

INSTITUTO FEDERAL SUL-RIO-GRANDENSE

CAMPUS PELOTAS VISCONDE DA GRAÇA

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS E TECNOLOGIAS NA EDUCAÇÃO

MESTRADO PROFISSIONAL EM CIÊNCIAS E TECNOLOGIAS NA EDUCAÇÃO

**ROBÓTICA EDUCACIONAL LIVRE NO ENSINO DE FÍSICA:
EXPERIMENTAÇÃO EM TERMODINÂMICA**

ELISA SÁ BRITTO CASTRO ALVES

ORIENTADOR: PROF. DR. MARCOS ANDRÉ BETEMPS VAZ DA SILVA

CO-ORIENTADOR: PROF. DR. FERNANDO AUGUSTO TREPTOW BROD

Pelotas - RS
Dezembro/2017

INSTITUTO FEDERAL SUL-RIO-GRANDENSE

CAMPUS PELOTAS VISCONDE DA GRAÇA

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS E TECNOLOGIAS NA EDUCAÇÃO

MESTRADO PROFISSIONAL EM CIÊNCIAS E TECNOLOGIAS NA EDUCAÇÃO

ROBÓTICA EDUCACIONAL LIVRE NO ENSINO DE FÍSICA: EXPERIMENTAÇÃO EM TERMODINÂMICA

ELISA SÁ BRITTO CASTRO ALVES

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências e Tecnologias na Educação do *Campus* Pelotas Visconde da Graça do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sul-riograndense, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Ciências e Tecnologias na Educação, área de concentração: Ensino de Física

Orientador: Prof. Dr. Marcos André Betemps Vaz da Silva

Co-orientador: Prof. Dr. Fernando Augusto Treptow Brod

Membros da Banca:

Prof. Dr. Marcos André Betemps Vaz da Silva
(Orientador – CaVG/IFSul)

Prof^a. Dr^a. Virgínia de Melo Alves
(IFM/UFPel)

Prof. MSc. Nelson Luiz Reyes Marques
(CaVG/IFSul)

Prof. Dr. João Ladislau Barbará Lopes
(CaVG/IFSul)

Pelotas - RS
Dezembro/2017

Dedicatória

Dedico esta dissertação ao meu marido, Jonatan Alves, que:
Apoiou-me durante toda esta jornada de estudos,
Escutou-me falar das experiências que vivenciei,
Proporcionou-me momentos de descontração,
Incentivou-me na busca de novos desafios,
Abriu mão do seu tempo comigo,

Obrigada por tudo,
Te amo!

Agradecimentos

Agradeço primeiramente a toda equipe de coordenação e de professores do Curso de Mestrado Profissional em Ciências e Tecnologias na Educação que apostaram em mim como aluna e me proporcionaram a realização de uma etapa muito importante na minha vida.

Agradeço especialmente ao meu Orientador, Marcos Betemps e ao meu co-orientador, Fernando Brod que fizeram contribuições significativas para este trabalho, mas principalmente, se mostraram grandes mestres, apoiadores e companheiros.

Agradeço aos meus colegas do mestrado, que me proporcionaram momentos muito agradáveis durante as aulas e na troca de experiências quando realizávamos apresentação de trabalhos.

E, finalmente, agradeço ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia – Campus Visconde da Graça por me oportunizarem aplicar este projeto e, especialmente, aos meus queridos alunos das turmas 20151.VG.AGRO_I.103 e 20151.VG.AGRO_I.104 pela dedicação, empenho e boa receptividade no desenvolvimento desse trabalho.

Muito obrigada a todos!

Epígrafe

"A aprendizagem está à frente do desenvolvimento"

Vygotsky

RESUMO

Diante de uma sociedade amplamente tecnológica, como aperfeiçoar/modernizar o Ensino de Física? Com intuito de refletir sobre este questionamento, este trabalho visou apresentar uma proposta para analisar o efeito do aprendizado no Ensino de Física, tendo a robótica como ferramenta pedagógica para aprofundar conhecimentos científicos e/ou tecnológicos da Termodinâmica. A escolha pela robótica educacional livre, deu-se devido ao baixo custo de implementação e a facilidade de programação. O estudo aqui apresentado consistiu em trabalhar conceitos de Termodinâmica utilizando kits constituídos pelo *hardware* Arduino e seus *shields* e programando através do *software* *Scratch S4A*. Como forma de avaliar a utilização da robótica educacional nos casos aqui explorados, realizou-se uma entrevista, utilizando como metodologia de análise o Discurso do Sujeito Coletivo (DSC), com alunos de duas turmas de primeiro ano do Ensino Médio do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sul-rio-grandense (IFSul) – Campus Pelotas – Visconde da Graça (CaVG). Sendo esta uma instituição que tem por objetivo a formação profissional e tecnológica, justifica-se esta proposta na busca por estimular os alunos a avançar no seu pensamento científico, aprender fazendo e criar soluções inovadoras que venham a interagir e contribuir com o meio em que vivem.

Palavras-chave: Termodinâmica, robótica educacional, Ensino de Física.

ABSTRACT

Having in mind we live in a society which is widely technological, how to refine/modernize Physics teaching? In order to discuss this question, this paper aims to present a proposal to analyze the effect of learning in the teaching of physics and Robotics as a pedagogical tool to deepen scientific knowledge and/or technology of thermodynamics. The choice for the free educational robotics is due to the low cost of implementation and ease of programming. The study presented here consisted of working concepts of Thermodynamics by using kits consisting of the Arduino hardware and their shields and programming through software Scratch S4A. As a way to evaluate the use of educational Robotics in the cases here explored, an interview, using the analysis methodology and the collective subject discourse (DSC) was carried out with two classes of high school first year students of the Federal Institute of education, Science and technology Sul-rio-grandense (IFSul) – Campus Pelotas-Visconde da Graça (CaVG). Taking into consideration that this is an institution that aims at professional and technical training, this proposal is justified by looking forward to stimulating students to advance in their scientific thinking, learning by doing and create innovative solutions that will interact and contribute with the environment in living.

Key words: Thermodynamics, educational robotics, physics teaching.

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO.....	11
1.1 Contexto da Pesquisa.....	11
1.2 Motivação e Objetivos.....	12
1.2.1 Objetivo Geral.....	12
1.2.2 Objetivos específicos	13
CAPÍTULO 2 - REFERENCIAL TEÓRICO	14
2.1 Considerações Iniciais	14
2.1.1 Termodinâmica no Ensino de Física	14
2.1.2 Robótica Educacional Livre no Ensino de Física	17
2.1.3 Momentos Pedagógicos.....	19
2.1.3.1 Problematização inicial.....	20
2.1.3.2 Organização do conhecimento	20
2.1.3.3 Aplicação do conhecimento.....	21
2.1.4 Uma perspectiva para construção do conhecimento: Teoria sócio-interacionista de Vygotsky.....	21
2.1.5 Experimentação no ensino de Física:	23
CAPÍTULO 3 - METODOLOGIA.....	26
3.1 Visualização da proposta.....	26
3.2 Etapas metodológicas.....	26
3.3 Material didático de apoio (produto educacional)	27
CAPÍTULO 4 - ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO.....	28
4.1 Conhecendo o público-alvo e a instituição de ensino.....	28
4.2 Sequência didática	29
4.2.1 Funções desempenhadas pelos alunos na coletividade	31
4.2.2 Detalhamento das Atividades de Sala de aula	31
4.3 Avaliação.....	33
CAPÍTULO 5 - MATERIAL DIDÁTICO DE APOIO	36
5.1 Apresentação inicial.....	36

5.2 O uso do Arduino como ferramenta pedagógica	36
CAPÍTULO 6 - ANÁLISE DOS DADOS	39
6.1 O Discurso do Sujeito Coletivo	39
6.1.1 Introdução ao DSC.....	39
6.1.2 A técnica do DSC.....	40
6.1.3 DSC gerados pelos alunos - Introdução.....	41
6.1.4 A utilização da robótica para estudar Termodinâmica	42
6.1.5 Relação do experimento de Termodinâmica com o meio.....	45
CAPÍTULO 7 - CONSIDERAÇÕES FINAIS	49
REFERÊNCIAS.....	52
APÊNDICE A: FRASES PROBLEMATIZAÇÃO INICIAL	56
APÊNDICE B: ROTEIRO EXPERIMENTAL.....	57
APÊNDICE C: QUIZ DE ROBÓTICA	60
APÊNDICE D: PRODUTO EDUCACIONAL.....	611

LISTA DE FIGURAS

<i>Figura 1 – Laboratório de Mídias.....</i>	<i>29</i>
<i>Figura 2 - Dinâmica “A lógica da programação” no momento que um aluno encontrou o outro (os dois estão em pé)</i>	<i>30</i>
<i>Figura 3 - Aula teórica na sala convencional.....</i>	<i>32</i>
<i>Figura 4 - Registro da aula teórica no caderno de uma aluna.....</i>	<i>33</i>
<i>Figura 5 – Arduino UNO.....</i>	<i>37</i>

Capítulo 1

INTRODUÇÃO

1.1 Contexto da Pesquisa

Esta pesquisa buscou uma possibilidade diversificada de ensinar e de aprender conceitos de Física. Segundo Hoffmann (2008), cada vez se torna mais recorrente a necessidade de transformar o ensino das escolas para que os alunos consigam interagir melhor com a sociedade em que se encontram, a qual está em constante mudança. Se a escola quer alunos diferentes, ela trabalha no sentido de formar pessoas diferentes?

Ensinar Física é um desafio, pois é necessário apresentar para os alunos a diferença entre o senso comum e o conhecimento científico. Sendo assim, inicia-se uma busca para que o aluno possa avançar no seu pensamento científico.

Diante disto, com este trabalho, pretende-se empreender nos alunos do Ensino Técnico de Nível Médio do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sul-rio-grandense (IFSul) – Campus Pelotas – Visconde da Graça (CaVG), o espírito científico, utilizando a robótica educacional livre como ferramenta pedagógica de ensino, e instigando o aluno por meio do aprender fazendo.

A escolha pela robótica educacional livre dá-se devido ao baixo custo de implementação e a facilidade de programação. Para tanto, foi adotado o *hardware* Arduino, que segundo possui baixo custo e promove liberdade de programação, e o *software Scratch for Arduino (S4A)*¹, adequado à programação por iniciantes.

O trabalho foi realizado com alunos de duas turmas de primeiro ano do Ensino Médio do IFSul CaVG. Sendo esta uma instituição que tem como objetivo a formação profissional e tecnológica, este trabalho justifica-se pela necessidade de formar alunos que atendam este objetivo, especialmente no ensino de Física. A proposta de

¹ [Informação obtida em <https://www.Arduino.cc/en/Main/AboutUs>, 15 set 2017]

trabalhar conceitos de Física através da robótica pode propiciar o desenvolvimento do pensamento científico ao aprender fazendo e criando soluções inovadoras que venham a interagir e contribuir com o meio em que estão inseridos.

O problema da pesquisa leva em consideração o seguinte questionamento: a robótica educacional pode auxiliar no desenvolvimento de conteúdos vinculados à Termodinâmica, e além disso, desenvolver no estudante o senso crítico, a independência e gosto pelo trabalho em equipe?

O estudo apresenta como hipótese explicativa de que a utilização da robótica educacional livre possibilita aos alunos se apropriarem de conceitos científicos e/ou tecnológicos de Física a partir de suas experiências.

1.2 Motivação e Objetivos

Quando os alunos são questionados sobre o que eles pensam sobre robótica, e conseqüentemente, sobre tecnologia, a construção de robôs e outros termos mais simples e superficiais logo vem à tona. Com este trabalho buscou-se desmistificar essa ideia de que robótica é apenas um “brinquedo” sem propósito científico.

Segundo Auler (2003), ao apresentar o conceito de tecnologia aos alunos, a maioria deles ligam este termo ao uso de celulares, computadores, etc... É preciso considerar que as tecnologias evoluem rapidamente. Ainda de acordo com Cavalcante et al. (2011), a utilização do computador como agente transformador no ensino de Física, como ensino e aprendizagem da Física, buscando diminuir esta distância tecnológica entre a escola e o estudante, tem sido incansavelmente relatada também como instrumento de laboratório.

Portanto, utilizar a robótica vai muito além do lúdico: a montagem, a construção e a programação de sensores, contribuem muito para auxiliar no aprendizado de conceitos científicos e/ou tecnológicos.

1.2.1 Objetivo Geral

Investigar a utilização da robótica educacional como ferramenta para o desenvolvimento de conteúdos de Termodinâmica no Ensino de Física,

potencializando o aprendizado, utilizando a robótica como ferramenta pedagógica, para aprofundar conhecimentos científicos e/ou tecnológicos.

1.2.2 Objetivos específicos

- Oportunizar momentos além da sala de aula onde os alunos possam continuar seus estudos utilizando a robótica;
- Instigar a liberdade de construção e programação frente aos desafios que serão lançados pelo experimento;
- Estimular o uso da linguagem científica e a busca por conhecimento autônomo por meio da exploração e da descoberta;
- Incentivar as relações humanas e o aprendizado coletivo através do aprender fazendo.
- Analisar a utilização do Arduino como ferramenta para o ensino de Física;
- Analisar a percepção dos alunos com relação ao uso da robótica como estratégia para o ensino;
- Avaliar a utilização do Arduino para o desenvolvimento do tema Termodinâmica;
- Apresentar um material de apoio ao professor, motivando para a utilização do Arduino como ferramenta adicional para as aulas de Física.

Capítulo 2

REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Considerações Iniciais

A seguir serão apresentadas uma breve discussão e uma pesquisa bibliográfica² sobre a Termodinâmica (ver item 2.1.1) e a robótica (ver item 2.1.2), conforme etapa metodológica (i), que será detalhada no Capítulo 3.

O trabalho na sala de aula foi baseado em três vertentes: utilização da robótica como ferramenta para trabalhar coletivamente, ensino de conceitos de Física e experimentação como prática pedagógica. Para tanto, foram adotados principalmente os seguintes referenciais teóricos, respectivamente: Delizoicov e Angotti (ver item 2.1.3) que fundamenta a estrutura das aulas e a forma como os assuntos foram debatidos na turma; Vygotsky (ver item 2.1.4) que fundamenta a conceitualização através de situações-problemas e a forma como os alunos desenvolveram suas atividades e construíram conhecimento; e Pinho Alves (ver item 2.1.5), que fundamenta a metodologia de utilização dos kits. Para análise qualitativa dos dados, foi utilizado o método do DSC, com o referencial teórico de Lefèvre e Lefèvre, a fim de garantir uma organização na análise das entrevistas.

2.1.1 Termodinâmica no Ensino de Física

Esta seção busca discutir alguns trabalhos realizados sobre a abordagem da Termodinâmica no Ensino de Física. Para tanto, foi feito um levantamento em trabalhos já publicados que citam esta temática.

² De acordo com Moreira (2008), a pesquisa bibliográfica é, como se vê, uma fase da revisão de literatura, assim como é fase inicial para diversos tipos de pesquisa.

Segundo Silva et. al. (2017), dentre os resultados de revisão do seu trabalho, pode-se destacar um grande número de pesquisas voltadas às metodologias de ensino que facilitam a compreensão de conceitos da Física Térmica e a importância de trabalhos nessa área em função da confusão conceitual existente entre os conceitos de calor e temperatura.

Para Kohnlein & Peduzzi (2002), destas, talvez a que mais influencia a descrição e explicação de vários fenômenos é o não reconhecimento, por parte de um grande número de alunos, do que é o calor. Há uma tendência de considerar o calor como uma substância, uma espécie de fluido como propriedade dos corpos quentes, e o frio como propriedade contrária, ou seja, como ausência de calor. É comum usar os conceitos de calor e temperatura como sinônimos: “hoje está muito calor”, “que frio está entrando pela porta”, “quando se mede a febre de uma pessoa ela passa a temperatura para o termômetro”, etc.

Outro ponto destacado por Neto et. al. (2016), diz que a Termodinâmica, desde os seus princípios teóricos, se mostrou eficiente ao que se propunha na investigação da dinâmica do calor e suas transformações, porém nota-se facilmente que os primeiros estudos nessa área do conhecimento não imaginavam o leque de ação de seus princípios que permeiam desde a fatores sociais ao questionamento até mesmo do sentido e origem da vida.

