro dia de intervenção.

Muitos alunos indagaram se realmente a cor preta absorvia mais calor do que a cor branca, o que provocou uma discussão entre toda a turma, aguçando mais ainda a curiosidade e o interesse de se verificar por meio da atividade de robótica a veracidade ou não da diferença da taxa de absorção de calor por irradiação entre cores escuras (preto) e claras (branco). Moran et al (2003) afirmam que a curiosidade de um aluno faz despertar o interesse em querer saber o porquê das evidências e dos fatos.

Após o desenvolvimento da atividade sobre irradiação *versus* absorção, observou-se que todos os grupos concluíram que a caixa com revestimento interno de cor preto obteve maior aumento de temperatura do que com o revestimento branco. A Figura 24 apresenta o gráfico gerado pelo *software Data Logging* pelo grupo G³.

Figura 24 - Gráfico gerado pelo software Data Logging pelo grupo G³⁴



Fonte: Autor

Os estudantes do grupo G³ perceberam por meio do gráfico (representado pela Figura 24) 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 escreveram que o preto absorve mais calor do que o branco. A Figura 25 apresenta a justificativa dada pelo grupo G³.

Figura 25 – Resposta fornecida pelo grupo G³

Por que isso aconteceu? A que conclusão você pode chegar?

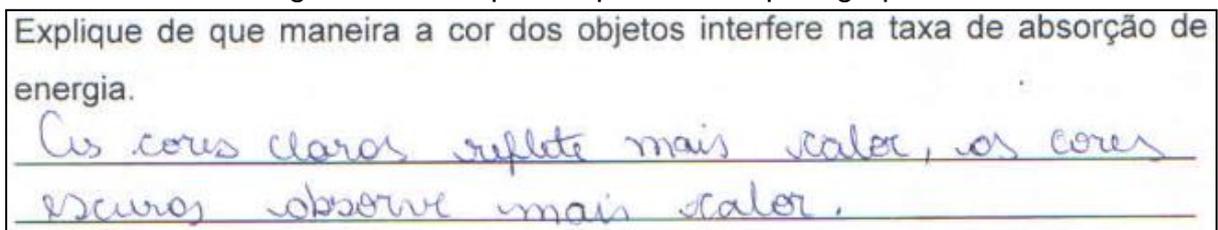
Porque o preto absorve mais calor que o branco.

Fonte: Autor

⁴ 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.

É importante ressaltar que dois dos cinco grupos perceberam que o gráfico gerado pelo *software Data Logging* 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 fomentar uns com os outros o porquê estava acontecendo somente com as caixas deles. Lembrei a todos os alunos a charge da questão de número 4 do questionário estruturado (Apêndice C) e solicitei 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 a cor branca reflete o calor”. Essa afirmação respondeu uma das perguntas do roteiro da atividade. A Figura 26 apresenta a resposta do grupo G⁵.

Figura 26 – Resposta apresentada pelo grupo G⁵



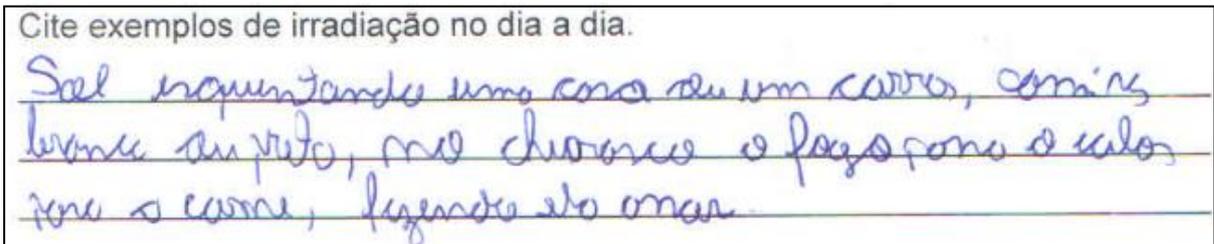
Fonte: Autor

Neste instante, o questionei os alunos sobre o porquê de a cor preta absorver mais calor do que a cor branca, conforme constatado na atividade. Logo, um aluno mencionou, verbalmente, “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.

Após a minha intermediação, os estudantes relataram verbalmente: “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”.

Observei também que os grupos conseguiram relacionar a atividade com situações do seu cotidiano. A Figura 27 apresenta as relações estabelecidas pelo grupo G⁴ buscando fenômenos do seu cotidiano.

Figura 27 – Resposta apresentada pelo grupo G⁴



Fonte: Autor

Após a finalização da atividade por parte dos alunos, orientei sobre 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 anteriormente), sendo também transferido por onda eletromagnética.

Antes de ocorrer a terceira atividade de robótica sobre convecção, retomei com a turma a questão de número 6 do questionário estruturado (Apêndice C), a fim de promover entre os estudantes uma discussão mais a fundo com as respostas fornecidas pelos próprios alunos para iniciar a exploração do conceito de convecção.

Nesse instante, como mencionado anteriormente nas análises do questionário estruturado, relatei para a turma que 100% das respostas eram convergentes e que todos os alunos tinham escrito que para “diminuir o calor” no interior de uma residência abririam portas e janelas, ligariam um ventilador ou um ar condicionado. A discussão nesse momento foi permeada por curiosidades e questionamentos tais como: “Professor, como funciona então fisicamente junto à convecção o resfriamento de uma sala de aula com a utilização de um ar condicionado?”. Após várias perguntas semelhantes a esta, propus então para a turma que atividades poderiam ser realizadas juntamente com a robótica para explorar a convecção na prática. Alguns alunos propuseram medir a temperatura de uma sala de aula no

momento em que ligasse um condicionador de ar e o deixasse por alguns minutos em funcionamento para verificar o que aconteceria.

A atividade de robótica sobre convecção (Apêndice F) foi desenvolvida em conjunto com todos os grupos mediada por mim em uma sala de aula climatizada. Feuerstein (1998) afirma sobre a importância da mediação entre professor e aluno, pois o mediador interpõe o estímulo e instiga o aluno a pensar e a desenvolver acerca de um conhecimento ainda não consolidado. A Figura 28 apresenta os grupos durante a realização da referida atividade em uma sala de aula climatizada.