E, finalmente, de acordo com Alves et. al. (2013), quanto aos tópicos de Termodinâmica ou Física Térmica que são mais abordados nessas publicações, destaca-se que o conceito de calor é o que mais aparece. Já temperatura vem em segundo lugar e acredita-se que isso se deva ao fato dos estudantes, geralmente, apresentarem uma certa confusão entre os conceitos de calor, temperatura e energia, o que incentivaria a elaboração de propostas alternativas para a superação dessa dificuldade.

Diante de tudo isso, percebe-se que uma das principais preocupações por parte dos professores de Física, ao tratar o tema “Termodinâmica”, é a diferença entre “calor e temperatura”. Os estudantes, em sua maioria, trazem concepções alternativas sobre essas duas grandezas Físicas. Portanto, ao buscar em livros didáticos de Física, encontrou-se os seguintes “conceitos” para calor e temperatura.

Segundo Hewitt (2011), toda matéria – sólida, líquida ou gasosa – é composta por átomos ou moléculas em constante agitação. Em virtude desse movimento aleatório, os átomos ou moléculas da matéria possuem energia cinética. A energia

cinética média dessas partículas individuais produz um efeito que podemos sentir – a sensação de quente. A quantidade que informa quão quente ou frio é um objeto em relação a algum padrão é chamada de temperatura. Ainda, Hewitt (2011) descreve um exemplo, quando você toca numa estufa aquecida, a energia passa para sua mão, porque a estufa está mais quente que ela. Por outro lado, quando você encosta sua mão num pedaço de gelo, a energia sai da sua mão para o gelo, que é mais frio. O sentido da transferência espontânea de energia é sempre do corpo que está mais quente para um vizinho mais frio. A energia transferida de uma coisa para outra por causa de uma diferença de temperatura entre elas é chamada calor. É importante observar que a matéria não contém calor. A matéria contém energia cinética molecular e possivelmente energia potencial, não calor. Calor é energia em trânsito de um corpo a uma temperatura mais alta para outro a uma temperatura mais baixa. Uma vez transferida, a energia deixa de ser calor. A energia resultante de fluxo de calor é a energia térmica, para deixar claro o vínculo entre temperatura e calor. O termo preferido pelos cientistas é **energia interna**. A energia interna é a soma total de todas as energias no interior de uma substância. Além da energia cinética translacional da agitação molecular em uma substância, existe energia em outras formas. Existe a energia rotacional das moléculas e a energia cinética devido ao movimento interno dos átomos dentro das moléculas. Existe também energia potencial devido às forças entre as moléculas. De modo que uma substância não contém calor – ela contém energia interna. Quando uma substância absorve ou cede calor, a sua energia interna, correspondentemente, aumenta ou diminui. Em alguns casos, como quando o gelo se derrete, o calor absorvido de fato não aumenta a energia cinética molecular, mas transforma-se em outras formas de energia.

De acordo com Halliday et. al. (2001), um dos principais ramos da Física e da Engenharia é a Termodinâmica – o estudo e a aplicação da energia térmica (frequentemente chamada de energia interna) de sistemas. Um dos conceitos centrais da Termodinâmica é temperatura. Temperatura é uma das sete grandezas fundamentais do SI. Os físicos medem temperatura na escala Kelvin, que é graduada em unidades chamadas kelvins. Embora não exista um limite superior aparente para a temperatura de um corpo, ela tem um limite inferior; este limite inferior de temperatura é tomado como zero da escala de temperatura Kelvin. A temperatura ambiente está em torno de 290 kelvins, ou 290K, como a escrevemos, acima deste zero absoluto. A Lei Zero da Termodinâmica está associada a ideia de temperatura,

ela diz que: “Se dois corpos A e B estão individualmente em equilíbrio térmico com um terceiro corpo T, então A e B estão em equilíbrio térmico entre si”. Se você pega uma lata de refrigerante de um refrigerador e a deixa sobre a mesa da cozinha, a temperatura da lata subirá – rapidamente no início, mas lentamente depois – até que a temperatura do refrigerante fique igual à do ambiente (os dois se encontram, então, em equilíbrio térmico). Da mesma forma, a temperatura de uma xícara de café quente deixada sobre a mesa irá cair até que ela atinja a temperatura ambiente. Tal variação de temperatura é devida a uma mudança na energia térmica do sistema por causa da transferência de energia entre o sistema e seu ambiente. Energia térmica é uma energia interna que consiste em energias cinética e potencial associadas com os movimentos aleatórios dos átomos, moléculas e outros corpos microscópicos, no interior de um objeto. A energia transferida é chamada de calor. Calor é a energia transferida entre um sistema e o seu ambiente devido a uma diferença de temperatura entre eles.

2.1.2 Robótica Educacional Livre no Ensino de Física

O uso da robótica educacional livre no Ensino de Física, vem crescendo nos últimos anos de acordo com os referenciais que discutiremos a seguir. Sendo assim, neste momento, pretende-se discutir um pouco sobre a terminologia utilizada neste trabalho.

É importante ressaltar que há algumas variações no termo “educacional”. Este trabalho concorda com a conceitualização de César (2013), na qual diz que a função do pedagógico ou educacional é promover o desenvolvimento de conteúdos/ações específicas nas diversas áreas de conhecimento, de forma crítica, reflexiva e sistematizada – planejada/organizada – a partir da utilização de estratégias e metodologias, visando a atingir/alcançar resultados previstos por um ou vários objetivos. E, ainda, as propostas pedagógicas de robótica pedagógica rompem com a perspectiva fragmentada e compartimentalizada do currículo escolar, pois trazem para a discussão temas que transversalizam diferentes áreas do conhecimento. Já o termo “robótica livre”³ sugere uma metodologia educacional/pedagógica de uso de "sucata eletrônica" e artefatos eletrônicos para ensino de robótica. A principal característica

³ [Informação obtida em roboticalivre.org, 15 set 2017]

da robótica livre é o uso de elementos não patenteados na construção de kits com elementos eletrônicos, mecânicos e de programação, podendo ser usado por qualquer pessoa e replicado para qualquer outro ambiente comercial ou educacional. Para que um experimento de robótica livre, seja considerado livre, deve conter *software* livre e *hardware* livre.

A robótica é tratada como um tipo de tecnologia e, de acordo com Moraes (2010), a tecnologia na educação pode ser um elemento catalisador, capaz de contribuir para o processo de resgate do interesse do aprendiz, na tentativa de melhorar sua vinculação afetiva com as situações de aprendizagem. Os ambientes robóticos na educação são diversos e a crescente demanda por novos aparatos tecnológicos de hardware na educação é evidenciada, sobretudo, pelos esforços da comunidade acadêmica em propor a inclusão da robótica com fins pedagógicos. Hoje, existem no mercado vários kits (nacionais e importados) de robótica educacional. Dentre eles destacamos alguns dos mais utilizados nas escolas, sendo dois projetados e desenvolvidos no Brasil como o Super Robby e o Robótica Fácil, e outros dois importados, como o GoGoBoard e o Lego MindStorms, (Cruz & Sasahara, 2007). O Arduino utilizado neste trabalho, é um ambiente tecnológico de fácil implementação e baixo custo. De acordo com Neto (2013), o computador pode fornecer uma gama de novas situações que dificilmente aconteceriam em sala de aula, além de propiciar explorações dinâmicas que facilitam e auxiliam a aprendizagem significativa dos alunos acerca dos conceitos físicos trabalhados.

Apresentamos agora algumas referências ao uso do Arduino para ensinar Física. Apesar de ainda serem poucas, algumas referências já podem ser encontradas.

Segundo Cavalcante et al. (2011), que escreveu um artigo sobre a carga e descarga de um capacitor utilizando o Arduino com o *Processing*, existem diferentes modos de operar o Arduino para funcionar como uma interface alternativa na aquisição e automação de dados em atividades experimentais de Física via porta USB do computador. Já Rodrigues & Cunha (2014), que formulou um texto de apoio ao professor sobre o Arduino para físicos, mostra alguns exemplos do uso de diferentes sensores com o Arduino que podem ser usados em aulas ou na construção de equipamentos e experimentos com aquisição automáticos de dados. De acordo com Rubim Junior (2014), que descreveu em sua dissertação de mestrado um experimento com Arduino e o *Shield* LED RGB, diz que a intenção ao introduzir o microcontrolador

Arduino nas aulas de Física foi provocar curiosidade nos estudantes e despertar o caráter investigativo necessário ao estudo da Física, ao mesmo tempo em que lidam com elementos tecnológicos que fazem parte de sua cultura contemporânea. Ainda Castro (2016), que escreveu sua dissertação de mestrado sobre o uso do Arduino e do *Processing*, diz que este propicia um aumento de qualidade e de confiabilidade nos resultados alcançados nos experimentos, permitindo a obtenção de um padrão de qualidade análogo ou superior daqueles obtidos pelos equipamentos produzidos comercialmente para os laboratórios de Física e, se bem conduzido, esse processo torna a aula mais dinâmica e, potencialmente, um local de aprendizagem significativa. Finalmente, segundo Martinazzo et al. (2014), que publicou seu artigo na revista *Perspectiva*, o computador é ainda pouco utilizado em laboratórios de Física, pois a maioria dos professores não teve formação nessa área e não se sente preparada ou com pouca informação para dominar essa tecnologia.

Sendo assim, percebe-se que a robótica é tratada como um tipo de tecnologia. Também se concorda com o uso do termo “educacional” como forma de distinguir o uso da robótica como uma ferramenta pedagógica e não apenas um brinquedo. A escolha pelo Arduino neste trabalho, justificou-se pela facilidade de implementação, liberdade de programação e o baixo custo. O uso da robótica juntamente com a Física busca provocar a curiosidade nos estudantes e despertar o caráter investigativo.

2.1.3 Momentos Pedagógicos

A robótica é uma ferramenta que privilegia o trabalho coletivo. Portanto, primamos neste trabalho, por desenvolver todas as atividades em grupos, definindo papéis e funções específicas para cada integrante. Após determinadas as funções que cada estudante teve no grupo, todos precisaram fazer a sua parte para que se obtivesse um bom resultado final. A utilização da robótica no ensino de Física implica no desenvolvimento de problemas não só da Física, mas também da tecnologia empregada, o que exige uma maior organização e planejamento das aulas. A sequência didática é importante e deve ser proposta de forma clara e objetiva aos alunos. Assim sendo, encontra-se no trabalho de Delizoicov e Angotti uma proposta de momentos pedagógicos que podem ser utilizados quando se trabalha desta maneira.

Segundo Delizoicov (2001), o significado dos problemas que aparecem ao longo da história da Física para os alunos do Ensino Médio ou universitário não é o mesmo que para o Físico ou professor de Física. Mesmo que os fenômenos envolvidos da História da Ciência sejam os mesmos tratados na escola, é importante a articulação com a localização e formulação do problema que só fazem sentido no interior da teoria. Existem três momentos pedagógicos: problematização inicial, organização do conhecimento e aplicação do conhecimento que serão discutidos a seguir.

Diante disso tudo, este trabalho concorda com as ideias de Delizoicov e Angotti, especialmente onde se refere às atividades experimentais, que constituem um método eficaz no processo de ensino-aprendizagem. Essas atividades, buscaram ser orientadas de maneira que houvesse abertura para discussões e interpretações dos dados obtidos, propiciando situações de investigação e despertando o interesse do aluno pela formação e apreensão do conhecimento.

2.1.3.1 Problematização inicial

O primeiro momento pedagógico é o da problematização inicial, que consiste em explorar o conhecimento de Física, que já foi selecionado para ser abordado, neste caso, a Termodinâmica. Apresentam-se questões ou situações reais que os alunos conhecem e presenciam e que estão envolvidas nos temas. Nesse momento pedagógico, os alunos são desafiados a expor o que pensam sobre as situações, a fim de que o professor possa ir conhecendo o que eles pensam.

Neste trabalho, foi utilizada a parte teórica da Lei Zero da Termodinâmica e a ideia de temperatura. Assim, foram apresentadas frases que envolviam tanto o conceito de calor como a ideia de temperatura, a fim de desestabilizar o aluno. As frases abordadas (Apêndice A), contavam com figuras ou reportagens do dia-a-dia. Os alunos eram questionados sobre o uso correto dos termos “calor” e “temperatura”.

Com a orientação da professora-pesquisadora, os estudantes foram levados a pensar sobre as sensações de quente e frio e energia interna.

2.1.3.2 Organização do conhecimento

O segundo momento pedagógico é o da organização do conhecimento, através de atividades problematizadas orientadas pelo professor, os conhecimentos

necessários para a compreensão dos temas e da problematização inicial são estudados.

Neste ponto, foi proposto o experimento utilizando a robótica como ferramenta pedagógica de ensino e aprendizagem. Os alunos receberam um roteiro experimental (Apêndice B) e desenvolveram a ideia de temperatura através da prática e do diálogo com os colegas e com a professora.

2.1.3.3 Aplicação do conhecimento

O terceiro momento pedagógico é o da aplicação do conhecimento, que consiste em explorar o potencial explicativo e conscientizador das teorias Físicas. Isto é, abordar sistematicamente o conhecimento incorporado pelo aluno, para analisar e interpretar tanto as situações iniciais que determinaram seu estudo quanto outras que, embora não estejam diretamente ligadas ao momento inicial, possam ser compreendidas pelo mesmo conhecimento.

Sendo assim, os alunos foram apresentados a uma situação não-familiar: serem os protagonistas do trabalho. Mediante ao que aprenderam, eles tiveram que auxiliar na reformulação do material didático (ver discurso dos alunos no produto educacional).

2.1.4 Uma perspectiva para construção do conhecimento: Teoria sócio-interacionista de Vygotsky

Especialmente no que se refere ao ensino de conceitos de Física, este trabalho utiliza algumas ideias da teoria da aprendizagem de Lev Semenovitch Vygotsky. Utilizou-se os conceitos abordados em sua teoria tais como: Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP), parceiro mais capaz e elementos mediadores.

Dentro desta perspectiva, o uso de tecnologias/robótica (elemento mediador), juntamente com a interação social (parceiro mais capaz) alcançada através da experimentação e do trabalho em grupo, busca potencializar o aprendizado de conceitos da Termodinâmica.

A teoria da aprendizagem de Vygotsky (2000), está interligada com o contexto social, histórico e cultural em que ocorre. Ou seja, os processos mentais superiores (pensamento e linguagem) do indivíduo têm origem em processos sociais.

Segundo Delizoicov & Glehn (2012), o que Vygotsky propõe é outra forma de resolução de uma situação-problema estabelecendo um elo intermediário entre o estímulo que é provocado pelo meio exterior (objeto) e a resposta do sujeito. O elemento intermediário é caracterizado pela ferramenta de mediação, que inserido no contexto dos processos que procuram levantar possíveis soluções a problemas, assume uma importante função: a de que o sujeito se aproprie de condições/conhecimentos para se envolver ativamente na busca de uma solução aceitável.

Este trabalho buscou utilizar algumas ideias da teoria de Vygotsky, especialmente na condução de situações-problema.

Um conceito importante em psicologia do desenvolvimento cognitivo, é zona de desenvolvimento proximal, elaborado por Vygostky (2007). Este diz que o conhecimento é desenvolvido por uma zona proximal, isto é, esse aprendizado não pode ser tão complexo ou tão fácil para o aluno a ponto de fazê-lo perder o interesse ou não conseguir compreender. Existem dois principais níveis de desenvolvimento: real e potencial.

O real compreende as habilidades já desenvolvidas pelo aluno (que já foram compreendidas por ele em um âmbito histórico-social), e neste caso, o papel do professor e dos colegas não é considerado.

Já o potencial compreende as habilidades que o aluno poderá desenvolver com a ajuda do parceiro mais capaz que pode ser um professor ou um colega (de pais ou de responsáveis). A distância entre o nível de desenvolvimento atual é determinada pela resolução independente de problemas e o nível de desenvolvimento potencial, sob orientação ou em colaboração com parceiros mais capazes.

Vygotsky entende que o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores do estudante deva ser observado de forma prospectiva, ou seja, é preciso dar enfoque para os conceitos que o estudante precisa aprender naquela etapa de estudos. Dessa maneira, surge o conceito de Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP), onde o professor por meio de ação intencional promove progressos que não seriam possíveis de maneira espontânea.