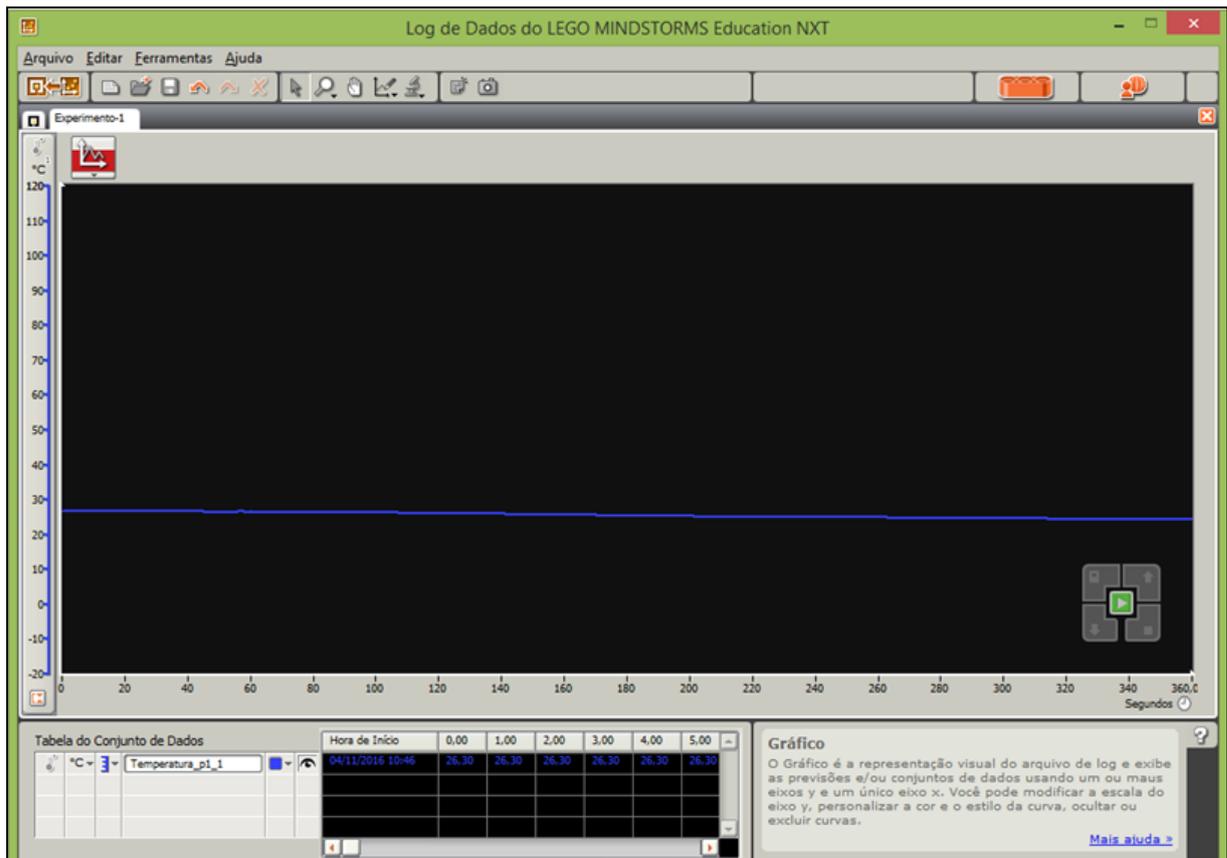
Figura 28 – Alunos realizando a atividade sobre convecção térmica



Fonte: Autor

Realizando as observações durante a atividade de robótica sobre convecção (Apêndice F), o pesquisador destaca que os alunos analisaram por meio do registro dos gráficos que o robô que estava localizado a direita do ar condicionado sofreu maior diferença de temperatura em relação aos outros dois, pois a temperatura registrada inicialmente quando o condicionador de ar foi ligado era de 26,3 °C; depois de decorridos 6 minutos, o sensor de temperatura do robô registrou 24 °C, ou seja, a temperatura interna da sala de aula do lado direito do ar condicionado (no ponto estratégico onde estava localizado o robô) diminuiu 2,3 °C. A Figura 29 apresenta o gráfico gerado pelo *software Data Logging* pelo grupo G⁴.

Figura 29 – Gráfico gerado pelo software *Data Logging* pelo grupo G⁴



Fonte: Autor

É importante destacar que o grupo que estava com o robô de frente para o ar condicionado registrou uma diferença de temperatura de exatamente $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$, enquanto que o robô que estava do lado esquerdo do aparelho registrou uma diferença $-1,8\text{ }^{\circ}\text{C}$. A discussão entre a turma após os registros de temperatura pelos robôs foi extremamente “calorosa”, pois surgiram vários questionamentos quanto a estas diferenças. Uma estudante mencionou em alta voz “Como pode isso acontecer?!. Estamos todos na mesma sala utilizando o mesmo ar condicionado!”.

Neste instante retomei com a turma o conceito de densidade estudado no ano anterior (pois fui o professor de Física do ano anterior desta turma). Logo, foi lembrado à turma que o ar frio (mais denso) tende a descer e empurrar o ar quente (menos denso) para cima, gerando assim, correntes de convecção. Pois um dos fatores para o entendimento da convecção é a formação e sentido das correntes de convecção. Gaspar (2005) destaca:

Esse processo de transmissão de calor ocorre apenas em fluidos, ou seja, o calor é transferido de uma região para a outra tendo como agente o próprio fluido. Para entender como ele se desenvolve, é preciso compreender o aparecimento e o sentido das correntes de convecção (GASPAR, 2005, p.366).

A Figura 30 destaca a resposta apresentada pelo grupo G⁴ após as discussões entre os alunos e pela minha intervenção.

Figura 30 – Resposta apresentada pelo grupo G⁴

Por que isso aconteceu? A que conclusão você pode chegar?

Porque sopra uma massa de ar quente maior no lado direito. Onde há mais massa de ar quente, o ar frio é empurrado com mais facilidade.

Fonte: Autor

Quando questionados sobre a melhor localização de um aparelho de ar condicionado a fim de resfriar um recinto, todos os grupos justificaram como consta na Figura 31.

Figura 31 – Resposta apresentada pelo grupo G⁴

Qual é a melhor localização de um aparelho de ar condicionado, próximo do teto ou do piso? Justifique sua resposta.

Do teto. O ar frio (mais denso) tende a descer e empurrar o ar quente (menos denso) para cima.

Fonte: Autor

Gaspar (2005, p. 367) relata que “um condicionador de ar destinado a resfriar o ambiente deve ser colocado em um canto superior”, pois estes aparelhos possuem ventiladores que interferem na formação das correntes de convecção.

Posteriormente, ao responderem a questão sobre a melhor maneira de se utilizar o ar condicionado de um automóvel (que permaneceu exposto ao Sol por algumas horas), os estudantes relataram que a forma mais eficaz de resfriar seu interior é abrir as janelas do veículo e, em seguida, ligar o condicionador de ar para

que o ar frio empurre o ar quente para fora do mesmo. A Figura 32 destaca as respostas fornecidas pelos grupos G³ e G⁵.

Figura 32 – Respostas fornecidas pelos grupos G³ e G⁵, respectivamente

Se você embarcasse em um automóvel que ficou exposto ao Sol por muito tempo, com as janelas e portas fechadas, de que forma usaria o ar condicionado do automóvel, a fim de resfriá-lo mais rapidamente?

Abrir a janela para sair o ar quente e em seguida ligar o ar condicionado

Regularia a saída de ar para cima, pois o ar gelado empurraria o ar quente para cima.

Fonte: Autor

Observou-se também que todos os grupos relacionaram a atividade com situações do seu cotidiano. A Figura 33 apresenta as relações estabelecidas pelo grupo G⁴ buscando fenômenos do seu cotidiano.

Figura 33 – Resposta apresentada pelo grupo G⁴

Em quais outras situações do nosso cotidiano podemos observar a convecção térmica?

geladeira, os aquecedor água em uma panela, Tomada.

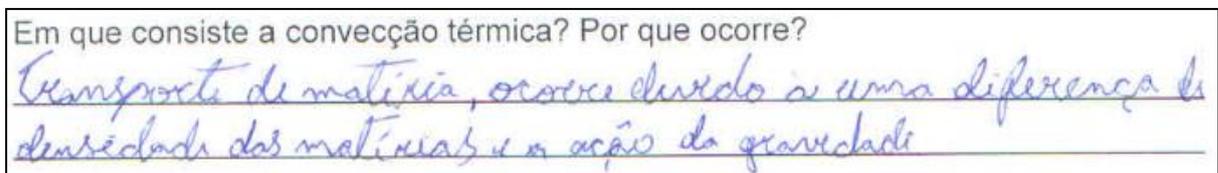
Fonte: Autor

Para encerrar a atividade sobre convecção, discuti com a turma sobre a ocorrência da convecção térmica, questionando aos alunos se a mesma poderia ocorrer ou não no vácuo. No primeiro momento, alguns estudantes mencionaram “que sim, que poderia ocorrer”. Outros alunos confrontaram dizendo “que não, que não poderia ocorrer, pois se no vácuo não há matéria, como pode haver diferença de densidade entre duas substâncias?!”. Expliquei para a turma que no vácuo existe somente a ação da gravidade (conceito este já discutido anteriormente com a turma em aulas de Física), sendo impossível a ocorrência do fenômeno da convecção

térmica, pois para este ocorrer, é necessário primeiramente haver uma diferença de densidade entre as substâncias, no qual uma tende a descer (mais densa) e a outra tende a subir (menos densa) por meio da ação da gravidade.

Os alunos relataram na última pergunta do roteiro da atividade que a convecção consiste no transporte de matéria e que a mesma somente acontece devido a uma diferença de densidade das substâncias e por meio da ação da gravidade. A Figura 34 apresenta a resposta fornecida pelo grupo G³.

Figura 34 – Resposta apresentada pelo grupo G³



Fonte: Autor

Após o relato dos alunos referente a última questão do roteiro, um estudante lembrou a turma de uma pergunta feita para mim durante a aplicação do questionário estruturado no primeiro dia de intervenção a respeito do ventilador resfriar ou não um ambiente quando ligado. Como descrito nas análises do questionário estruturado da seção anterior, sugeri aos alunos que respondessem essa questão após a realização da atividade de robótica sobre convecção.

Nesse instante instiguei a turma a concluir se um ventilador resfria ou não um ambiente, pois já se havia discutido acerca da exploração da convecção durante o desenvolvimento da atividade (Apêndice F). Em seguida, um estudante mencionou verbalmente em alta voz: “Agora entendi professor, se a convecção consiste no transporte de matérias devido a uma diferença de densidade entre elas, então o ventilador não resfria um ambiente (pois o ventilador não possui massa de ar frio contido em seu interior), ele apenas empurra a mesma massa de ar englobado nesse recinto para algum lugar”.

Essa inferência vem ao encontro com a explicação de Pietrocola et al (2012) ao mencionarem que um ventilador não promove o resfriamento interno de um ambiente, ele apenas aumenta a velocidade do ar, empurrando-o para alguma direção.

Vale destacar que outro estudante indagou: “Então por que ao ligarmos um ventilador, sentimos uma sensação de frescor?”.

Respondi ao questionamento de acordo com Magalhães et al (2001), no qual os estudiosos relatam que quando nosso corpo está em contato com uma camada de ar com velocidade significativa, o nosso suor (praticamente água) evapora mais rápido consumindo o calor do nosso corpo de forma mais acelerada.

Minha última orientação quanto ao fenômeno da convecção térmica foi questionar a turma se esse processo de transferência de calor poderia ocorrer ou não no vácuo. Alguns estudantes relataram verbalmente que não seria possível, pois não teria como haver transporte de matéria na ausência de matéria (vácuo).

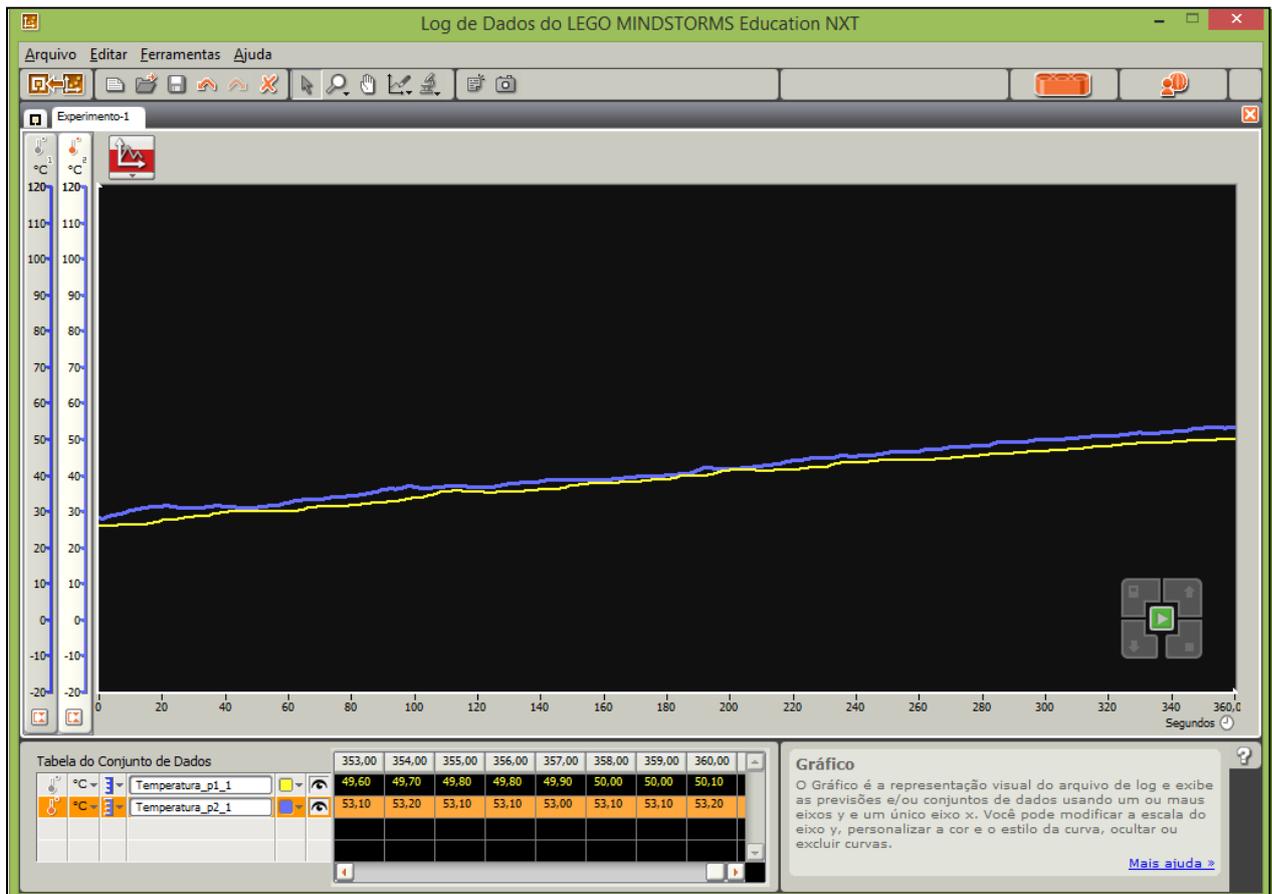
A última atividade de robótica explorava a condução térmica (Apêndice G). A Figura 35 ilustra alguns estudantes desenvolvendo a atividade de robótica sobre condução térmica.

Figura 35 – Alunos desenvolvendo a atividade sobre condução térmica



Fonte: Autor

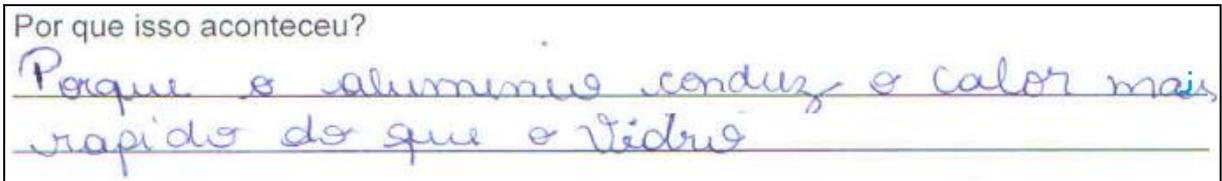
Nesta atividade todos os grupos perceberam por meio da comparação entre gráficos que a temperatura da água aumentou mais rápido quando ela estava no copo de alumínio. A Figura 36 apresenta o gráfico gerado pelo *software Data Logging* pelo grupo G¹.