Assim, o conhecimento não acontece ao acaso, mas sim surge do ato do pensamento. Este conhecimento pode promover o pensamento intelectual dos estudantes, se antecipar o seu desenvolvimento. As ações mediadoras do professor são muito importantes, pois a partir da aprendizagem dos conteúdos escolares é que se desenvolverá o pensamento intelectual dos alunos.

Segundo Vygotsky (1987), o parceiro mais capaz é alguém que dá conta de uma ação e auxilia outra pessoa a evoluir dentro de uma zona de desenvolvimento (potencial), auxiliando na resolução de problemas e, assim, no aprendizado.

Para além disso, Vygotsky também defende o uso de elementos mediadores: os instrumentos e os signos. O processo de mediação, por meio de instrumentos e signos, é fundamental para o desenvolvimento das funções psicológicas superiores, distinguindo o homem dos outros animais. A mediação é um processo essencial para tornar possível as atividades psicológicas voluntárias, intencionais, controladas pelo próprio indivíduo (Oliveira, 2010).

Ainda assim, Vygotsky enfatiza a interação entre dois conceitos: espontâneos e científicos. Os conceitos espontâneos abrem caminho para os conceitos científicos, estes últimos, são possíveis graças à escola e ao professor.

2.1.5 Experimentação no ensino de Física:

A parte deste trabalho que se refere à experimentação na Física, consiste na etapa metodológica (ii), conforme descrito no Capítulo 3. Como base teórica, foram utilizados os trabalhos de José de Pinho Alves Filho, no que diz respeito, especialmente, ao laboratório didático de Física.

Neste sentido, Pinho Alves nos apresenta uma conexão entre conhecimento científico, saber sábio e transposição didática. No que se refere ao saber sábio, argumenta:

Este é fruto do trabalho produtivo de uma esfera própria, composta basicamente pelos intelectuais e cientistas que, constroem aquilo que também é denominado de “conhecimento científico”. Este saber se torna público através de publicações próprias (tais como revistas e periódicos científicos), ou nos congressos específicos de cada área. O saber sábio, deve ser alvo de transformações. O cerne da Transposição Didática está em se aceitar - a premissa que esta esfera não gera saber científico - mas gera um novo saber! Sua função é transformar o saber sábio, que se apresenta em forma não adequada ao ensino, em material “ensinável” inserido em um discurso didático

com regras próprias [...] No que concerne ao ensino em sala de aula ocorre novamente o fenômeno da Transposição Didática, só que neste espaço envolve a transfiguração do saber a ensinar em “saber ensinado”. (Pinho Alves, 2000, p. 223).

Já em relação a transposição didática, salienta:

Ocorre entre o saber sábio e o saber a ensinar, que se traduz por meio da elaboração dos livros textos e manuais de ensino. Sendo assim, ele introduz a ideia do laboratório no ensino de Física, no qual diz que há um consenso de que o laboratório didático é importante no processo de ensino e aceito quase de forma dogmática, em que o método experimental utilizado no processo de produção científica é assumido como um tipo de “saber sábio” que se transforma em saber a ensinar e de método de investigação torna-se “conteúdo de ensino”. (Pinho Alves, 2000, p. 230).

E em relação ao saber ensinado:

No que concerne ao ensino em sala de aula ocorre novamente o fenômeno da Transposição Didática, só que neste espaço envolve a transfiguração do saber a ensinar em “saber ensinado” [...] o material didático à disposição do Professor do Ensino Médio difere daquele direcionado ao ensino superior. Enquanto o 'livro ou manual didático universitário é resultado de uma transposição didática de fato, o livro didático destinado ao Ensino Médio é o espelho de um processo de simplificação que busca adequar linguagem e recursos matemáticos mínimos para manter o corpo estrutural do saber a ensinar. É neste último que o Professor do Ensino Médio, de modo geral, se referencia para preparar suas aulas. E é exatamente, neste novo espaço, o da preparação e do lecionar, que se estabelece o terceiro patamar do saber - o “saber ensinado simplificação que busca adequar linguagem e recursos matemáticos mínimos para manter o corpo estrutural do saber a ensinar. É neste último que o Professor do Ensino Médio, de modo geral, se referencia para preparar suas aulas. E é exatamente, neste novo espaço, o da preparação e do lecionar, que se estabelece o terceiro patamar do saber - o “saber ensinado. (Pinho Alves, 2000, p. 229-231).

Para ele, existem algumas concepções de laboratórios: de cátedra (demonstração), tradicional (convencional), divergente, de projetos e biblioteca. Vamos nos deter na comparação entre o laboratório tradicional x laboratório didático.

No laboratório tradicional, a atividade é transferida para os estudantes que geralmente trabalham em grupos pequenos. Mesmo com uma participação ativa, a liberdade de ação do aluno é bastante limitada, assim como seu poder de decisão. Isto porque ele fica tolhido pelo tempo de permanência no laboratório e pelas restrições estabelecidas no roteiro, ou seja, pela impossibilidade de modificar a montagem experimental. Geralmente, a prática experimental é acompanhada por um texto- guia ou roteiro altamente estruturado e organizado.

Já o laboratório didático de Física deve se aproximar do divergente, uma vez que este não apresenta rigidez organizacional, a ênfase não é a verificação ou a simples comprovação de leis ou conceitos explorados com exaustão no laboratório

tradicional. E ainda possibilita ao estudante trabalhar com sistemas físicos reais, oportunizando a resolução de problemas cujas respostas não são pré-concebidas. Este tipo de laboratório prevê dois momentos: exercício (o estudante cumpre uma série de etapas que prevê uma descrição detalhada/familiarização das experiências que serão realizadas, procedimentos adotados, medidas a serem tomadas e funcionamento dos instrumentos) e experimentação (o estudante decidirá como realizará a atividade).

Nessa perspectiva, o laboratório didático de Pinho Alves, vem ao encontro da proposta desse trabalho, uma vez que pretendia-se aprimorar o ensino da Termodinâmica através de uma transposição didática (através da robótica) do saber sábio (Termodinâmica).

O exercício foi realizado num primeiro momento, conforme descrito no item 4.2 e num segundo momento foi realizada a experimentação, onde o estudante pode construir sozinho o experimento e “reformular” de acordo com as ideias debatidas pelo grupo. Essa “reformulação” está presente no produto final deste trabalho, onde os alunos foram os protagonistas da revisão do material elaborado. Sendo assim, o laboratório didático se prestou para tudo isto.

Capítulo 3

METODOLOGIA

3.1 Visualização da proposta

A proposta para descrição da metodologia do trabalho de pesquisa que está sendo proposto nesta dissertação contará com:

- Desenvolvimento da atividade (Fundamentado nos momentos pedagógicos de Delizoicov e Angotti)
- Relato de Experiência da atividade (Descrição das atividades de sala de aula)
- Entrevista com os alunos (Questionário aberto)
- Análise das entrevistas (Discurso do Sujeito Coletivo)

3.2 Etapas metodológicas

A atividade didática adotou três etapas metodológicas: (i) contextualização, (ii) aplicação e (iii) modelização. Na contextualização realizou-se a breve pesquisa bibliográfica, e, a partir desses dados, estabeleceu-se os critérios de construção do material didático para que fosse o mais atrativo possível, e de fácil compreensão, para os estudantes. Na aplicação do trabalho, implementou-se (experimentação) o material didático com os alunos e, através da mediação da professora, foram instigados a realizar melhorias (ver DSC gerado a partir da pergunta 2 que consta no produto educacional). Na etapa de modelização o material didático inicialmente adotado foi

reconstruído (produto educacional final), realizando melhorias para que pudesse ser compartilhado com outros alunos e professores.

O detalhamento das etapas metodológicas foi citado e debatido no decorrer de todo texto.

3.3 Material didático de apoio (produto educacional)

O material didático de apoio para aplicação do projeto em outras turmas e escolas foi composto por: Kit básico de robótica educacional livre, Manual de orientações do experimento e Apostila do professor. Na descrição do kit básico, foram apresentadas imagens do kit elaborado para este trabalho e relatados os componentes, bem como o detalhamento do *software* e a configuração necessária para utilizá-lo no computador. No material de orientação, na forma de um manual, consta orientações para uso dos alunos e dos professores, a fim de montarem e programarem os experimentos. Contudo, a ideia do manual é para orientar, e não para passar uma fórmula de como fazer. O importante é tanto os alunos quanto os professores interagirem de modo a personalizar os experimentos de acordo com as suas realidades. O material de apoio ao professor está apresentado na forma de uma apostila de apoio ao professor com instruções, especialmente sobre a parte pedagógica deste trabalho. Também foi incluída, nesta apostila, a análise qualitativa desta experiência, com base nas respostas dos alunos participantes, utilizando a metodologia do Discurso do Sujeito Coletivo (DSC).

Capítulo 4

ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

4.1 Conhecendo o público-alvo e a instituição de ensino

O Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sul-rio-grandense – Campus Visconde da Graça (IFSul CaVG) está localizado na Av. Eng. Ildelfonso Simões Lopes, 2791 - Três Vendas, Pelotas - RS, 96060-290. O IFSul CaVG tem por objetivo⁴ ofertar à comunidade uma educação de qualidade, voltada às necessidades científicas e tecnológicas do novo milênio, baseada nos avanços tecnológicos e no equilíbrio do meio ambiente.

O público – alvo desta atividade foram os alunos das turmas dos primeiros anos de ensino médio do curso técnico integrado de agropecuária. Os alunos frequentam aulas da Educação Básica e do Ensino Técnico em Agropecuária nos turnos da manhã e da tarde. A modalidade de ensino é presencial, na forma integrada, de regime anual, com duração de três anos e possui uma carga horária total de 3888 horas, complementando com um estágio de 400h. A carga horária da disciplina de Física é de 90h. Foram utilizadas 30h para o desenvolvimento deste trabalho.

O local onde o projeto foi desenvolvido é o Laboratório de Mídias do IFSul CaVG (Figura 1). O laboratório possui 20 notebooks com o sistema operacional Windows. O *software* S4A foi instalado em todos os notebooks, com o auxílio da equipe da informática da instituição. Os alunos foram integrados em 3 grupos de 6 alunos, utilizando as mesas sextavadas do laboratório (Figura 1).

⁴ [Informação obtida em <http://cavg.ifsul.edu.br/>, 15 set 2017]



Figura 1 – Laboratório de Mídias

4.2 Sequência didática

As atividades desenvolvidas em sala de aula, também constituem a etapa metodológica (ii), e foram realizadas seguindo os passos abaixo:

- 1) Aula de introdução à robótica, onde se apresentou de forma sucinta, máquinas simples e conceitos tecnológicos.
- 2) Atividade/Dinâmica de grupo “A lógica da programação”: um aluno de olhos vendados procura outro aluno em algum lugar da sala e os colegas auxiliam através de voz de comando. O objetivo é entender a lógica da programação, passos=comandos (Figura 2).



Figura 2 - Dinâmica “A lógica da programação” no momento que um aluno encontrou o outro (os dois estão em pé)

- 3) Quiz de robótica: Consistiu em um teste com 5 perguntas simples para verificar conhecimentos prévios sobre robótica (Apêndice C).
- 4) Conhecimento dos kits de robótica: Sem o auxílio da professora-pesquisadora, os alunos manusearam e experimentaram os kits afim de vencer os receios que poderiam vir a ter com o desconhecido.
- 5) Divisão dos grupos de trabalho: Foram construídos pela professora-pesquisadora, 3 kits de robótica. Em cada turma haviam 20 alunos. Portanto, os grupos foram distribuídos da seguinte maneira: 6 alunos por kit e 2 monitores.
- 6) Funções dos grupos: Cada integrante do grupo possuía uma função específica, para que ninguém ficasse sem trabalhar. A ideia é que eles se sentissem parte do trabalho, por isso, os alunos auxiliaram na denominação das funções. Essas funções também eram revezadas a cada atividade.
- 7) Aulas teóricas intercaladas com as práticas: Os alunos tinham aula teórica na sala de aula convencional uma vez por semana. Como a disciplina de Física contava com três períodos por semana, os outros dois eram desenvolvidos no Laboratório de Mídias.

4.2.1 Funções desempenhadas pelos alunos na coletividade

Abaixo encontra-se a descrição de cada atividade desempenhada pelos integrantes de cada grupo:

Monitores: Auxiliam a professora-pesquisadora nas tarefas de conferir, distribuir e zelar pelos kits. Eles recebem a atividade antes dos colegas e no dia da execução do trabalho, auxiliam com as dúvidas.

- 1) Programador: Realiza a programação do experimento no *notebook* utilizando o *software S4A*.
- 2) Inspetor: Confere os itens do kit e separa as peças para o montador utilizar. Também mantém a organização do grupo.
- 3) Montador: Realiza a montagem do experimento.
- 4) Redator: Escreve ou digita o relatório da atividade, faz chamada dos alunos presentes, anota qualquer observação.
- 5) Comunicador: Oferece suporte ao redator, coordena o debate do grupo, prepara e apresenta a atividade que o grupo realizou apontando dificuldades e facilidades encontradas.
- 6) Pesquisador: Pesquisa em fontes fidedignas dificuldades e curiosidades encontradas pelo grupo e contribui com o aperfeiçoamento das atividades desempenhadas.

Todas as funções foram revezadas a cada atividade.

4.2.2 Detalhamento das Atividades de Sala de aula

Inicialmente os alunos participaram de uma “capacitação” sobre o uso da robótica. Nela foi discutido o conceito de “tecnologia”, realizada a dinâmica “A lógica da programação” e aplicado o “Quiz” sobre conhecimentos prévios que eles poderiam ter de robótica.

Em seguida, eles foram divididos nos grupos desempenhando uma determinada função (conforme já descrito no item 4.2). Assim, eles conheceram os kits com as peças que foram utilizadas no experimento, organizaram as caixas com etiquetas e adicionaram no relatório o nome e quantidade dos componentes encontrados.

Na sequência, todos os alunos realizaram programações básicas de teste, para familiarizarem-se com o *software S4A*, pois assim, quando realizassem o experimento, poderiam auxiliar o programador.

As aulas foram baseadas nos momentos pedagógicos de Delizoicov e Angotti, como já descrito no item 2.1.3. Intercalou-se as aulas em teoria e prática. Nas teóricas (Figura 3) foram debatidos os conceitos de Termodinâmica e registrados no caderno (Figura 4) os pontos que eles consideraram mais importantes da aula. Nas aulas práticas, foi realizada a integração destes conteúdos, utilizando a robótica como ferramenta pedagógica.



Figura 3 - Aula teórica na sala convencional

Durante as atividades e ao final da disciplina, foram realizadas avaliações para diagnosticar a aprendizagem dos alunos, como foi detalhado no item 4.3.