Figura 36 – Gráfico gerado pelo *software Data Logging* pelo grupo G¹ ⁵

Fonte: Autor

Os estudantes do grupo G⁴ notaram que a temperatura inicial da água tanto no copo de vidro como no copo de alumínio era de 28 °C, e ao término da atividade, a temperatura final (depois de decorridos 6 minutos) da água no copo de vidro era de 50,1 °C e no copo de alumínio foi de 53,2 °C. Ou seja, os alunos perceberam que a temperatura da água no copo de vidro sofreu uma variação de 22,1 °C enquanto que no copo de alumínio sofreu uma variação de 25,2 °C. Quando questionados sobre o porquê desse acontecimento, o grupo G² assim como os demais grupos relatou que o copo de alumínio transferiu calor mais rápido para a água do que o copo de vidro. A Figura 37 destaca a resposta fornecida pelo grupo G².

⁵ A linha amarela representa o registro da temperatura da água no copo de vidro e a linha azul representa o registro de temperatura da água no copo de alumínio.

Figura 37 – Resposta apresentada pelo grupo G²

Fonte: autor

É interessante ressaltar que no momento em que os grupos estavam observando a chama de cada vela aquecer os copos, solicitei que um estudante de cada grupo encostasse uma das mãos em um dos copos ao mesmo tempo e relatasse o que tinha acontecido. Em seguida, um aluno mencionou em voz alta que o copo de alumínio estava mais quente que o copo de vidro.

Neste instante, iniciou-se uma discussão em grande grupo, pois alguns alunos relataram oralmente que ambos os copos estavam recebendo praticamente a mesma quantidade de calor de cada chama de cada vela. Em seguida, intermediei explicando para a turma sobre a existência do coeficiente de condutibilidade térmica entre os materiais, pois segundo Halliday e Resnick (2010), o coeficiente de condutibilidade térmica é uma característica da natureza de cada material que corresponde à quantidade de energia, sob a forma de calor, que passa, num segundo, através de 1 m^2 de superfície, quando a diferença de temperatura entre o interior e o exterior é de $1 \text{ }^\circ\text{C}$.

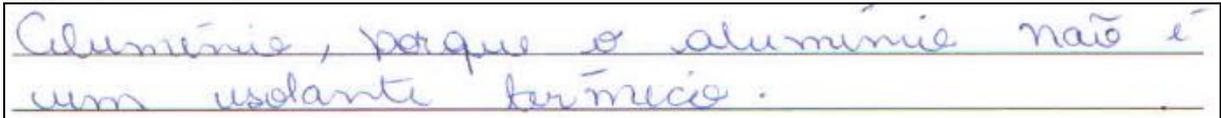
Após minha intervenção, os estudantes concluíram que materiais diferentes possuem diferentes coeficientes de condutibilidade térmica, logo, o coeficiente de condutibilidade térmica do alumínio é maior que o do vidro.

Durante os questionamentos feitos referentes à atividade, foi interessante o debate que aconteceu na penúltima questão do roteiro: “Se deixássemos um pouco de água quente (com a mesma quantidade) em um copo de vidro e em um copo de alumínio, em qual deles a água esfriaria mais depressa? Por quê?”. Alguns alunos mencionaram, primeiramente, que a água esfriaria de forma igual tanto no copo de vidro como no copo de alumínio. Já outros estudantes relataram verbalmente que se o coeficiente de condutibilidade do alumínio é maior que o do vidro (como concluído anteriormente), então o copo de alumínio conduz o calor da água mais depressa que o copo do vidro. Posteriormente, concluíram que o vidro é um isolante térmico. Uma

estudante até mencionou verbalmente: “Ah professor, agora entendi! É por isso então que uma latinha de refrigerante de metal gela muito mais rápido do que uma garrafa de vidro ou de plástico”.

A Figura 38 destaca a resposta fornecida pelo grupo G¹.

Figura 38 – Resposta fornecida pelo grupo G¹

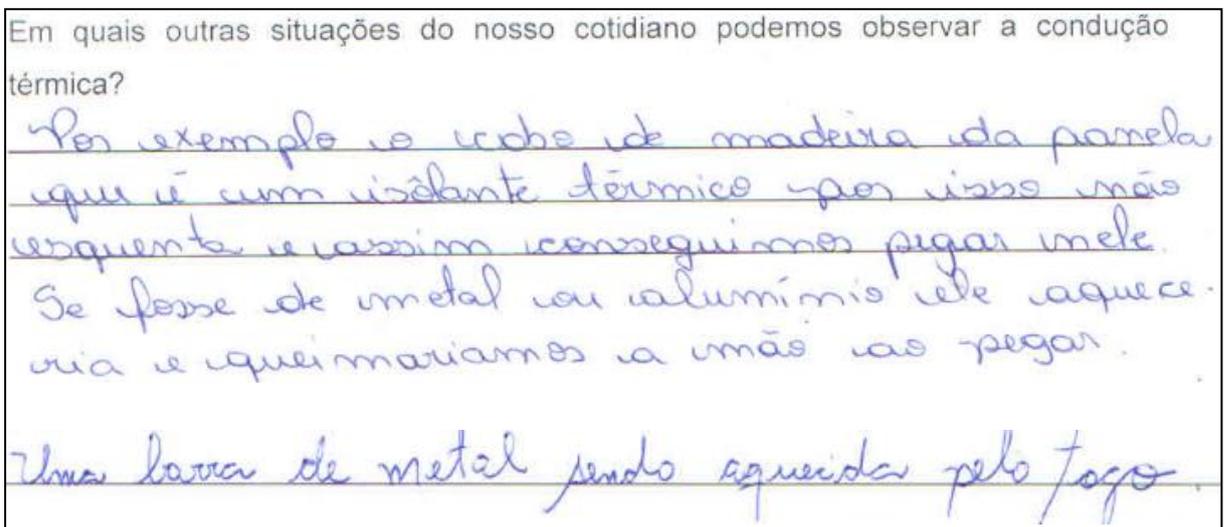


Alumínio, porque o alumínio não é um isolante térmico.

Fonte: Autor

Observou-se também que os estudantes conseguiram relacionar a atividade com questões do seu cotidiano e também, com o questionário estruturado respondido no primeiro dia de intervenção. A Figura 39 apresenta as relações estabelecidas pelos grupos G² e G³.

Figura 39 – Respostas fornecidas pelos grupos G² e G³, respectivamente



Em quais outras situações do nosso cotidiano podemos observar a condução térmica?

Por exemplo se sobre a madeira da panela que é um isolante térmico por isso não esquenta e assim conseguimos pegar nele. Se fosse de metal ou alumínio ele aqueceria e queimariamos a mão ao pegar.

Uma lava de metal sendo aquecida pelo fogo.

Fonte: Autor

Analisa-se nas escritas dos grupos G² e G³ que a ideia da energia térmica se propagar por condução está presente. Essa inferência corrobora com a explicação de Gaspar (2005) no qual o autor destaca:

À medida que recebem calor da chama, os átomos ou moléculas da estrutura cristalina do metal vibram com mais intensidade. Esse movimento

vibratório passa de átomo para átomo, molécula para molécula, em interações sucessivas, por meio das quais a energia cinética de cada partícula é transferida para outra – essa transferência de energia cinética é a transmissão do calor (GASPAR, 2005, p. 366).

No próximo capítulo, apresento as considerações finais, objetivos alcançados, bem como informações relevantes acerca desta pesquisa.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Utilizar tecnologias na educação, principalmente recursos inovadores, como a Robótica, por exemplo, proporciona aos estudantes uma nova forma de visualizar e abordar conceitos teóricos na prática, em especial, conceitos teóricos relacionados à transferência de calor dentro do ensino de Física. Conceitos esses que às vezes muitos alunos não conseguem explorar sua aplicabilidade na prática e nem conseguem perceber qual sua importância no seu cotidiano quando estudados apenas em teoria. Pois Heineck (2007) afirma que a Física só passa a ter seu verdadeiro significado quando ela é estudada, vivida e incorporada pelos fenômenos que se vê, se constata e se manipula.

O problema desta pesquisa constituiu em identificar quais as implicações do uso de atividades de robótica na exploração de conceitos relacionados à transferência de calor em uma turma da 2ª série do Ensino Médio de uma escola privada? Através dos estudos e atividades realizadas durante a investigação, percebeu-se que as atividades de robótica podem ser favoráveis à exploração de conceitos relacionados à transferência de calor.

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, observei 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 *Data Logging* auxiliou na predisposição dos estudantes em estudar conceitos relacionados à transferência de calor. Também foi possível observar que

os trabalhos em grupo possibilitaram as trocas de ideias e informações de forma colaborativa e cooperativa. Castilho (2002) afirma que o uso da robótica promove o trabalho em equipe e instiga o aluno a pensar e a tirar conclusões acerca do assunto estudado.

Tendo como objetivo principal investigar como o uso de atividades de robótica no ensino médio pode contribuir na compreensão de conceitos relacionados à transferência de calor, foi possível, por meio das atividades realizadas, perceber que os estudantes estavam entusiasmados e interessados em trabalhar com as respectivas atividades. O interesse permaneceu posterior ao desenvolvimento desta intervenção, pois os alunos sugeriram utilizar a robótica mais vezes durante as aulas de Física para a compreensão de outros conceitos.

Na sequência, são expostos os resultados alcançados por meio do desenvolvimento dos objetivos específicos. O primeiro objetivo – Explorar conceitos de Física relacionados à transferência de calor na prática fazendo o uso de atividades de robótica – foi alcançado através da realização do questionário estruturado e do uso do *kit* de Robótica LEGO MINDSTORMS® NXT e do *software* LEGO MINDSTORMS® NXT. Por meio do questionário estruturado, foi possível verificar que os estudantes apresentavam algumas noções de conceitos relacionados à transferência de calor, porém, não diferenciavam calor e temperatura, o que para alguns tinham o mesmo significado. O uso do *kit* de Robótica LEGO MINDSTORMS® NXT e do *software* LEGO MINDSTORMS® NXT possibilitou aos estudantes explorarem conceitos relacionados à transferência de calor na prática (o que às vezes não é observado e nem relacionado com o cotidiano quando estudado apenas com aulas teóricas), bem como a diferenciação entre os modos de transferência de calor e a relação entre eles.

O segundo objetivo – Desenvolver uma prática pedagógica, fazendo o uso de atividades de robótica, com alunos da 2ª série do Ensino Médio que envolva conceitos relacionados à transferência de calor – foi possível verificar, nos questionamentos dos alunos, nos meus questionamentos e nas discussões entre aluno e aluno e professor/pesquisador e aluno, o interesse e a curiosidade de querer saber e entender o porquê de cada fenômeno físico, tão como sua ocorrência e sua relação com o cotidiano.

Já o terceiro objetivo – Analisar como as atividades desenvolvidas durante a prática pedagógica podem contribuir na compreensão de conceitos relacionados à transferência de calor – foi realizado por intermédio dos questionários das atividades de robótica e pela minha intermediação quanto ao instigar os alunos a pensarem e a descobrirem o significado de cada conceito físico. Cabe ressaltar ainda que foi possível verificar a evolução nas respostas e nos conceitos abordados neste conteúdo quando comparados com as respostas do questionário estruturado.

Pela análise das afirmações dos alunos, foi possível evidenciar a exploração e a compreensão 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 de tecnologias, em especial, o da robótica, vem ao encontro do interesse dos estudantes e de sua vivência diária.

Ao final da pesquisa, pode-se constatar que o uso de atividades de robótica dentro do ensino de Física constitui-se como um recurso facilitador para o 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. Ao final das atividades os alunos demonstraram interesse de que o trabalho dos demais conteúdos de Física do 2º ano do ensino médio seja com atividades de robótica.

Ao concluir a pesquisa, espera-se que as atividades de robótica possam ser utilizadas com a possibilidade de explorar diversos conteúdos de Física na prática em diversas instituições, proporcionando ao estudante uma nova forma de relacionar fenômenos físicos presentes em com o seu cotidiano, além de desenvolver habilidades como observação, análise, tomada de decisões e raciocínio lógico. Cabe ressaltar também que as atividades de robótica são uma possibilidade de envolver os alunos e motivá-los, além de poder agregar discussões e intermediações entre professor e aluno.

Ao término das atividades descritas nesta intervenção, pretendo utilizar cada vez mais atividades de robótica em seu trabalho (em sala de aula), pois ao fim desta experiência, percebo que novas metodologias de ensino precisam ser estudadas a fim de proporcionar a exploração dos conteúdos da estrutura curricular das escolas. Moreira (2006) afirma que muitas escolas apenas seguem conteúdos listados em um livro didático de maneira cronológica, partindo dos conteúdos mais simples e terminando com os mais complexos, mas sem nenhum tipo de exploração na prática, o que torna um estudo mecânico e sem significado.

Vale ressaltar ainda que percebi uma evolução em meu processo de ensino após a realização desta pesquisa quando comparado com minha maneira (anteriormente citada na introdução deste trabalho) de ministrar aulas somente do tipo tradicionais ou expositivas. Foi possível perceber que o modo de como conduzir e intermediar uma aula com a utilização de tecnologias (como a robótica, por exemplo) auxilia na concepção dos conceitos em estudo e envolve os estudantes (uns com os outros ou com o professor) com as atividades propostas instigando-os a descobrirem as soluções dos problemas.

Portanto, o uso de atividades de robótica pode contribuir para a compreensão e exploração de conceitos físicos relacionados à transferência de calor, pois proporciona ao estudante uma nova forma de analisar e explorar conceitos físicos, além de aumentar sua criatividade, predisposição, autoestima, criticidade, entre outras habilidades. Para trabalhos futuros, seria interessante a utilização de atividades de robótica também em outras áreas de conhecimento, como a Química e a Biologia, permitindo que os estudantes, principalmente na Educação Básica, explorem o conhecimento na prática.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, Maria A. **Possibilidades da robótica educacional para a educação Matemática**. Curitiba, Paraná, 2007. Disponível em: <http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/pde/arquivos/363-4.pdf>. Acesso em: 25 fev. 2016.
- BONADIMAN, Hélio. **Educação para Crescer**. Projeto: Melhoria da qualidade de ensino, Ciências 1.º e 2.º grau. Porto Alegre, 1993.
- BORBA, M. C.; PENTEADO, M. G. **Informática e Educação Matemática**. Belo Horizonte: Autêntica, 2007.
- BORBA, M. C.; PENTEADO, M. G. **Informática e Educação Matemática**. Belo Horizonte: Autêntica Editora, 2001.
- CABRAL, Cristiane Pelisoli. **Robótica educacional e resolução de problemas: uma abordagem microgenética da construção do conhecimento**. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.
- CASTILHO, Maria Inês. **Robótica na Educação: Com que objetivos?** (Monografia de Especialização em Informática na Educação) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2002. Disponível em: http://www.pgie.ufrgs.br/alunos_esp/esp/mariac/public_html/robot_edu.html. Acesso em: 18 jan. 2016.
- CARVALHO, A. M. P.; LOCATELLI, R. J. Uma análise do raciocínio utilizado pelos alunos ao resolverem os problemas propostos nas atividades de conhecimento físico. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 7 n. 3, p. 45-60, 2007.
- CORAZZA, S. M. Nos tempos da educação: cenas de uma vida de professora. **Revista da ABEM**, v. 13 n. 12, p. 7-10, Porto Alegre, 2005.
- CORREIA, S. **Inteligência emocional e robótica na educação**. 2008. Disponível em: http://www.revistaperspectiva.info/index.php?option=com_content&task=view&id=599&Itemid=98. Acesso em: 28 abr. 2016.