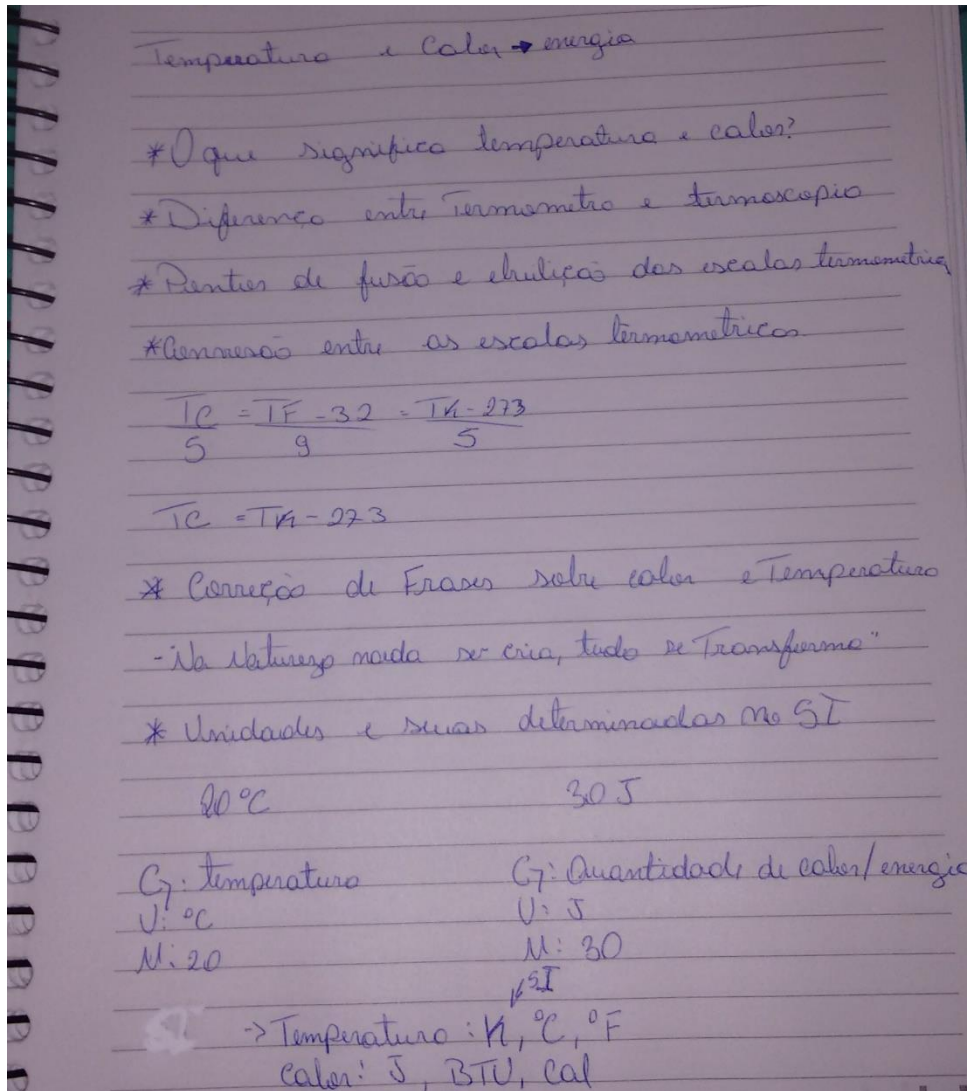


Figura 4 - Registro da aula teórica no caderno de uma aluna

4.3 Avaliação

Na perspectiva de avaliar a atividade desenvolvida e tendo em mente que a avaliação é processo diagnóstico de reorientação do trabalho, entendemos que a concepção de avaliação mediadora dá-se através dos objetivos de: oportunizar aos alunos muitos momentos de expressar suas ideias; oportunizar discussão entre os alunos a partir de situações problematizadoras; realizar várias tarefas individuais, menores e sucessivas, buscando entender as respostas apresentadas pelos estudantes; em vez do certo/errado e da atribuição de pontos, fazer comentários sobre as tarefas dos alunos, auxiliando-os a localizar as dificuldades, oferecendo-lhes

oportunidades de descobrirem soluções e; transformar os registros de avaliação em anotações significativas sobre o acompanhamento dos alunos em seu processo de construção do conhecimento, (Hoffmann, 2008).

Visto isso, ao final da disciplina, os alunos contaram com quatro tipos de avaliações: instrumento de avaliação individual e sem consulta, relatório da atividade prática e experimental, apresentação do grupo sobre as percepções (dificuldades e facilidades) ao realizar a atividade e entrevista onde responderam aos três questionamentos abaixo:

- 1) Como você percebe a utilização da robótica para estudar Termodinâmica?
- 2) O que você acha que poderia ser feito para aprimorar o experimento de Termodinâmica que trabalhamos?
- 3) Como você observa a relação do experimento de Termodinâmica com o meio em que vive?

Com o intuito de contribuir para a reformulação do material didático (produto educacional) deste projeto, com base nestas entrevistas, foi realizada a análise das respostas utilizando o método do DSC. Entendemos que esta é uma maneira mais prática e organizada de reunir as ideias dos alunos, e, assim, cumprir com o objetivo de reformular o material didático.

Num total de 10,0 pontos as avaliações foram distribuídas conforme abaixo:

- Instrumento de avaliação individual e sem consulta: 6,0
- Relatório da atividade prática e experimental: 2,0
- Apresentação do grupo sobre as percepções da atividade: 1,0
- Entrevista: 1,0

O instrumento de avaliação individual e sem consulta, contou com questões dissertativas, onde cada aluno respondia oralmente e por sorteio a seis delas, sendo que poderia obter três resultados: zero (caso não quisesse responder), meio (se respondesse parcialmente) e inteiro (se respondesse corretamente). Esta atividade foi realizada em quatro aulas. Dos 40 alunos participantes, 70% foram aprovados.

O relatório da atividade prática e experimental foi entregue pelo redator de cada grupo. O relatório foi desenvolvido durante todo período de aplicação do trabalho e entregue no final da disciplina. Todos os grupos entregaram o relatório e obtiveram nota superior à média.

A apresentação do grupo sobre as percepções da atividade teve como representante o 'comunicador da vez' (já que a cada atividade as funções eram revezadas) de cada grupo que falou em nome de todos após debaterem suas ideias. Ao final de cada aula prática havia a apresentação como fechamento daquela aula, portanto esta atividade também foi desenvolvida ao longo de todo trabalho. Todos os grupos tiveram sua representação e obtiveram nota superior à média.

Na entrevista, realizada nas últimas quatro aulas da disciplina, todos os alunos participaram e obtiveram nota superior à média.

Após o somatório de todas as avaliações, conforme normas da instituição, os 30% dos alunos que não atingiram a média submeteram-se a uma prova de reavaliação final escrita, individual e sem consulta. Ao final, dos 48 alunos matriculados, apenas uma aluna não foi aprovada e oito já haviam evadido da escola nos primeiros dias de aula. Estes oito alunos evadidos não foram incluídos nesta pesquisa.

Capítulo 5

MATERIAL DIDÁTICO DE APOIO

5.1 Apresentação inicial

O material didático de apoio, que constitui a etapa metodológica (iii) detalhada no Capítulo 6, resultado deste trabalho, servirá como um material de orientação aos professores que tenham interesse em trabalhar com o Arduino como ferramenta para desenvolvimento de uma metodologia.

O produto educacional apresentado foi organizado considerando a descrição detalhada do conjunto experimental, bem como a metodologia de utilização do equipamento e uma discussão sobre os conceitos importantes a serem abordados durante a atividade.

5.2 O uso do Arduino como ferramenta pedagógica

O Arduino⁵ (Figura 5) é um projeto italiano desenvolvido no Instituto de Design de Ivrea, cujo objetivo era auxiliar estudantes de design que não tinham experiência prévia em eletrônica e microcontroladores. O primeiro Arduino surgiu no ano de 2005⁶

⁵ Arduino é uma plataforma de prototipagem eletrônica programável utilizada juntamente com os *Shields* e cabos de conexão. *Shields* são periféricos que quando conectados ao Arduino desempenham tarefas específicas. Por exemplo, o shield LM-35 utilizado neste trabalho, é um sensor de temperatura associado ao Arduino para medir a temperatura em graus Celsius.

⁶ [Informação obtida em <https://www.Arduino.cc/en/Main/AboutUs>, 15 set 2017]

e desde então tornou-se uma ferramenta de prototipagem eletrônica mais popular usada por engenheiros e até mesmo, por grandes corporações.



Figura 5 – Arduino UNO

Segundo MARTINAZZO et al. (2014), a placa Arduino consiste em uma plataforma de microcontrolador de código aberto e linguagem padrão baseada em C/C++ e em *softwares* e *hardwares* livres, permitindo seu uso como gerenciador automatizado de dispositivos de aquisição de dados de sensores de entrada e de saída. O sistema Arduino permite a leitura simultânea de dezenas de sensores, tanto digitais quanto analógicos e, dependendo do conhecimento em eletrônica e programação, é possível agregar dezenas de sensores através do que se chama de multiplexação.

Ainda assim, de acordo com Rodrigues & Cunha (2014), a placa Arduino pode ser alimentada através da conexão USB, ou com uma fonte de alimentação externa de 5V e 500mA. A fonte de energia é selecionada automaticamente. A conexão com o computador dá-se através da porta USB do Arduino. Os autores ainda colocam que a maioria dos educandos, quando entra em contato com o Arduino, normalmente não possui conhecimento algum de eletrônica. Então, esperaria-se que este conhecimento fosse adquirido primeiro, para então poder-se trabalhar. Porém não há essa necessidade, pois os comandos de programação do Arduino são muito simples, de modo que os alunos podem aprender o seu uso através de sua aplicação em exemplos simples, por tentativa e erro, ainda que se recomende o uso das melhores práticas de programação.

Finalmente, segundo César (2013), a tentativa de empregar os fundamentos da robótica na construção de propostas pedagógicas nos mais diversos espaços de ensino e de aprendizagem não é novidade. Destacamos, porém, que esse segmento da ciência – que se dedica a estudar os robôs (autômatos) – tem muito a contribuir para o processo pedagógico de construção do conhecimento.

Sendo assim, a escolha do Arduino para este trabalho destaca-se como uma ferramenta pedagógica educacional capaz de agregar valores ao conhecimento de Termodinâmica.

Capítulo 6

ANÁLISE DOS DADOS

6.1 O Discurso do Sujeito Coletivo

O objeto de análise deste trabalho foram as entrevistas realizadas com os alunos que responderam às três perguntas já citadas anteriormente (item 4.3). O método utilizado para análise foi qualitativo, baseado nas ideias de Lefèvre & Lefèvre (2005 e 2006).

6.1.1 Introdução ao DSC

O Sujeito Coletivo expressa-se por meio de um discurso emitido na primeira pessoa do singular, o qual representa o pensamento de uma coletividade por meio de depoimentos de diferentes indivíduos com conteúdos discursivos de sentido semelhante (Lefèvre & Lefèvre, 2005a).

A ideia de pensamento coletivo para Lefèvre & Lefèvre (2005b), equivale a sua explicação ou interpretação, e não apenas uma soma de pensamentos individuais iguais. Em outro momento, é destacado o fato de que para se obter o pensamento coletivo é necessário convocar os indivíduos, um a um, o universo ou uma amostra representativa de uma coletividade, para que cada indivíduo possa expor seu pensamento social internalizado, livre da pressão psicossocial do grupo, e para que o conjunto dessas individualidades opinantes, possa representar, sociológica e estatisticamente, uma coletividade.

De acordo com Lefèvre & Lefèvre (2006) um sujeito coletivo, como o entendemos no Discurso do Sujeito Coletivo, é muito mais do que um “nós”, que

expressa apenas um tipo muito particular de sujeito coletivo que fala; e, também, menos, já que um único indivíduo também pode ser um sujeito coletivo.

A aplicação desta técnica depende de alguns fatores que devem ser considerados, como:

- 1) o pensamento é coletado através de entrevistas individuais com questões abertas;
- 2) são necessários quatro operadores/operações: expressões-chave (E-Ch), Ideias Centrais (ICs), Ancoragens (ACs) e Discursos do Sujeito Coletivo (DSC) propriamente ditos.

Sendo assim, Lefèvre & Lefèvre (2005b) dizem que o DSC é uma soma qualitativa, na medida em que a agregação dos elementos que o compõem, que são E-Ch de respostas semelhantes de indivíduos distintos. Essa soma qualitativa permite produzir, empiricamente; o pensamento coletivo como discurso, devido a um fundamento quantitativo.

Isto tudo vem ao encontro do objetivo deste trabalho: confeccionar um material didático (produto final) a partir de um pensamento único através das ideias coletivas dos estudantes. Em concordância com as ideias apresentadas acima, as entrevistas foram realizadas em sala separada e individualmente para que não houvesse interferência externa do grupo.

6.1.2 A técnica do DSC

A análise dos dados pelo DSC deve seguir uma ordem e um planejamento: para a técnica do DSC, o resgate do sentido das opiniões coletivas, que desemboca num conjunto de discursos coletivos, ou DSC, é um processo complexo, subdividido em vários momentos e efetuado por meio de uma série de operações realizadas sobre o material verbal coletado nas pesquisas (Lefèvre & Lefèvre, 2005b).

Sendo assim, após realizadas as entrevistas orais, estas foram transcritas e as falas dos alunos, foram reunidas em uma planilha, onde constavam três colunas: expressões-chave (E-Ch), Ideias Centrais (ICs) e Ancoragens (ACs).

Na coluna das E-Ch foram inseridas as transcrições *ipsis litteris* dos alunos e, em seguida, sublinhadas as principais expressões dos estudantes sobre a experiência que tiveram.

Na coluna das ICs, foram reunidas as respostas semelhantes que os alunos forneciam e que já foram identificadas nas E-Ch. Após essas ideias terem sido copiadas e coladas nessa coluna, foi então dado um “nome” para cada parte semelhante identificada, isto é, para ideia central propriamente dita.

Na coluna das ACs, quando identificadas nas falas, relacionou-se com algum referencial teórico, aprofundando a análise sobre o discurso.

Por fim, as falas semelhantes destacadas pelas E-Ch e ICs, foram reunidas num só discurso de sentido semelhante ou complementar e apresentadas na forma dos DSC.

Em suma, na análise dos dados pretendeu-se:

- Apresentar os DSC e suas respectivas análises.
- Enfatizar a contribuição dos alunos para confecção do material didático.

6.1.3 DSC gerados pelos alunos - Introdução

Segue abaixo os DSC criados a partir da entrevista realizada com os alunos e análise dos mesmos. Dos 40 alunos entrevistados, foram gerados quatro DSC da primeira pergunta, um DSC da segunda pergunta e cinco DSC da terceira pergunta, totalizando dez DSC.

Ao analisar as respostas dos alunos a cada pergunta, notou-se que algumas vezes eles respondiam algo relacionado à outra pergunta. Foi o caso da pergunta 1, que trazia respostas da pergunta 3 e vice-versa. Sendo assim, afim de não deixar nenhum dado de fora, essas respostas foram reorganizadas conforme as ideias se assemelhavam.

O DSC gerado a partir da pergunta 2, por se tratar de sugestões de melhoria para o produto educacional, não será discutido aqui. Este DSC aparecerá no produto educacional, na parte referente à Apostila do professor.

6.1.4 A utilização da robótica para estudar Termodinâmica

A pergunta 1 realizada: “Como você percebe a utilização da robótica para estudar Termodinâmica?” gerou um instrumento da análise o discurso (IAD1), e nos trouxe nas respostas dos alunos (E-Chs), quatro discursos-síntese: “O que aprendo na integração da robótica com a termodinâmica”, “Robótica desperta interesse”, “Robótica/Aula prática facilita o aprendizado da Termodinâmica”, “As funções desempenhadas auxiliaram na integração do grupo e compartilhamento do conhecimento”; e “Dificuldade em entender conceitos da Termodinâmica”. Os DSC e a análise dos mesmos, encontram-se a seguir.

DSC1 - O que aprendo na integração da robótica com a Termodinâmica

A gente pode através dos sensores e das contas adquirir as temperaturas, o valor disso, aprendendo com ele na prática com ajuda da robótica para poder medir e ter uma noção e tudo mais. Mas para ter uma noção como o negócio do termômetro e do termoscópio funciona é legal, porque a gente aprende fazendo nas coisas que a gente usou com o computador. Eu achei muito legal essa transição do termoscópio para o termômetro. No experimento tem o sensor que só capta o clima e através do Arduino que vai reter a temperatura. Eu entendi que aquilo ali era tão pequeno para conter mercúrio. Mostrar para a gente quanto ele está medindo e interpretar melhor esta medição. Várias coisas eu aprendi, eu não sabia nada, por exemplo, o Scratch e as funções. Aprendi bastante a parte do Arduino que eu não sabia. Eu não conhecia nada daquilo ali. A gente percebe utilizando no computador e começa a usar os programas novos que não conhecemos. Todas as programações que a gente utiliza facilita a nossa mobilidade e aprende como os dispositivos que a gente trabalha todos os dias funciona. Me ajudou a entender mais sobre a matéria da Termodinâmica. Ali a gente viu a parte prática, de ter que montar, ter que programar o Arduino, colocar os comandos nele para ele ler a temperatura. A gente vai aprendendo as duas coisas juntas. Eu acho muito importante porque antes a gente só aprendia números e não sabia o que estava representando. Então sem a robótica, hoje em dia, não conseguiria obter a temperatura, a não ser pelo termômetro. Acho que é importante para o nosso curso.