Danahy et al. **LEGO-based Robotics in Higher Education: 15 Years of Student Creativity**. International Journal of Advanced Robotic Systems. Estados Unidos, 2014. Disponível em: <http://www.intechopen.com/journals/international_journal_of_advanced_robotic_systems/lego-based-robotics-in-higher-education-15-years-of-student-creativity>. Acesso em: 10 jul. 2016.

DINIZ, Rafael Henriques Nogueira. **A Utilização da Robótica Educacional LEGO® nas aulas de Física do 1º ano do ensino médio e suas contribuições na aprendizagem**. Dissertação (Mestrado em Educação Tecnológica) – Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2014.

FEITOSA, Jefferson Gustavo. **Manual didático-pedagógico**. 1ª edição. Curitiba, PR: ZOOM Editora Educacional, 2013.

FEUERSTEIN, R. **Interações mediadas**. Jerusalém: s/cp, 1998. Mimeografado.

FEYERABEND, P. **Contra o método**. 3ª ed. Rio de Janeiro: Francisco Alves, 1989.

FRANGOU, S. et al. **Representative examples of implementing educational robotics in school based on the constructivist approach**. In. Workshop Proceedings of SIMPAR. ISBN 978-88-95872-01-8. Venice (Italy). November, 3-4, 2008.

GASPAR, Alberto. **Física: volume único**. São Paulo: Exata, 2005.

GOMES, Marcelo Carboni. **Reciclagem cibernética e inclusão digital: uma experiência em informática na educação**. In: LAGO, Clênio (Org.). Reescrevendo a Educação. Chapecó: Sinproeste, 2007.

GOMES, Patrícia Nádia Nascimento. **A robótica educacional como meio para à aprendizagem da Matemática no ensino fundamental**. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2014.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

HALLIDAY, David; RESNICK, Robert. **Fundamentos de Física 2: Gravitação, ondas e termodinâmica**. Rio de Janeiro: LTC, 2010.

HEINECK, Renato; VALIATI, Eliane Regina Alemida; ROSA, Cleci Teresinha Werner da. **Software educativo no ensino de Física: análise quantitativa e qualitativa**. Revista Iberoamericana de Educación, Espanha, n. 42, 10 maio 2007.

HEWITT, Paul G. **Física Conceitual**. Porto Alegre: Bookman, 2002. **Infoescola**. <Disponível em: <http://www.infoescola.com/tecnologia/lego-mindstorms/>>. Acesso em 25 de abril de 2016.

KELLER, Frederick J. et al. **Física Volume 1**. São Paulo: Makron Books, 1997.

MAGALHÃES, Sônia et al. **Termorregulação** (Texto de apoio). Faculdade de Medicina da Universidade do Porto, 2001.

MARIANO, Wilson de Melo; PAZ, Maria Regina de Almeida. **Física, 2ª série: Ensino Médio: Ciências da Natureza e suas Tecnologias**. Belo Horizonte: Educacional, 2015.

MARQUES, Nelson L. R; ARAUJO, Ives S. **Física térmica** (Textos de apoio ao professor de Física, nº 5, volume 9). Produto do trabalho de conclusão do Curso de Mestrado Profissional, do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2009.

MARTINS, Elisa Friedrich. **Robótica na sala de aula de Matemática: os estudantes aprendem Matemática?** Dissertação (Mestrado em Ensino de Matemática) – Instituto de Matemática, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012.

MARTINS, Gilberto Andrade. **Estudo de caso: uma reflexão sobre a aplicabilidade em pesquisas no brasil**. RCO – Revista de Contabilidade e Organizações – FEARP/USP, v. 2, n. 2, p. 8 - 18 jan./abr. 2008. Disponível em: <<http://www.revistas.usp.br/rco/article/viewFile/34702/37440>>. Acesso em: 28 mar. 2016.

MÁXIMO, Antônio; ALVARENGA, Beatriz. **Curso de Física, volume 2**. 5ª ed, São Paulo: Scipione, 2000.

MEIRIEU, P. **Aprender... sim, mas como?** São Paulo: Artes Médicas, 1998.

MELO, M. (2009). **Robótica e Resolução de Problemas: Uma Experiência com o Sistema Lego Mindstorms no 1º e 2º ano**. 2009. In: <<http://repositorio.ul.pt/handle/10451/2093>> Lisboa. Acesso em: 25 maio de 2016.

MORAES, M.; LAURINO, D. y MACHADO, C. Tecnologias da informação e comunicação: a robótica possibilitando a aprendizagem das ciências em sala de aula. **Enseñanza de las Ciencias, Número Extra VIII Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias**, Barcelona, 2009, pp. 1409-1413. Disponível em: <<http://ensciencias.uab.es/congreso09/numeroextra/art-1409-1413.pdf>>. Acesso em: 15 jul. 2016.

MORAES, Roque; GALIAZZI, Maria do Carmo. **Análise Textual Discursiva**. Ed. Unijuí, 2ª ed. rev. 2013.

MORAES, Roque. Análise de conteúdo. **Revista Educação**. Porto Alegre, v. 22, n. 37, p. 7-32, 1999.

MORAN, J. M.; BEHRENS, M. A.; MASETTO, M. T. **Novas tecnologias e mediação pedagógica**. 7. ed. Campinas: Papirus, 2003.

MOREIRA, Marco Antônio. **Aprendizagem Significativa: a teoria e textos complementares**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2011a.

MOREIRA, Marco Antônio. **Metodologias de Pesquisa em Ensino**. 1ª ed. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2011b.

MOREIRA, M.A. **Energia, Entropia e Irreversibilidade**. Porto Alegre: Instituto de Física – UFRGS, 1998.

MOREIRA, M. A. Aprendizagem significativa: da visão clássica à visão crítica. In: ENCONTRO INTERNACIONAL SOBRE APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA, 5., Madrid. **Anais...** Madri, 2006. Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/~moreira/visaoclasicavisaocritica.pdf>>. Acesso em: 15 mai. 2017.

NASCIMENTO, Eulina; BEZERRA, Erika. **Robótica Pedagógica: uma experiência construtiva**. Nuevas Ideas en Informática Educativa TISE 2013. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/85322/201832.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 20 de maio 2016.

NETO, Geraldo Furtado et al. **Utilização do kit lego Mindstorms NXT no ensino de controle de processos**. Artigo publicado no XL Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia. Belém, Pará, 2012. Disponível em <<http://www.abenge.org.br/CobengeAnteriores/2012/artigos/104237.pdf>>. Acesso em 30 de maio de 2016.

Ó, Jorge Ramos do. Desafios à Escola Contemporânea: um diálogo. **Educação e Realidade**, v. 32 n. 2, p. 109-116, 2007. Disponível em: <<http://seer.ufrgs.br/index.php/educacaoe realidade/article/view/6653/3970>>. Acesso em: 15 jan. 2016.

PAPERT, Seymour. **Logo: computadores e educação**. 2º ed. São Paulo: Editora Brasiliense, 1986.

PENTEADO, P.C.M.; TORRES, C.M.A.; **Física, Ciência e Tecnologia** – Vol. 2, São Paulo: Moderna: 2006.

PEREIRA, M.M.; **“Ufa!! Que calor é esse?! Rio 40°C” – Uma proposta para o ensino dos conceitos de calor e temperatura do Ensino Médio**. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) – Instituto de Física, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2010.

PIETROCOLA, Maurício et al. **Manual do Educador**. 1ª Edição. ZOOM Editora Educacional. Curitiba, Paraná, 2012.

PINTO, Marcos de Castro. **Aplicação de arquitetura pedagógica em curso de robótica educacional com hardware livre**. 2011. 158 f. Dissertação (Mestrado em Informática) – Instituto de Matemática, Núcleo de Computação Eletrônica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2011.