É possível perceber que os alunos apontaram a questão da importância de aprender melhor unindo a teoria com a prática, como será explorado no DSC3. Segundo Delizoicov (2001), o significado dos problemas que aparecem ao longo da história da Física para os alunos do Ensino Médio ou universitário não é o mesmo que para o Físico ou professor de Física. Neste caso, antes os alunos não conheciam o sensor para medir temperatura, apenas sabiam que o termômetro de mercúrio era utilizado para isto. Quanto o sensor foi apresentado a eles, um aluno imaginou que havia mercúrio dentro do sensor. Os sensores são instrumentos e tem significados dentro do referencial vygotskyano, são mediadores da aprendizagem. Somente após a aula ele, e seus colegas, puderam perceber que no sensor LM-35 a tensão de saída é linearmente proporcional à temperatura, podendo assim fornecer uma medição em graus Celsius.

DSC2 – Robótica desperta interesse

A robótica dá mais interesse em nós alunos em aprender, uma curiosidade maior, daí o cara acaba se envolvendo mais no assunto. É interessante, me ajudou bastante a entender mais. Pra quem não sabia nada, foi interessante. Acho legal, porque a gente vai se interessando e começa a pesquisar na internet sobre robótica: experimentos com robótica. Eu pesquisei bastante sobre robótica na internet. Ela ajuda, fica mais fácil trabalhar com ela, porque a gente monta as coisas na prática. Eu acho que é bom, é uma maneira que a gente se entretém mais estudando. Como a robótica não é uma coisa normal do currículo escolar, conseguimos aprender um pouco mais porque é uma coisa diferente. Percebo que a gente tem mais uma fonte para saber programar e se guiar melhor. Só em saber que aquela coisinha ali pequenininha vai transformar um dado que tu colocastes em outra coisa, isso não é uma coisa comum. Para mim foi significativo pois a partir deste momento eu comecei a me interessar mais pelo estudo da temperatura e por esse tipo de coisa, eu achei legal como a gente programa ali e monta para estudar a Termodinâmica. Percebo que a robótica é boa porque os alunos se dedicam mais, tem muitas áreas ultimamente de tecnologia. Achei importante, porque eu pelo menos não sabia que dava para usar robótica. Muito divertido!

Neste relato, percebe-se que os alunos acharam “divertido” e “interessante” aprender Termodinâmica utilizando a robótica, eles ficam mais “entretidos” com a aula. Vygotsky (2000) salienta que o processo de mediação, por meio de instrumentos e signos, é fundamental para o desenvolvimento das funções psicológicas superiores, distinguindo o homem dos outros animais. Aparece aqui também uma referência com a tecnologia. Nas primeiras aulas foi trabalhado o conceito de tecnologia e associado com a robótica. Na condição de que tecnologia tem um significado bastante amplo, não está relacionado apenas ao uso de celular e computadores. Esta ideia aparece também nos próximos discursos.

DSC3 – Robótica/Aula prática facilita o aprendizado da termodinâmica

A prática ajuda um monte a gente a se interessar pela matéria. A robótica em si eu acho que ajuda, eu acho que é melhor estudar com a robótica do que sem ela. Antes quando não tínhamos, eu só imaginava, não tinha como notar o que agora a gente consegue perceber com a prática. É melhor trabalhar com a robótica, sem ela não seria tão bom trabalhar esse assunto. A culpa (o motivo) é da prática que a gente pode mexer e pode montar. Sabendo o que é na prática consigo entender melhor, não só lendo. Ela é muito útil e necessária para o estudo da Termodinâmica. Percebo que a utilização da robótica na Termodinâmica é importante devido ao meio que se estabelece, ou seja, para termos o resultado térmico de algo ou do ambiente. É um meio mais fácil de chegar onde a gente quer para concluir o trabalho. Assim é mais técnico e mais objetivo. Vejo como um meio mais avançado atualmente que nós temos e com um maior grau de precisão pra poder estudar Termodinâmica. É bom que tu pode aprender mais e tem como aprender a programar. A tecnologia do Arduino me ajudou como um todo no trabalho. Por exemplo para estudar Termodinâmica facilita por causa do Arduino e dos equipamentos. É o próprio Arduino e os sensores que ajudam a gente a como aprender na prática. Podemos ter a real noção de como o sensor funciona. Então com o uso da robótica é possível saber como acontece. E aí, a partir da robótica, a gente conseguiu ver melhor e assim quando eu encontrar um termômetro eu vou saber melhor como usar. É mais prático, porque tem que ter só um computador com um programa instalado e as pecinhas que tu monta que é “barbadinha” de montar. Nos experimentos que a gente fez ajudou a entender qual é realmente o sentido da Termodinâmica. A robótica é um conhecimento novo pra gente e nos ajudou a entendermos melhor todo o funcionamento da Termodinâmica, como que converte a temperatura e de como chegar no valor da temperatura. Só com a teoria fica difícil, com a prática é melhor. Até poderia ter estudado sem a robótica, mas os resultados não seriam tão bons. A utilização da robótica é muito importante para aprimorar os experimentos e a temperatura ser mais precisa. Acho que isso é o uso da robótica, para facilitar mais a vida.

De maneira geral os alunos disseram que a robótica auxiliou eles a aprenderem Termodinâmica e que este é um meio mais fácil de se entender o estudo da temperatura. Os resultados obtidos com o uso da robótica são mais precisos, o que dificilmente se conseguiria sem o uso dela. Segundo Pedroso et. al. (2014), o desafio dos professores que ministram as disciplinas de Ciências, Química, Física e Biologia é o de pôr em prática estudos teóricos relacionados à Termodinâmica. Essa dificuldade, de forma especial, observa-se quando os experimentos necessitam de precisão e rapidez na leitura da temperatura. Medir a temperatura corretamente é muito importante em todos os ramos da ciência, pois muitas propriedades físicas dos materiais dependem dessa grandeza. Isso pode ser aprimorado com o experimento de robótica utilizado neste trabalho, que usa o sensor de temperatura LM-35. A saída do sensor LM-35 varia de $-55,00^{\circ}\text{C}$ a $150,00^{\circ}\text{C}$ com um erro de $\pm 0,75^{\circ}\text{C}$. Sendo assim, a robótica possui uma grande contribuição para o aperfeiçoamento de resultados no estudo da Termodinâmica.

DSC4 – As funções desempenhadas auxiliaram na integração do grupo e compartilhamento do conhecimento

Na logística da sala de aula, acho importante abrir outros espaços para outros alunos no seu próprio grupo trabalhar, além da aula. Que assim, a gente consegue melhorar o experimento e atingir nosso principal objetivo do aluno (parceiro) mais capaz. Tem até no trabalho ali o nome de todos e qual a função, mas a gente ajuda em tudo, elas me ajudam a escrever, eu ajudo a montar, ajudo quando alguém falta, por exemplo, semana passada um do grupo faltou, que era o comunicador, e eu apresentei. Não fiquei focado só numa função e eles nas outras, a gente está se ajudando em todos os sentidos, no que precisar. E a turma está se dedicando bem nos trabalhos também. Os meus colegas estão mais unidos depois desse trabalho. Eu vi meus colegas aprenderem mais e é um aprendizado que a gente não vai só usar agora, mas também mais adiante.

Esses alunos evidenciaram o trabalho com a metodologia das funções (ver item 4.2.1). Aqui fica evidente a utilização da teoria de Vygotsky, no que diz respeito ao parceiro mais capaz e a zona de desenvolvimento proximal. Segundo Vygotsky (1987), o parceiro mais capaz é alguém que dá conta de uma ação e auxilia outra pessoa a evoluir dentro de uma zona de desenvolvimento, auxiliando na solução de problemas e, assim, no aprendizado. E, ainda:

A distância entre o nível de desenvolvimento atual determinado pela resolução independente de problemas e o nível de desenvolvimento potencial determinado pela resolução de problemas sob orientação ou em colaboração com parceiros mais capazes (Vygotsky, 1998, p.202).

Portanto, as funções desempenhadas pelos alunos na coletividade auxiliaram na integração do grupo e compartilhamento de conhecimentos.

6.1.5 Relação do experimento de Termodinâmica com o meio

A pergunta 3 realizada: “Como você observa a relação do experimento de Termodinâmica com o meio em que vive?” gerou um instrumento da análise o discurso (IAD3), e nos trouxe nas respostas dos alunos (E-Chs), cinco discursos-síntese: “A aplicação do conhecimento adquirido com o experimento de Termodinâmica na agropecuária”, “O experimento de Termodinâmica utilizando robótica faz uso da tecnologia”, “O conhecimento sobre Termodinâmica e robótica adquirido poderá ter utilidade no meu futuro”, “O experimento de Termodinâmica utilizando a robótica agrega múltiplos saberes”; e “A importância de ter uma disciplina específica sobre robótica”. Os DSC e a análise dos mesmos, encontram-se a seguir.

DSC5 – A aplicação do conhecimento adquirido com o experimento de Termodinâmica na agropecuária

A Termodinâmica está sempre ligada ao meio que vivemos, como por exemplo, tem sensores que medem a temperatura ambiente e entre outras coisas também que são ligadas com a robótica. A instituição do CAVG envolve a Física. Não tem como não estudar no instituto e não fazer essa relação. Nos trabalhos usamos tecnologia (internet). A agropecuária lida geralmente com coisas grandes, por exemplo se tu fosse medir temperatura seria um termômetro enorme. Vejo aplicação nas indústrias, nesse meio de agropecuária é muito utilizada. A robótica pode servir, até no uso do LM-35, pois as empresas usam para medir a temperatura dos silos. Vou dar exemplo de um secador de grãos, tu precisa da robótica para medir a temperatura do coisa, botar um termômetro lá dentro, tu usa a robótica e sabe já como é que tá a temperatura. No arroz, para medir a temperatura do silo, podemos usar esse experimento que a gente fez. Outro exemplo, de extrema necessidade, é a Termodinâmica por conta de caldeiras. A robótica vai ajudar muito, pois como a gente lida com campo, através de um robô, ou um experimento usando a robótica pode ajudar a pesquisar certas coisas, pois no campo muita gente usa robótica. E dentro da minha área, eu acho importante pra saber a adaptação do animal de acordo com a sua raça. No meu curso a gente trabalha muito com pecuária e plantação eu acho que é interessante a gente ter essa base pra poder ver o melhor ambiente também, a melhor temperatura, pra criar o animal, o gado e pra plantar. Se a gente saber o ambiente que tá plantando, a temperatura que vai lidar, já ajuda bastante. No meio ambiente, a temperatura é tudo, para os animais. Como o professor de zootecnia disse uma vez que o animal e as plantas precisam de um equilíbrio, porque muito frio elas não se desenvolvem e muito quente elas secam. Eu vejo muito isso na questão de plantar, tem épocas que dá muito frio que não se desenvolve, a colheita é fraca e os animais ficam mais magros, ficam com muito frio, gastam mais energia, comem muito pouco porque não tem muito alimento e gastam mais energia e acabam perdendo peso, já no verão eles bebem mais água. Para a criação ou para produção de alimento eu prefiro mais verão do que o inverno, porque o verão já tem mais vegetação, mais pasto, mesmo que tenha muito sol e calor ainda tem pasto para o gado e o gado não se cansa tanto tentando achar um lugar para pastar. Eu acho que em relação ao clima, ao frio e quente, no CAVG tem muito isso, não pode ser nem muito quente e nem muito frio aqui no CAVG por que se não até mesmo para a gente que tá aprendendo é ruim. Ou, se a gente planta alguma coisa e dá um frio, mata tudo. Da temperatura, para poder plantar alguma coisa, esse estudo ajuda nisso também. Pra o que desenvolvemos aqui (plantas) a gente precisa saber o clima (tempo). Eu acho que aquela função de medir a temperatura um pouco parecido com aonde põe os alimentos e as sementes. Tem a ver com o curso sim, na análise de solos por exemplo. Uma baita relação um com o outro, no sensor tem as temperaturas de solo que dá para usar para medir o manejo de solo. E diariamente, ver a temperatura (clima). E, até mesmo na reprodução e produção de leite, por exemplo. Temos a leiteira e eu acho isso importante, em vez de tu usar ali o termômetro normal, tu usar a programação por ser algo mais eficaz, mais avançado, mais rápido. Tem mais partes do curso que tem a robótica também, aí entra a parte das máquinas. Por exemplo, se forem me perguntar alguma coisa de uma máquina, eu tenho

que saber. Eu acho que as máquinas, porque depois a gente vai trabalhar com as máquinas, acho que vai facilitar bastante. Se estragar alguma coisa a gente vai conseguir montar e fazer funcionar de novo. Como estamos no meio da agropecuária, acho muito importante porque tem muita máquina, muita tecnologia que utiliza muito da robótica, tem GPS e essas coisas nessas máquinas mais modernas. É importante, também, para economizar tempo. Eu acho super importante pra gente que está estudando este trabalho de robótica, principalmente nós que vamos ser técnicos, vai nos ajudar muito em mecanização, vai ser mais fácil depois para entender a parte de motores, vai entender melhor a função de tal peça ou como tu vai programar ou montar um motor de um trator, por exemplo.

O terceiro momento pedagógico é o da aplicação do conhecimento, que consiste em explorar o potencial explicativo e conscientizador das teorias Físicas. Isto é, abordar sistematicamente o conhecimento incorporado pelo aluno, para analisar e interpretar tanto as situações iniciais que determinaram seu estudo quanto outras que, embora não estejam diretamente ligadas ao momento inicial, possam ser compreendidas pelo mesmo conhecimento (Delizicov, 2013).

No DSC acima, os alunos relataram qual a relação que eles conseguiram fazer do experimento de Termodinâmica utilizando a robótica, com o meio que eles vivem, isto é, o IFSul CaVG (ver item 4.1) que tem um objetivo que concorda com este trabalho. Os alunos iniciaram relacionando o experimento com a “tecnologia”, que possui um significado amplo, e é um dos pilares da educação no Instituto. Também relacionaram com a aplicação tanto da tecnologia, quanto da robótica, na “indústria”, citando o uso do sensor LM-35 e outros termistores semelhantes, em silos, secador de grãos e caldeiras para medir temperatura. No campo, que é o principal local de atuação do técnico em agropecuária, associaram a ideia de temperatura com a: “adaptação animal”, “plantação de sementes”, “produção de leite” e “análise de solos”. Por fim, eles fizeram ligação do uso da robótica com a “mecanização” e as “máquinas agrícolas”.

DSC6 – O experimento de Termodinâmica utilizando robótica faz uso da tecnologia

Observo que hoje tudo o que nós usamos praticamente tem tecnologia. desde o uso do celular ou de um ar condicionado, tem a tecnologia. Eu não sabia desse negócio que dava para montar e obter a temperatura do lugar. Na prática eu acho interessante porque é outro modo de aprender sobre tecnologia, por causa que hoje em dia a tecnologia é mais facebook, coisa de pesquisa. Mas além disso a parte do programador e os comandos tem a ver com tecnologia. O experimento que a gente fez é Termodinâmica, e robótica, então se o CaVG tem ideia de formar a gente para trabalhar, tudo que a gente vai trabalhar é com robótica, com tecnologia, então tá tudo no mesmo ciclo. Tudo caminha junto, é um instituto de tecnologia, então tu tem que aprender aquilo ali. Porque ultimamente tudo tem tecnologia e no meu curso tem muita. No caso todos os alunos técnicos aqui do campus, eles teriam que saber muito bem manusear e trabalhar com equipamentos eletrônicos. Eu acho que as aulas de robótica estão ajudando muito, porque normalmente a gente não tem esse conhecimento de tecnologias em qualquer outro colégio. Influencia no nosso meio, porque aqui no colégio tudo praticamente depende disso. Hoje em dia é tudo com tecnologia e facilita muito a vida do homem, fica tudo bem mais claro e melhor de se trabalhar e de viver.