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

RODRIGUES, Gizella Menezes. **A abordagem do conceito de Energia através de experimentos de caráter investigativo, numa perspectiva integradora**. Recife:

UFRPE, 2005. 122p. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Ensino das Ciências, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2005.
RODRIGUES, Willian dos Santos. **Atividades com robótica educacional para as aulas de Matemática do 6º ao 9º ano do ensino fundamental: utilização da metodologia LEGO® Zoom Education.** Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática) – Universidade Estadual Paulista, São José do Rio Preto, 2015.

ROUXINOL, Estevam et al. **Novas tecnologias para o ensino de Física: um Estudo preliminar das características e Potencialidades de atividades usando kits de robótica.** Artigo publicado no XIX Simpósio Nacional de Ensino de Física – SNEF – Manaus, AM, 2011.

SCHIVANI, Milton; BROCKINGTON, Guilherme; PITROCOLA, Maurício. Aplicações da robótica no ensino de Física: análise de atividades numa perspectiva praxeológica. **Revista de Educación en Ciencias, Journal of Science Education**, vol. 14, 2013.

SILVA, Vagnes Gonçalves da et al. Utilização de materiais potencialmente significativos sobre Transferência de calor para alunos do ensino médio. **Aprendizagem Significativa em Revista/Meaningful Learning Review** – V4(1), pp. 81-97, 2014. Disponível em:
<http://www.if.ufrgs.br/asr/artigos/Artigo_ID52/v4_n1_a2014.pdf>. Acesso em: 15 abril de 2016.

SUZUKI, Ana Paula et al. **Introdução à Programação com Robôs Lego.** Universidade Federal de Goiás, 2010.

TIPLER, Paul Allen; MOSCA Gene. **Física para cientistas e engenheiros.** Volume 1. Rio de Janeiro: LTC, 2013.

WILDNER, Maria Claudete Schorr. **Robótica Educativa: um recurso para o estudo de geometria plana no 9º ano do Ensino Fundamental.** Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências Exatas) – Universidade do Vale do Taquari, Lajeado, 2015.

YOUNG, H.; FREEDMAN I. **Física II: Termodinâmica e Ondas.** São Paulo: Addison Wesley, 2008.

APÊNDICES

APÊNDICE A – TERMO DE CONCORDÂNCIA DA DIREÇÃO DA INSTITUIÇÃO DE ENSINO

Ao senhor (a) Diretor (a).

Eu, Maurício Veiga da Silva, aluno regularmente matriculado no Curso de Pós-graduação *Stricto Sensu*, Mestrado Profissional em Ensino de Ciências Exatas do Centro Universitário UNIVATES de Lajeado, RS, venho solicitar a autorização para coletar dados neste estabelecimento de ensino, para a realização de minha pesquisa de Mestrado, intitulada: “ROBÓTICA EDUCACIONAL: UM RECURSO PARA A EXPLORAÇÃO DE CONCEITOS RELACIONADOS À TRANSFERÊNCIA DE CALOR NO ENSINO MÉDIO”. O objetivo geral desta pesquisa é investigar como o uso de atividades de robótica no ensino médio pode contribuir na compreensão de conceitos relacionados à transferência de calor em uma turma da 2ª série.

Afirmo ainda, que as coletas de dados serão realizadas por meio de observações, questionários, fotografias, entrevistas e testes aos alunos da referida turma.

Desde já, agradeço a disponibilização, visto que a pesquisa contribuirá para a comunidade científica.

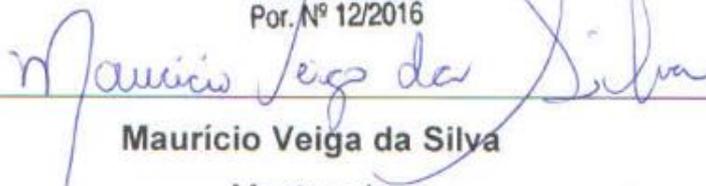
Pelo presente termo de concordância, eu, diretor (a) declaro que autorizo a realização da pesquisa prevista nesta instituição.

Data 25 / 07 / 2016



Direção da Escola

Aline L. de Souza
Diretora Escolar
Por. Nº 12/2016



Maurício Veiga da Silva

Mestrando

APÊNDICE B – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Fui convidado(a) como voluntário(a) a consentir que meu(minha) filho(a) participe da pesquisa: **ROBÓTICA EDUCACIONAL: UM RECURSO PARA A EXPLORAÇÃO DE CONCEITOS RELACIONADOS À TRANSFERÊNCIA DE CALOR NO ENSINO MÉDIO**, sob a responsabilidade do(a) pesquisador(a) Maurício Veiga da Silva e sob orientação do Professor Doutor Wolmir José Böckel e coorientação da Professora Doutora Sônia Elisa Marchi Gonzatti.

Os objetivos deste trabalho são: a) Explorar conceitos de Física relacionados à transferência de calor na prática fazendo o uso de atividades de robótica; b) Desenvolver uma prática pedagógica, fazendo o uso de atividades de robótica, com alunos da 2ª série do Ensino Médio que envolva conceitos relacionados à transferência de calor; c) Analisar como as atividades desenvolvidas durante a prática pedagógica podem contribuir na compreensão de conceitos relacionados à transferência de calor.

Estou ciente de que a partir do conhecimento das atividades de robótica, os demais professores, poderão utilizá-lo a fim de melhorar a qualidade do ensino de Física nesta Instituição de Ensino (IE).

Serei esclarecido (a) sobre a pesquisa em qualquer aspecto que desejar. Sou livre para autorizar a participação de meu(minha) filho(a), retirar meu consentimento ou interromper a participação a qualquer momento. A participação de meu(minha) filho(a) é voluntária e a recusa em participar não acarretará qualquer penalidade ou perda de benefícios.

Os pesquisadores irão tratar a identidade de meu(minha) filho(a) com padrões profissionais de sigilo. Serei informado(a) dos resultados da pesquisa caso desejar e os mesmos permanecerão confidenciais. Meu nome e de meu(minha) filho(a), bem como os dados obtidos que indiquem a sua participação não serão divulgados sem minha permissão. Meu(minha) filho(a) não será identificado em nenhuma publicação que possa resultar deste estudo. As transcrições gravadas das aulas serão guardadas em local seguro no Centro Universitário UNIVATES, sendo que estes dados serão utilizados somente para esta pesquisa. Uma cópia deste Termo de Consentimento Livre e Esclarecido será arquivada na Univates e outra ficará comigo.

APÊNDICE C – Questionário Estruturado

- 1) O que você entende por temperatura?
- 2) O que você entende por calor?
- 3) Como você pode explicar o fato de ao colocar suas mãos em uma parede de alvenaria de uma residência que ficou exposta ao Sol por várias horas, e sentir que a parede está quente?
- 4) Explique o que está ocorrendo na situação abaixo.



Fonte: MÁXIMO, Antônio; ALVARENGA, Beatriz. **Curso de Física, volume 2.** 5ª ed, São Paulo: Scipione, 2000.

- 5) Uma residência de alvenaria (com portas e janelas fechadas) fica exposta ao Sol por um longo período de tempo. Uma pessoa ao entrar nessa residência, nota que a sensação de calor dentro da casa está muito acima do que no ambiente externo. Como você explica tal fato?
- 6) Ainda com relação à questão anterior, o que você faria para diminuir o “calor” no interior da residência? Justifique.
- 7) Você acha que o tipo de material do qual uma residência é feita interfere nas condições de conforto térmico? Comente.

APÊNDICE D – ATIVIDADE DE ROBÓTICA: IRRADIAÇÃO

IRRADIAÇÃO (parte I)

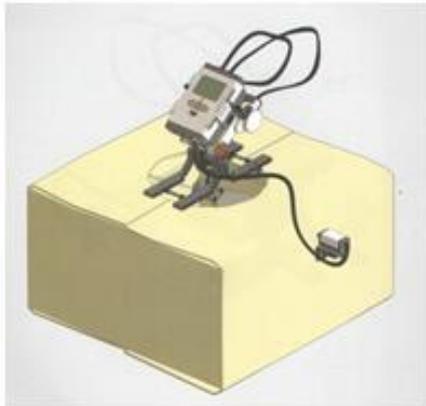
MATERIAIS (por grupo): Robô Lego, computador, 1 caixa de papelão, 1 lâmpada de 150 W e 1 base luminária.