Neste DSC, foram citadas várias vezes que a tecnologia está em tudo, ou ainda, tudo é tecnologia. Como já dito antes, tecnologia tem um significado bastante amplo. O fato é que ao longo da nossa evolução a tecnologia⁷ sempre existiu, inclusive confundindo-se com a nossa história e abraçando cada segmento das nossas vidas. O conceito trazido pelo dicionário vai direto ao assunto e traz um resumo que não deixa muito claro o que é a tecnologia: é o uso de técnicas e do conhecimento adquirido para aperfeiçoar e/ou facilitar o trabalho com a arte, a resolução de um problema ou a execução de uma tarefa específica. Dessa forma, ela pode ser aplicada em diversas tarefas diferentes – aparecendo em situações que poucas pessoas consideram envolver a tecnologia. Essa discussão foi realizada com os alunos nos primeiros dias de aula. Dessa forma, foi possível verificar a ligação que eles fizeram do experimento com a tecnologia, citando: o uso de equipamentos eletrônicos, o experimento de robótica propriamente dito e o seu cotidiano no IFSul CaVG.

DSC7 – O conhecimento sobre Termodinâmica e robótica adquirido poderá ter utilidade no meu futuro

Aqueles comandos que a gente usou na programação mesmo que sejam muitos básicos se a gente precisar um dia já sabemos de onde iniciar. Porque hoje em dia tudo é controlado por máquinas e talvez no futuro a gente possa criar o nosso próprio robô ou outra coisa que possa ajudar na área que a gente estuda ou trabalha. Sei que vai chegar uma hora que vamos precisar saber a programação e isso vai ajudar muito. No 2º ano do curso, vamos trabalhar com máquinas. É bom porque daqui a pouco vamos estudar máquinas agrícolas e vamos precisar saber este tipo de coisa. No nosso curso ter esse conhecimento ajuda a talvez entender o que a gente vai aprender ainda em máquinas. Há uma possibilidade de eu vir a trabalhar com isso, principalmente com devido à lógica. A gente está se formando no técnico, então a gente pode usar o que está aprendendo aqui no CaVG no 1º ano, no 3º ano, ou de repente num estágio. Estamos começando a ver, tem coisas que ainda não conhecemos, mas eu e o grupo chegamos a pesquisar alguns experimentos para a gente fazer, tivemos umas ideias também, que pudesse se voltar para o nosso curso de agropecuária, é uma coisa que tu vais utilizar mais adiante quando tu for trabalhar. Quando sairmos daqui do CaVG, vamos ter um conhecimento. Com a robótica, pode mudar alguma coisa, melhoraria com a área que a gente vai sair daqui trabalhando. Até porque a gente não sabe se vai seguir a carreira tá estudando aqui. Esse experimento nos ajuda a aprimorarmos os nossos conhecimentos sobre robótica e tecnologia para as próximas fases do nosso curso.

Com este relato, foi possível perceber que os alunos entendem que os comandos/programação aprendidos através do experimento de Termodinâmica utilizando a robótica poderão ser utilizados na sua futura profissão ou ao longo do curso. Mesmo ainda estando atrelados ao início do curso e as perspectivas a respeito das próximas disciplinas do 2º ano (especialmente a de máquinas agrícolas), percebe-se que eles refletem sobre a sua carreira profissional futura. E, mesmo que não sigam

⁷ [Informação obtida em <https://www.tecmundo.com.br>, 25 nov 2017]

na agropecuária especificamente, conseguem prospectar o uso do que aprenderam com este trabalho numa área de tecnologia.

DSC8 – O experimento de Termodinâmica utilizando a robótica agrega múltiplos saberes

Isso é um conhecimento a mais. Eu acho bem interessante, porque eu gosto de Física. Já deixa um conceito geral e ajuda a desenvolver o raciocínio lógico. Se eu passo por uma aula e eu vejo um professor dando aula (sobre Termodinâmica e robótica), eu já sei como funciona. Pois está relacionado no meio onde a gente vive, no nosso dia a dia. Desde quando a gente acorda de manhã cedo, a gente quer saber a temperatura, a previsão do tempo. Isso tudo faz aprimorar o ensino dos alunos cada vez mais e se atualizar sempre.

Neste DSC, os alunos apontaram que o experimento trouxe outros saberes além daqueles propostos apenas pela disciplina de Física. Segundo Pinho Alves (2000), o cerne da Transposição Didática está em se aceitar a premissa que ele não gera saber científico, mas gera um novo saber! Sua função é transformar o saber sábio, que se apresenta em forma não adequada ao ensino, em material “ensinável” inserido em um discurso didático com regras próprias. Assim como o saber sábio é submetido a regras e linguagem específicas, o saber a ensinar também tem suas regras próprias, além das práticas sociais de referência que se fazem presentes no processo de transposição. É interessante este relato pois ele já começa de uma forma positiva “eu gosto de Física”. Este é o primeiro contato que estes alunos tiveram com a disciplina, pois não estudaram Física antes, no Ensino Fundamental. Com isto, pode-se constatar que eles saíram com uma boa percepção da Física, que provavelmente esteja interligado com o fato de ter sido utilizada esta metodologia de trabalho.

DSC9 – A importância de ter uma disciplina específica sobre robótica

Infelizmente no nosso campus não tem muita robótica, poderia ter mais, por isso eu acho que para aprimorar, deveriam ter muito mais coisas, assim os alunos aprenderiam mais. Eu acho que alunos de outros cursos e de outras turmas gostariam de participar desse experimento. Eu acho que deveria ser uma disciplina aberta para todos os alunos, de todos os cursos, de todas as turmas, para o pessoal aprender mais sobre robótica. Pra que quem gosta, possa investir. E assim, com o treinamento dos alunos, com a prática, integrar o nosso trabalho com a agropecuária, seria bem importante para o campus. Tem vários laboratórios aqui, pode ser encontrado laboratório de ciências para medir uma determinada temperatura, pode ter um termômetro, tinha que ter um para a gente observar a robótica. E teria que ter mais “ensino”, uma matéria que explicasse mais, que tivesse mais tempo para nós. Uma disciplina de robótica seria muito importante. Só que, aqui a gente não tem aulas mais seguidas para aprender e aprimorar esse conhecimento. A robótica ajuda muito e eu acho que o colégio deveria expor mais isso. Já que a gente tem que ter uma coisa assim, deveria ter mais disciplinas sobre isso, ou levar a gente em oficinas, que mostrassem mais experimentos. Por que é muito bom, é diferente, não fica só na rotina da matéria, principalmente em Física, que a rotina é difícil! Faz a gente participar mais do objetivo do instituto, que é um instituto já próprio pra participar desses assuntos, ajuda e faz a gente interagir mais com a escola.

De acordo com os DSC anteriores, verifica-se que os alunos gostaram muito da metodologia deste trabalho. Porém alguns deles acreditam que precisávamos ter uma disciplina específica de robótica na escola e, dentro do possível, um laboratório específico para trabalhar isto. O laboratório utilizado nas aulas (Mídias) favorece a ideia de Vygotsky (1991) de trabalhar com o parceiro mais capaz que é alguém que dá conta de uma ação auxilia outra pessoa a evoluir dentro de uma zona de desenvolvimento (potencial).

Mas este laboratório pertence à informática, não é exclusivo da robótica. Eles listaram alguns benefícios que esta disciplina (de robótica) traria: aprimorar o conhecimento, aprender mais, trazer mais alunos de outros cursos e turmas que compartilham e gostam desse assunto, integrar a robótica com outras disciplinas da agropecuária, participar de competições de robótica e cumprir com o objetivo do Instituto de trabalhar com tecnologias.

Capítulo 7

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho visou investigar a utilização da robótica educacional como ferramenta para o desenvolvimento de conteúdos de Termodinâmica no Ensino de Física, potencializando o aprendizado, utilizando a robótica como ferramenta pedagógica, para aprofundar conhecimentos científicos e/ou tecnológicos.

Para tanto, foi formulado o problema da pesquisa que levou em consideração o seguinte questionamento: a robótica educacional pode nos auxiliar no desenvolvimento de conteúdos vinculados à Termodinâmica e, além disso, desenvolver no estudante o senso crítico, a independência e o trabalho em equipe? Esse problema foi debatido e analisado ao longo de todo trabalho.

A metodologia da pesquisa contou com três etapas metodológicas: (i) contextualização, (ii) aplicação e (iii) modelização.

Na etapa (i) iniciou-se o trabalho com duas pesquisas bibliográficas, uma sobre “Termodinâmica”, onde percebeu-se que uma das principais preocupações por parte

do professor ao tratar o tema é a diferenciação entre “calor e temperatura”. Os estudantes, em sua maioria, trazem concepções alternativas sobre essas duas grandezas Físicas. Na outra, sobre “Robótica”, constatou-se que a robótica é tratada como um tipo de tecnologia, que o uso do termo “educacional” é uma forma de distinguir o uso da robótica como uma ferramenta pedagógica e não apenas um brinquedo. E, também, que o uso da robótica juntamente com a Física busca provocar a curiosidade nos estudantes e despertar o caráter investigativo.

Na etapa (ii), que consistia no trabalho na sala de aula, foi baseado nas três vertentes: “Utilização da robótica como ferramenta para trabalhar coletivamente”, “Ensino de conceitos de Física”; e “Experimentação como prática pedagógica”. Na parte do trabalho coletivo com a robótica, utilizou-se as ideias de Delizoicov e Angotti. Essas atividades, buscaram ser orientadas de maneira que houvesse abertura para discussões e interpretações dos dados obtidos, propiciando situações de investigação e despertando o interesse do aluno pelo conhecimento. Na condução das situações-problema, foram utilizadas ideias da teoria da aprendizagem de Vygotsky, no que diz respeito à zona de desenvolvimento proximal, estabelecendo um elo intermediário entre o estímulo provocado pelo meio exterior (objeto) e a resposta do sujeito. Outro destaque da sua teoria foi em relação ao parceiro mais capaz, no qual alguém que dá conta de uma ação auxilia outra pessoa a evoluir dentro de uma zona de desenvolvimento (potencial). Isto foi percebido nas funções desempenhadas pelos alunos na coletividade, que culminou na maior integração do grupo e compartilhamento de conhecimentos. E, na parte da experimentação, seguimos a ideia do laboratório didático de Pinho Alves, que orienta a aproximar-se do divergente, pois não apresenta rigidez organizacional, redirecionando da verificação ou a simples comprovação de leis ou conceitos explorados com exaustão no laboratório tradicional, para a construção do experimento pelos próprios alunos e reformulação de acordo com as ideias debatidas pelo grupo. Essa “reformulação” deu origem ao produto final deste trabalho, em que os alunos foram os protagonistas da revisão do material elaborado.

Na etapa (iii), que consistia na análise dos DSC e, conseqüentemente, reformulação do produto educacional final, as entrevistas realizadas com os alunos, geraram dez DSC. Nove deles estão presentes nesta dissertação e o outro está no produto educacional. É interessante destacar alguns pontos destes DSC apontados pelos alunos: 1) a questão da importância de aprender melhor unindo a teoria com a

prática (DSC1); 2) acharam “divertido” e “interessante” aprender Termodinâmica utilizando a robótica (DSC2); 3) os resultados obtidos com o uso da robótica são mais precisos, o que dificilmente se conseguiria sem o uso dela (DSC3); 4) as funções desempenhadas na coletividade auxiliaram na integração do grupo e compartilhamento de conhecimentos (DSC4); 5) relacionaram o experimento com a “tecnologia” (DSC5); 6) disseram que a tecnologia está em tudo, ou ainda, tudo é tecnologia (DSC6); 7) entenderam que os comandos/programação aprendidos através do experimento de Termodinâmica utilizando a robótica, poderão ser utilizados na sua futura profissão ou ao longo do curso (DSC7); 8) o experimento trouxe outros saberes além daqueles propostos apenas pela disciplina de Física (DSC8) e; 9) acreditam que precisávamos ter uma disciplina específica de robótica na escola e, dentro do possível, um laboratório específico para trabalhar isto (DSC9).

Finalmente, em relação a avaliação, buscou-se trabalhar levando em conta a proposta de Hoffmann (2008), na qual sugere-se que avaliação é processo diagnóstico de reorientação do trabalho. Após o somatório de todas as avaliações, conforme normas da instituição, os 30% dos alunos que não atingiram a média submeteram-se a uma prova de reavaliação final escrita, individual e sem consulta. Ao final, dos 48 alunos matriculados, apenas uma aluna não foi aprovada e oito já haviam evadido da escola nos primeiros dias de aula. Estes oito alunos evadidos não foram incluídos nesta pesquisa.

Portanto, utilizar a robótica na Física para o estudo da Termodinâmica vai muito além do lúdico na robótica e do conteúdo específico de Termodinâmica. A montagem, a construção e a programação de sensores, juntamente com o trabalho em grupo, contribuem muito para auxiliar no aprendizado de conceitos científicos e/ou tecnológicos dos estudantes, para estimular o uso da linguagem científica, na busca por conhecimento autônomo por meio da exploração e da descoberta, na aprendizagem do aprender fazendo e no incentivo às relações humanas.

Espera-se dar continuidade a este trabalho, a nível de doutorado e o público-alvo a nível de graduação. Pretende-se, neste próximo momento, enfatizar mais a parte conceitual sobre Termodinâmica e acrescentar outros experimentos utilizando a robótica educacional livre.

Referências

ALVES FILHO, Jose de Pinho. **Atividades experimentais: do método à prática construtivista**. 2000. 448 p. Tese de Doutorado (Programa de Pós-graduação em Educação, Doutorado em Educação: Ensino de Ciências Naturais)- Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2000. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/79015>>. Acesso em: 03 out. 2017.

ALVES, Josemar; PASTORIO, Dioni Paulo ; SAUERWEIN, Ricardo Andreas . Uma análise de como a Termodinâmica vem sendo abordada nas publicações recentes de periódicos e eventos nacionais de Ensino de Física. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, IX., 2013, Águas de Lindóia - SP. **Atas do IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências ? IX ENPEC**, 2013. p. 1-8. v. 1. Disponível em: <<http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/ixenpec/atas/resumos/R1260-1.pdf>>. Acesso em: 04 out. 2017.

AULER, Décio. Alfabetização científico-tecnológica: Um novo paradigma?. Revista Ensaio, Belo Horizonte, v. 5, n. 1, p.68-83, março, 2003.

BELO, Carolina Lima Alves; FALCÃO, Eliane Brígida Morais; FARIA, Flavio Silva. Processos da vida, processos da matéria: os diferentes sentidos de natureza entre biólogos e físicos. Revista Educação e Pesquisa, São Paulo, v.38, n. 4, p. 919-934, out./dez., 2012.

BROD, Fernando Augusto Treptow Rodrigues; COSTA, Sheyla. O conversar como estratégia de formação contínua na tutoria da educação profissional a distância. Revista Brasileira de Educação, v.21, n.66, p.631-652, jul./set., 2016.

CASTRO, Luis Henrique Monteiro de . **O USO DO ARDUINO E DO PROCESSING NO ENSINO DE FÍSICA**. 2016. 181 p. Dissertação de Mestrado (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física)- UNIRIO, Rio de Janeiro, 2016. Disponível em: <http://www.unirio.br/mnpef/dissertacoes/o-uso-do-arduino-e-do-processing-no-ensino-de-fisica/at_download/file>. Acesso em: 20 set. 2017.

CAVALCANTE, Marisa Almeida; TAVOLARO, Cristiane Rodrigues Caetano; MOLISANI, Elio. Physics with Arduino for beginners. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 33, n. 4, p. 4503-4503, 2011.

CAVG, IFSul. **Página Oficial**. Disponível em: <<http://cavg.ifsul.edu.br/>>. Acesso em: 25 nov. 2017.

CÉSAR, Danilo Rodrigues. **Robótica pedagógica livre: uma alternativa metodológica para a emancipação sociodigital e a democratização do conhecimento**. 2013. 220 p. Tese de Doutorado (Doutorado Multi-Institucional e Multidisciplinar em Difusão do Conhecimento)- UNIVERSIDADE ESTADUAL DE FEIRA DE SANTANA – UEFS UNIVERSIDADE DO ESTADO DA BAHIA – UNEB INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIENCIA E TECNOLOGIA DA BAHIA – IFBA FIEB/SENAI/CIMATEC, Salvador, 2013. Disponível em: <https://repositorio.ufba.br/ri/bitstream/ri/16087/1/Tese_revisada_final.pdf>. Acesso em: 31 ago. 2017.

DELIZOICOV, Demétrio. **Problemas e Problematizações**. São Paulo: USP, 2013. 17 p. Disponível em: <https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/87874/mod_resource/content/2/Problemas_problematizacao.pdf>. Acesso em: 29 ago. 2017.

DELIZOICOV, Demétrio; ANGOTTI, José A. **Metodologia do Ensino de Ciências**. São Paulo: Cortez, 1992. 207 p.

GEHLEN, Simoni Tormöhlen. **A função do problema no processo ensino-aprendizagem de ciências: contribuições de Freire e Vygotsky**. 2009. 253 p. Tese de Doutorado (Programa de Pós-graduação em Educação Científica e Tecnológica)- Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2009. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/92543/272983.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 20 set. 2017.

GEHLEN, Simoni Tormöhlen; DELIZOICOV, Demétrio. A dimensão epistemológica da noção de problema na obra de Vygotsky: Implicações no Ensino de Ciências. Revista Investigações em Ensino de Ciências, v. 17, n.1, p. 59-79, 2012.

HOFFMANN, Jussara. **Avaliar: Respeitar Primeiro Educar Depois**. Rio de Janeiro: Mediação, 2008. 184 p.

JUNIOR, Jackson Roberto Rubim. **Microcontrolador Arduino no ensino de Física: Proposta e aplicação de uma situação de aprendizagem sobre o tema Luz e Cor**. 2014. 154 p. Dissertação de Mestrado (PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM

- ENSINO DE CIÊNCIAS EXATAS PPGECE)- UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS – UFSCAR, São Carlos, 2014. Disponível em: <<https://repositorio.ufscar.br/handle/ufscar/7274>>. Acesso em: 26 set. 2017.
- HALLIDAY D. & Resnick R. Fundamentos de Física. Volume 2, 6ª edição, ED. LTC, Rio de Janeiro, 2001.
- HEWITT, Paul G. Física Conceitual. 11ª edição. Ed. Bookman, Porto Alegre, 2011.
- KÖHNLEIN , Janete F. Klein ; PEDUZZI, Sônia Silveira . Calor e temperatura: Uma intervenção em sala de aula. In: Encontro Internacional sobre el Aprendizaje Significativo, IV., 2002, Burgos, Espanha. **Atas del Encuentro Internacional sobre el Aprendizaje Significativo.** 2002. p. 1-4. Disponível em: <<http://fep.if.usp.br/~profis/arquivos/ivenpec/Arquivos/Painel/PNL091.pdf>>. Acesso em: 17 out. 2017.
- LEFÈVRE, Fernando ; LEFÈVRE, Ana Maria Cavalcanti. **O discurso do sujeito coletivo: um novo enfoque em pesquisa qualitativa (desdobramentos).** Caxias do Sul: EDUCS, [2005a]. 256 p.
- LEFÈVRE, Fernando; LEFÈVRE, Ana Maria Cavalcanti Lefevre. O sujeito coletivo que fala. Revista Interface, v. 10, n. 20, p. 517-24, jul./dez., 2006.
- LEFEVRE, Fernando; LEFEVRE, Ana Maria Cavalcanti. **Depoimentos e discursos: uma proposta de análise em pesquisa social.** Líber Livro, [2005b]. 97 p. v. 12.
- LIVRE, Robótica. **Robótica Livre.** Disponível em: <<http://www.roboticalivre.org>>. Acesso em: 12 nov. 2017.
- MARTINAZZO, Claodomir Antonio TRENTIN, Débora Suelen; FERRARI, Douglas; PIAIA, Matheus Matiasso. Arduino: uma tecnologia no Ensino de Física. Revista Perspectiva, v. 38, n. 143, p.21-30, setembro, 2014.
- MORAES, Maritza Costa. **Robótica educacional: socializando e produzindo conhecimentos matemáticos.** 2010. 144 p. Dissertação de Mestrado (Programa de PósGraduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde)- Universidade Federal do Rio Grande - FURG, Rio Grande, 2010. Disponível em: <<http://repositorio.furg.br/bitstream/handle/1/2864/ROB%C3%93TICA%20EDUCACIONAL.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 08 nov. 2017.
- NETO , Breno DRÖSE . **Aprendizagem de conceitos físicos relacionados com circuitos elétricos em regime de corrente alternada com uso da placa Arduino.** 2013. 171 p. Dissertação de Mestrado (Mestrado academico em Ensino de Física)- Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2013. Disponível em:

<<https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/79523/000901983.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 15 nov. 2017.

NETO, Otávio Cândido da Silva et al. Os princípios termodinâmicos e a entropia. In: CONEDU, III., 2016, Natal - RN. **Trabalhos apresentados no congresso...** Site da Editora Realize: Realize, 2016. p. 1-11. v. 3. Disponível em: <http://www.editorarealize.com.br/revistas/conedu/trabalhos/TRABALHO_EV056_M D1_SA18_ID4830_15082016135725.pdf>. Acesso em: 03 out. 2017.

OLIVEIRA, Marta Kohl (Org.). **Vygotsky - Aprendizado e desenvolvimento: um processo sócio-histórico**. São Paulo: Scipione, 2010. 26 p. Disponível em: <http://www.birigui.sp.gov.br/educacao/site/admin/arquivos/texto_marta_koll.pdf>. Acesso em: 15 ago. 2017.

PEDROSO, Luciano Soares; NETO, Fabrício Pimenta; DE ARAÚJO, Mauro Sérgio Teixeira. Investigação sobre o funcionamento de um termômetro digital de baixo custo. Revista Brasileira de Física Tecnológica Aplicada, v. 1, n. 2, p.10-18, dezembro, 2014.

RODRIGUES, Rafael Frank de; CUNHA, Silvio Luiz Souza . Arduino para físicos : Uma ferramenta prática para aquisição de dados automáticos..**Textos de apoio ao professor de Física**, Porto Alegre, v. 25, n. 4, p. 1-34, jul. 2014. Disponível em: <https://www.if.ufrgs.br/public/tapf/rodrigues_v25_n4.pdf>. Acesso em: 03 out. 2017.

SILVA, Jonas Cegelka da; GARCIA, Isabel Krey; NETO, Luiz Caldeira Brant de Tolentino. O ensino da física térmica e o forno solar: uma revisão. Revista Thema, v. 14, n. 3, p. 222-240, 2017.

VYGOTSKY, L.S. **Pensamento e Linguagem**. 2. Ed. São Paulo: Martins Fontes, 1998. 194p.

VYGOTSKY, Lev Semenovitch. **A formação social da mente**. São Paulo: Livraria Martins Fontes Editora Ltda, 1991. 90 p. Disponível em: <<https://cristianopalharini.files.wordpress.com/2011/04/vygotsky-a-formac3a7c3a3o-social-da-mente.doc>>. Acesso em: 04 ago. 2017.

VYGOTSKY, Lev Semenovitch. **Pensamento e Linguagem**. [S.l.]: Ridendo Castigat Moraes, 2000. 368 p. Disponível em: <<http://www.someeducacional.com.br/palestras/Vygotsky.pdf>>. Acesso em: 02 ago. 2017.

OBS: Todas as Figuras utilizadas neste trabalho são do arquivo pessoal da professora-pesquisadora.

Apêndice A: Frases Problematização Inicial



Apêndice B: Roteiro Experimental



INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
SUL-RIO-GRANDENSE

ROTEIRO EXPERIMENTAL TEMPERATURA



Área: **Ciências da Natureza**

Componente Curricular: **Física**

Nível: **1º Médio**

Nome: _____

Data: ___/___/___

Turma: _____

PRÉ-REQUISITOS

Conhecer o trabalho com o hardware Arduino e *software* s4a;
Compreender o fator de conversão A/D.

OBJETIVO GERAL

Introduzir a ideia de temperatura.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 1) Mostrar a diferença entre termoscópio e termômetro.
- 2) Apresentar o enunciado da Lei Zero da Termodinâmica;

MATERIAIS

Computador

Hardware Arduino Duemilanove ou Uno

Software Scratch S4A (compilado pelo sketch)

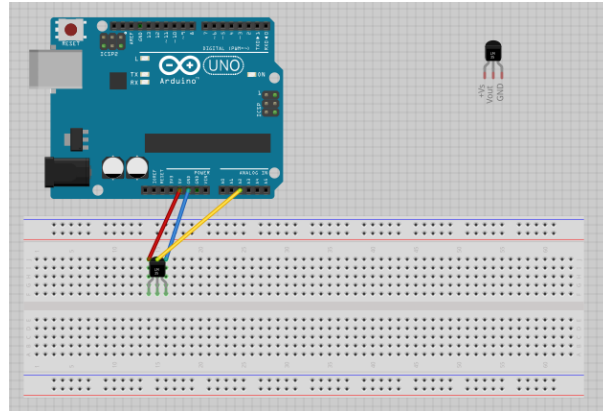
Sensor de temperatura LM-35

Fios de ligação

Placa protoboard (opcional)

PROCEDIMENTOS

- 1) Realizar a montagem do circuito eletrônico com o sensor LM-35 ligando na porta analógica 2, conforme esquema abaixo.



Fonte: Software Sketch Fritzing.fzz

- 2) Verificar o fator de conversão A/D para que o Arduino leia o valor de temperatura na escala Celsius.

$$\text{Valor do sensor} * 500 / 1023$$
- 3) Realizar a programação no *Scratch*
 - a. Conectar o Arduino
 - b. Na aba controle > Quando clicado
 - c. Na aba controle > Sempre
 - d. Na aba aparência > Diga Olá
 - e. Na aba Movimento > Value of Sensor (Verificar porta analógica correta)
 - f. Iniciar comandos na bandeira verde
- 4) Verificar os valores lidos pelo Arduino.
- 5) Continuar a programação no *Scratch*
 - a. Parar comandos no círculo vermelho
 - b. Na aba operadores > Escrever fórmula de Conversão A/D
 - c. Inserir a fórmula no Diga Olá
 - d. Iniciar comandos na bandeira verde
- 6) Verificar os novos valores lidos pelo Arduino e anotar na tabela abaixo.
- 7) Atritar uma mão na outra e tocar no sensor. Anotar o novo valor de temperatura na tabela abaixo.
- 8) Anotar os valores de temperatura encontrados antes e depois de tocar com a mão no Sensor LM-35 conforme tabela abaixo.

Temperatura anterior (°C)	Temperatura posterior (°C)

QUESTIONAMENTOS

- 1) Justifique a diferença na leitura realizada pelo sensor de temperatura antes de depois de acrescentar o fator de conversão A/D. Este procedimento concorda com o primeiro objetivo deste experimento? Justifique sua resposta.
- 2) O que aconteceu com o valor de temperatura informado pelo Arduino após um tempo tocando com a mão no sensor de temperatura? Este procedimento concorda com o segundo objetivo deste experimento? Justifique a sua resposta.

COMENTÁRIOS

As propriedades de muitos corpos variam quando alteramos suas temperaturas, por exemplo, quando os transferimos de um refrigerador para um forno aquecido. Para dar alguns exemplos: Quando sua temperatura aumenta, o volume de um líquido aumenta, assim como a pressão exercida por um gás confinado. Podemos tomar qualquer uma dessas propriedades como base de um instrumento que nos ajudará introduzir a ideia de temperatura e assim, a Lei Zero da Termodinâmica. O sensor de temperatura LM-35 é um desses instrumentos. O instrumento utiliza um semicondutor na sua construção. Se você aquecer (com a mão), o número exibido no visor do *software Scratch* começa a aumentar; se você então o colocar em um refrigerador, o número indicado começa a diminuir.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para obter resultados mais precisos, o ideal seria confinar o sensor e outro corpo (substituindo a mão) em uma caixa isolante de paredes espessas. Os números do termoscópio variam até que, finalmente, ficam parados. Dizemos, então, que dois corpos estão em *equilíbrio térmico* entre si.

- De acordo com o enunciado da Lei Zero da Termodinâmica: “Se dois corpos, isolados termicamente, A e B estão individualmente em equilíbrio térmico com um terceiro corpo T, então A e B estão em equilíbrio térmico entre si”.
- Todo corpo tem uma propriedade chamada de temperatura. Quando dois corpos estão em equilíbrio térmico, suas temperaturas são iguais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

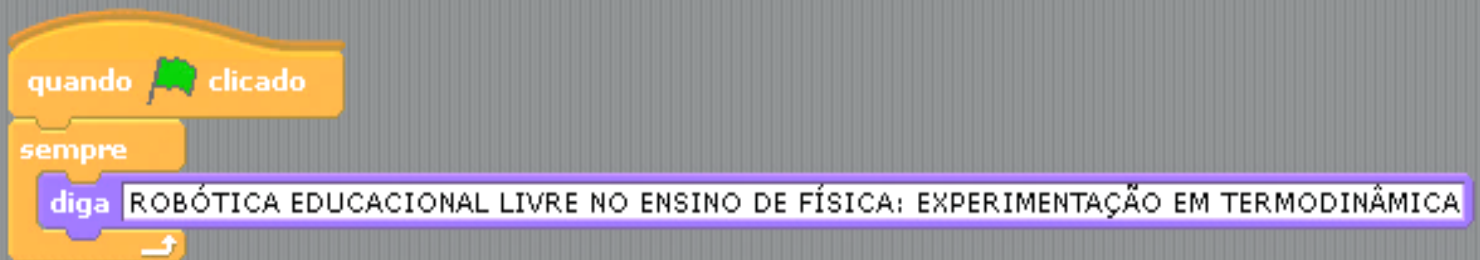
COMPUTAÇÃO NA ESCOLA. Disponível em:
<<http://www.computacaonaescola.ufsc.br/>>. Acesso em: 05 de jun. 2014. (Adaptação).
ARDUINO. Disponível em: <<https://www.Arduino.cc/>>. Acesso em: 05 de jun. 2014.

Apêndice C: Quiz de Robótica

- 1) O que os jovens aprendem nas aulas de robótica?
 - a) Ciência e Tecnologia
 - b) Trabalho em equipe
 - c) Programar robôs
 - d) T.A.A
- 2) Com que material se aprende robótica?
 - a) Lego ou Arduino
 - b) Madeira
 - c) Metal
 - d) T.A.A
- 3) A robótica visa influenciar a formação de profissionais de que área?
 - a) Tecnológica
 - b) Humanas
 - c) Saúde
 - d) T.A.A
- 4) A robótica está presente na produção de quais desses produtos?
 - a) Bicicletas
 - b) Carros
 - c) Livros
 - d) T.A.A
- 5) Quais destas características são importantes para quem trabalha com robótica?
 - a) Inteligência e perfeccionismo
 - b) Inovação e raciocínio lógico
 - c) Força e conhecimento
 - d) T.A.A

Apêndice D: Produto Educacional

MATERIAL DIDÁTICO DE APLICAÇÃO



CONTEÚDO:

Kit básico de robótica educacional livre

Manual de orientações do experimento

Apostila do professor

INSTITUTO FEDERAL SUL-RIO-GRANDENSE

CAMPUS PELOTAS VISCONDE DA GRAÇA

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS E TECNOLOGIAS NA EDUCAÇÃO

MESTRADO PROFISSIONAL EM CIÊNCIAS E TECNOLOGIAS NA EDUCAÇÃO

PRODUTO EDUCACIONAL

**ROBÓTICA EDUCACIONAL LIVRE NO ENSINO DE FÍSICA:
EXPERIMENTAÇÃO EM TERMODINÂMICA**

ELISA SÁ BRITTO CASTRO ALVES

ORIENTADOR: PROF. DR. MARCOS ANDRÉ BETEMPS VAZ DA SILVA

CO-ORIENTADOR: PROF. DR. FERNANDO AUGUSTO TREPTOW BROD

Pelotas - RS
Dezembro/2017

SUMÁRIO DO PRODUTO EDUCACIONAL

1. Resumo	64
2. Introdução	65
3. Material utilizado	66
4. Placa de prototipagem eletrônica ARDUINO	67
5. Computador com software instalado	68
6. Sensor de temperatura LM-35	69
7. Onde adquirir?	70
8. Montagem do experimento	71
9. Programação do experimento	72
10. O fator de conversão A/D	72
11. Placa protoboard (opcional)	74
12. Apoio ao professor	75
13. Objetivos	75
14. Pesquisa bibliográfica	76
14.1 Termodinâmica no Ensino de Física	76
14.2 Robótica Educacional Livre no Ensino de Física	79
15. Momentos pedagógicos	81
15.1 Problematização inicial	82
15.2 Organização do conhecimento	82
15.1 Aplicação do conhecimento	82
16. Sequência didática	83
17. Funções desempenhadas pelos alunos na coletividade	84
18. O uso do Arduino como ferramenta pedagógica	85
19. Discurso realizado pelos alunos	86
20. Considerações finais	87
21. Referências das figuras	88
22. Referências bibliográficas	88
23. Apêndice A	90
24. Apêndice B	91
25. Apêndice C	94

APRESENTAÇÃO

ATENÇÃO!