OBJETIVO:

- Explorar a transferência de calor por irradiação;
- Compreender situações do cotidiano que envolva a propagação de calor por irradiação;

PROCEDIMENTO:

- a) Montar o equipamento conforme o esquema.



- b) Conectar o NXT no computador por meio de um cabo USB.
- c) Executar a programação (pressionando o botão laranja do NXT) para que os dados comecem a ser coletados durante 4 minutos e registrados em um gráfico temperatura (°C) *versus* tempo (segundos) no *software* LEGO MINDSTORMS® NXT.
- d) Salvar os dados no computador.
- e) Repetir os procedimentos anteriores com a lâmpada (colocada ao lado oposto do sensor de temperatura) acesa a 2 cm de distância da caixa.
- f) Analisar, comparar os gráficos e responder:

A temperatura no interior da caixa aumentou mais rapidamente quando não havia sido colocada a lâmpada acesa próxima à caixa ou quando se colou a lâmpada acesa próxima à caixa?

Por que isso aconteceu? A que conclusão você pode chegar?

Qual é a explicação para o fato do calor proveniente do Sol chegar a uma residência?

Por que ao utilizar o celular por muito tempo ocorre o aquecimento deste?

APÊNDICE E – ATIVIDADE DE ROBÓTICA: IRRADIAÇÃO

IRRADIAÇÃO (parte II)

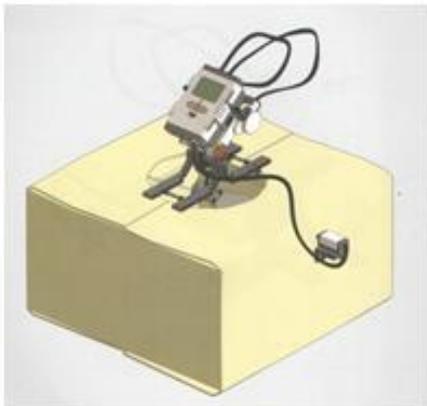
MATERIAIS (por grupo): Robô Lego, computador, duas caixas de papelão (mesma espessura, largura, altura e comprimento), papel cartão de cor preto, papel cartão de cor branco, 1 lâmpada de 150 W e 1 base luminária.

OBJETIVOS

- Reconhecer a diferença na taxa de absorção de calor por irradiação entre materiais de cores escuras (preto) e claras (branco);
- Listar as suas aplicações no cotidiano.

PROCEDIMENTO:

- a) Pegar uma caixa de papelão e revesti-la internamente com papel cartão preto.
- b) Montar o equipamento conforme o esquema.



- c) Colocar a lâmpada aproximadamente a 2 cm de distância da caixa (ao lado esquerdo do sensor de temperatura).
- d) Acender a lâmpada.
- e) Conectar o NXT no computador por meio de um cabo USB.
- f) Executar a programação (pressionando o botão laranja do NXT) para que os dados comecem a ser coletados durante 4 minutos e registrados em um gráfico temperatura (°C) versus tempo (segundos) no software LEGO MINDSTORMS® NXT.
- g) Salvar os dados no computador.

- h) Repetir os procedimentos anteriores, porém, ao invés de utilizar a caixa com revestimento interno preto, utilize a outra caixa com revestimento interno branco.
- i) Analisar, comparar os gráficos e responder:

Em qual das duas caixas, com revestimento interno preto ou com revestimento interno branco, houve maior aumento interno de temperatura?

Por que isso aconteceu? A que conclusão você pode chegar?

Explique de que maneira a cor dos objetos interfere na taxa de absorção de energia.

Cite exemplos de irradiação no dia a dia.

APÊNDICE F – ATIVIDADE DE ROBÓTICA: CONVECÇÃO TÉRMICA

MATERIAIS (por grupo): Robô Lego, computador e aparelho de ar condicionado (em bom funcionamento) fixado em uma parede próximo ao teto.

Observação: Esta atividade será realizada de forma coletiva (com todos os alunos ao mesmo tempo) com a utilização de três robôs.

OBJETIVOS:

- Explorar a transferência de calor por convecção;
- Entender a formação de correntes de convecção;
- Listar as suas aplicações no cotidiano.

PROCEDIMENTO:

- a) Ligar o ar condicionado.
- b) Deixar um robô ventilador com o sensor de temperatura direcionado para cima em cada ponto da sala (um ao lado esquerdo do aparelho de ar condicionado, outro ao lado direito e outro a frente).
- c) Conectar cada NXT no computador por meio de um cabo USB.
- d) Executar a programação (pressionando o botão laranja do NXT) para que os dados comecem a ser coletados durante 360 segundos e registrados em um gráfico temperatura (°C) *versus* tempo (segundos) no *software* LEGO MINDSTORMS® NXT.
- e) Salvar os dados no computador.
- f) Analisar, comparar os gráficos e responder:

Qual dos três robôs posicionados em um dos pontos da sala registrou maior diferença de temperatura?

Por que isso aconteceu? A que conclusão você pode chegar?

Qual é a melhor localização de um aparelho de ar condicionado, próximo do teto ou do piso? Justifique sua resposta.

Se você embarcasse em um automóvel que ficou exposto ao Sol por muito tempo, com as janelas e portas fechadas, de que forma usaria o ar condicionado do automóvel, a fim de resfriá-lo mais rapidamente?

Em quais outras situações do nosso cotidiano podemos observar a convecção térmica?

Em que consiste a convecção térmica? Por que ocorre?

APÊNDICE G – ATIVIDADE DE ROBÓTICA: CONDUÇÃO TÉRMICA

MATERIAIS (por grupo): Robô Lego, computador, copo de vidro, copo de alumínio, vela e fósforo.

OBJETIVOS:

- Explorar a transferência de calor por condução;
- Observar que materiais diferentes têm diferentes coeficientes de condutibilidade térmica;
- Listar as suas aplicações no cotidiano.

PROCEDIMENTO:

- a) Colocar um pouco de água em um copo de vidro.
- b) Acender uma vela e colocar o copo de vidro com água (no interior) sobre a chama da vela.
- c) Inserir o sensor de temperatura no interior do copo de vidro.
- d) Conectar o NXT no computador por meio de um cabo USB.
- e) Executar a programação (pressionando o botão laranja do NXT) para que os dados comecem a ser coletados durante 360 segundos e registrados em um gráfico temperatura (°C) *versus* tempo (segundos) no *software* LEGO MINDSTORMS® NXT.
- f) Salvar os dados no computador.
- g) Repetir os procedimentos anteriores, porém, com o copo de alumínio.
- h) Analisar, comparar os gráficos e responder:

Em qual dos copos a temperatura da água aumentou mais rápido?

Por que isso aconteceu?

A que conclusão você pode chegar?

Se deixássemos um pouco de água quente em um copo de vidro e um pouco de água quente em um copo de alumínio, em qual deles a água esfriaria mais depressa? Por quê?

Em quais outras situações do nosso cotidiano podemos observar a condução térmica?

ANEXOS

ANEXO A – ROBÔ LEGO



ANEXO B – PROGRAMAÇÃO DO SOFTWARE LEGO MINDSTORMS® NXT

Configuração do Experimento

Nome: Texto Simples Experimento-1

Duração: 10 Segundos

Taxa: 5 Amostras por Segundo

Porta: 1 Temperatura

Porta: 2 Nada

Porta: 3 Nada

Porta: 4 Nada

OK Cancela