Este produto educacional é composto de três itens: 'kit básico de robótica educacional livre', 'manual de orientações do experimento' e 'apostila do professor' e é resultado da dissertação do Mestrado Profissional em Ciências e Tecnologias na Educação do Campus Pelotas – Visconde da Graça do Instituto Federal Sul-riograndense.

1. Resumo

Diante de uma sociedade amplamente tecnológica, como aperfeiçoar/modernizar o Ensino de Física? Com intuito de refletir sobre este questionamento, este trabalho apresenta uma proposta para utilização da robótica como ferramenta pedagógica para aprofundar conhecimentos científicos e/ou tecnológicos da Termodinâmica. A escolha pela robótica educacional livre, deu-se devido ao baixo custo de implementação e a facilidade de programação. A proposta aqui apresentada consistiu em trabalhar conceitos de Termodinâmica utilizando kits constituídos pelo *hardware* Arduino e seus *shields* e programando através do *software* Scratch S4A. Como forma de avaliar a utilização da robótica educacional nos casos aqui explorados, realizou-se uma entrevista, utilizando como metodologia de análise o Discurso do Sujeito Coletivo (DSC), com alunos. A proposta foi desenvolvida com duas turmas de primeiro ano do Ensino Médio do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sul-Rio-Grandense (IFSul) – Campus Pelotas – Visconde da Graça (CaVG). Sendo esta uma instituição que tem por objetivo a formação profissional e tecnológica, justifica-se esta proposta na busca por estimular os alunos a avançar no seu pensamento científico, aprender fazendo e criar soluções inovadoras que venham a interagir e contribuir com o meio em que vivem. A carga horária da

disciplina de Física é de 90h. Foram utilizadas 30h para o desenvolvimento deste trabalho.

2. Introdução

Este projeto busca uma possibilidade diversificada de ensinar e de aprender conceitos de Física. Segundo Hoffmann (2008), cada vez se torna mais recorrente a necessidade de transformar o ensino das escolas para que os alunos consigam interagir melhor com a sociedade em que se encontram, a qual está em constante mudança. Se a escola quer alunos diferentes, ela trabalha no sentido de formar pessoas diferentes?

Ensinar Física é um desafio, pois é necessário apresentar para os alunos a diferença entre o conhecimento comum e o conhecimento científico. Sendo assim, inicia-se uma busca para que o aluno possa avançar no seu pensamento científico.

Diante disto, com este trabalho, pretende-se empreender nos alunos o espírito científico, utilizando a robótica educacional livre como ferramenta pedagógica de ensino, e instigando o aluno por meio do aprender fazendo.

A escolha pela robótica educacional livre dá-se devido ao baixo custo de implementação e a facilidade de programação. Para tanto, será adotado o *hardware* Arduino, que possui baixo custo e promove liberdade de programação e o *software* *Scratch for Arduino (S4A)* que facilita a programação para iniciantes.

Este trabalho justifica-se pela necessidade de formar alunos que atendam este objetivo, especialmente no ensino de Física. A proposta de trabalhar conceitos de física através da robótica é justificada a fim de fazê-los avançar no seu pensamento científico, aprender fazendo e criando soluções inovadoras que venham a interagir e contribuir com o meio em que estão inseridos.

O estudo apresenta como hipótese explicativa que a utilização da robótica educacional livre possibilita aos alunos se apropriarem de conceitos científicos e/ou tecnológicos de física a partir de suas experiências.

KIT BASICO DE ROBOTICA EDUCACIONAL LIVRE

ATENÇÃO!

Este KIT faz parte de um produto educacional composto de três itens: 'kit básico de robótica educacional livre', 'manual de orientações do experimento' e 'apostila do professor'.

3. Material utilizado

Para aplicação deste trabalho é necessário adquirir um KIT de robótica educacional (imagem abaixo). Este KIT é composto por:

- Placa de prototipagem eletrônica ARDUINO
- Computador com software instalado
- Sensor de temperatura LM-35
- Caixa organizadora (opcional)
- Fios de ligação

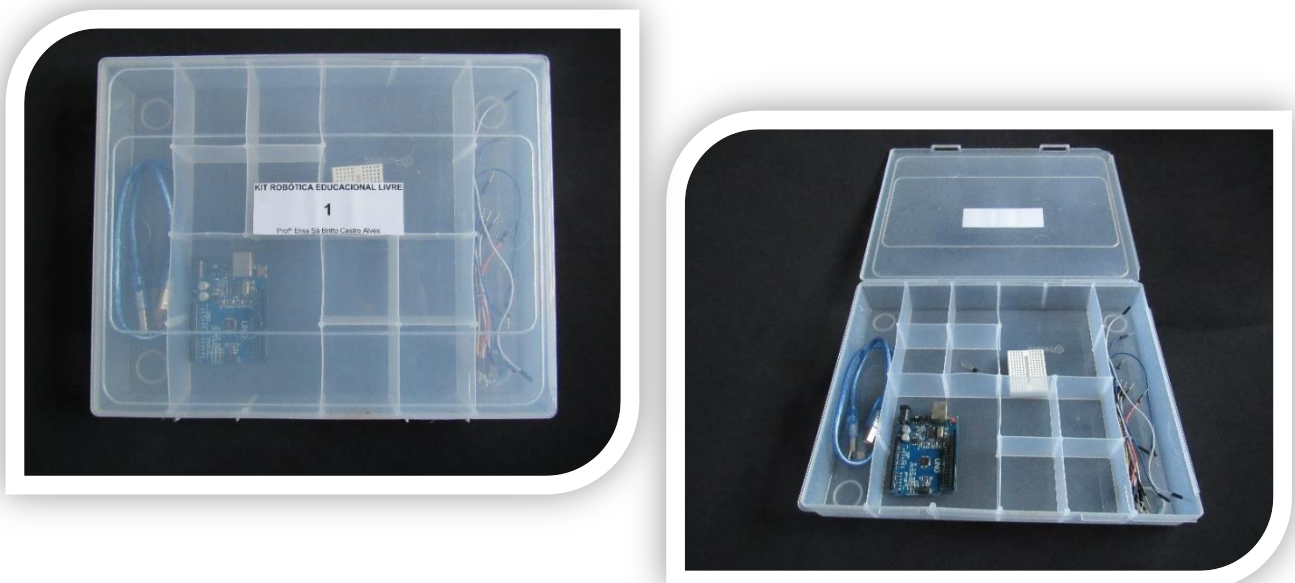


Figura 1 – KIT de robótica educacional livre para experimentação em Termodinâmica

4. Placa de prototipagem eletrônica ARDUINO

O Arduino⁸ é um projeto italiano desenvolvido no Instituto de Design de Ivrea, cujo objetivo era auxiliar estudantes de design que não tinham experiência prévia em eletrônica e microcontroladores. O primeiro Arduino surgiu no ano de 2005⁹ e desde então tornou-se uma ferramenta de prototipagem eletrônica mais popular usada por engenheiros e até grandes corporações. Existem diversos tipos de placas (Figura 2) que podem ser utilizadas. Neste experimento foi utilizado a placa Arduino UNO (Figura 3).









	Arduino Uno	Arduino Mega2560	Arduino Leonardo	Arduino Due	Arduino ADK	Arduino Nano	Arduino Pro Mini	Arduino Espora
								
Microcontrolador	ATmega328	ATmega2560	ATmega32u4	AT91SAM3X8E	ATmega2560	ATmega168 (versão 2.x) ou ATmega328 (versão 3.x)	ATmega168	ATmega32u4
Portas digitais	14	54	20	54	54	14	14	-
Portas PWM	6	15	7	12	15	6	6	-
Portas analógicas	6	16	12	12	16	8	8	-
Memória	32 K (0,5 K usado pelo bootloader)	256 K (8 K usados pelo bootloader)	32 K (4 K usados pelo bootloader)	512 K disponível para aplicações	256 K (8 K usados pelo bootloader)	16 K (ATmega168) ou 32K (ATmega328), 2 K usados pelo bootloader	16 K (2k usados pelo bootloader)	32 K (4 K usados pelo bootloader)
Clock	16 Mhz	16 Mhz	16 Mhz	84 Mhz	16 Mhz	16 Mhz	8 Mhz (modelo 3.3v) ou 16 Mhz (modelo 5v)	16 Mhz
Conexão	USB	USB	Micro USB	Micro USB	USB	USB Mini-B	Serial / Módulo USB externo	Micro USB
Conector para alimentação externa	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Não	Não
Tensão de operação	5v	5v	5v	3.3v	5v	5v	3.3v ou 5v, dependendo do modelo	5v
Corrente máxima portas E/S	40 mA	40 mA	40 mA	130 mA	40 mA	40 mA	40 mA	-
Alimentação	7 - 12 Vdc	7 - 12 Vdc	7 - 12 Vdc	7 - 12 Vdc	7 - 12 Vdc	7 - 12 Vdc	3.35 - 12 V (modelo 3.3v), ou 5 - 12 V (modelo 5v)	5v

Figura 2 – Tipos de placas ARDUINO

⁸ Arduino é uma plataforma de prototipagem eletrônica programável utilizada juntamente com os *Shields* e cabos de conexão. *Shields* são periféricos que quando conectados ao Arduino desempenham tarefas específicas. Por exemplo, o shield LM-35 utilizado neste trabalho, é um sensor de temperatura associado ao Arduino para medir a temperatura em graus Celsius.

⁹ [Informação obtida em <https://www.Arduino.cc/en/Main/AboutUs>, 15 set 2017]



Figura 3 – Arduino UNO

5. Computador com software instalado

Poderá ser utilizado qualquer computador com um dos sistemas operacionais abaixo:

- Windows Installer
- Windows ZIP file for non admin install
- Windows app
- Mac OS X 10.7 Lion or newer
- Linux 32 bits
- Linux 64 bits
- Linux ARM

Neste trabalho foi utilizado Windows 10.

Inicie fazendo o *download*¹⁰ **gratuito** da IDE do Arduino (Sketch)¹¹ na página oficial. Fazer a instalação deste software é relativamente fácil, semelhante a instalar qualquer outro programa no seu computador. Mas se encontrar dificuldades, siga as instruções de instalação que constam na página inicial para a comunicação do Arduino

¹⁰ [Informação obtida em <https://www.arduino.cc/en/Main/Software#>, 26 nov 2017]

¹¹ ARDUINO 1.8.5 (Sketch) é um software de código aberto (IDE) que facilita a criação de código e transferência de dados. Ele é executado no Windows, Mac OS X e Linux. O ambiente é escrito em Java e baseado em processamento e outros softwares de código aberto. Este software pode ser usado com qualquer placa Arduino. Consulte a página de introdução para obter instruções de instalação.

com o seu computador. Utilizaremos ele apenas uma vez, para fazer a comunicação do Arduino com o S4A como veremos a seguir.

Não utilizaremos o Sketch para programar, pois necessitaria saber linguagem de programação. Em vez disso, utilizaremos o Scratch for Arduino (S4A), que possui uma maneira bem mais “amigável” de programar a placa Arduino e necessita saber apenas comandos básicos de programação. Para isto, visite o site do S4A¹² na internet e faça o **download gratuito** deste *software*.

Para fazer a comunicação do Arduino com o software S4A é necessária a instalação de um *firmware*. Este *firmware* é um pedaço de *software* que precisará instalar em sua placa Arduino para que seja capaz de comunicar-se com o S4A. Inicie baixando o firmware na página oficial do S4A. Conecte sua placa Arduino à porta USB do seu computador. Abra o arquivo de firmware (S4AFirmware16.ino) no ambiente de desenvolvimento Arduino. No menu Ferramentas, selecione a versão da placa e a porta serial onde a placa está conectada. Carregue o firmware na sua placa através de Ferramentas > > Upload. Depois que fizer isto uma vez, não precisará mais repetir este passo. O Arduino ao se conectar ao seu computador já reconhecerá o S4A automaticamente. Feche o Sketch e abra o S4A. No momento que o LED do seu Arduino começar a piscar e os números das portas no S4A começarem a oscilar, significa que o Arduino já está se comunicando com o S4A e está pronto para uso!

6. Sensor de temperatura LM-35

O Arduino funciona com Shields¹³ de entradas analógicas e saídas digitais. O LM-35 (Figura 4) é um sensor de temperatura que utiliza uma entrada analógica que capta a temperatura ambiente e transforma em sinal digital que é lido pelo Arduino.

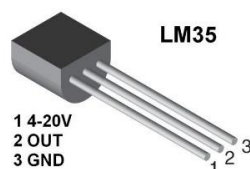


Figura 4 – Sensor LM-35

¹² [Informação obtida em <http://s4a.cat/>, 26 nov 2017]

¹³ *Shields* são periféricos que quando conectados ao Arduino desempenham tarefas específicas. Por exemplo, o shield LM-35 utilizado neste trabalho, é um sensor de temperatura associado ao Arduino para medir a temperatura em graus Celsius.

Segundo texto extraído da página ‘vida de silício’¹⁴ o sensor LM-35 é um sensor de precisão que apresenta uma saída de tensão linear proporcional à temperatura em que ele se encontrar no momento, tendo em sua saída um sinal de 10mV para cada Grau Célsius de temperatura. Esse sensor não necessita de qualquer calibração externa para fornecer com exatidão, valores temperatura com variações de $\frac{1}{4}^{\circ}\text{C}$ ou até mesmo $\frac{3}{4}^{\circ}\text{C}$ dentro da faixa de temperatura entre -55°C e 150°C . Ele pode ser usado de duas formas, com alimentação simples ou simétrica, dependendo do que se desejar como sinal de saída, mas independentemente disso, a saída continuará sendo de 10mV/ $^{\circ}\text{C}$. Em cada uma dessas duas formas de alimentação, o range de temperatura, ou seja, a temperatura máxima e mínima medida com exatidão, é diferente. Uma vantagem é o fato desse sensor drenar apenas 60 μA para estas alimentações. Dessa forma, seu auto-aquecimento é de aproximadamente 0.1 $^{\circ}\text{C}$ ao ar livre e possui um consumo muito baixo. O sensor LM-35 é apresentado com vários tipos de encapsulamentos, sendo o mais comum o TO-92, que mais se parece com um transistor, e oferece ótima relação custo benefício, por ser o encapsulamento mais barato sem diferenças em seu uso ou exatidão.

7. Onde adquirir?

Para aplicação deste trabalho é necessário adquirir um KIT de robótica educacional. Este KIT pode ser facilmente adquirido em lojas de material eletrônico da sua cidade ou em sites da internet (Mercado Livre, AliExpress, DealExtreme, etc...). O custo varia muito de acordo com o local da compra. Em lojas de material eletrônico a desvantagem é que costuma ser um pouco mais caro, mas a aquisição é imediata. Em contrapartida, nos sites da internet a vantagem é ser mais barato, mas demora a chegar. De qualquer maneira, o valor é de aproximadamente R\$150,00¹⁵.

¹⁴ [Informação obtida em <https://portal.vidadesilicio.com.br/lm35-medindo-temperatura-com-arduino/>, 26 nov 2017]

¹⁵ Custo calculado em 26/11/2017 adquirido em lojas de material eletrônico.

MANUAL DE ORIENTAÇÕES DO EXPERIMENTO

ATENÇÃO!

Este manual faz parte de um produto educacional composto de três itens: 'kit básico de robótica educacional livre', 'manual de orientações do experimento' e 'apostila do professor'.

8. Montagem do experimento

Faça a montagem do experimento (Figura 5) conforme roteiro experimental (APÊNDICE B) com o ARDUINO **desconectado**. Com o lado convexo do sensor de temperatura de frente para a placa ARDUINO, o pino da esquerda (fio vermelho) deve ser conectado no 5V, o pino da direita (fio amarelo) no GND e o pino central em uma das portas analógicas (A0, A1, A2, A3 ou A5). Neste esquema foi utilizado a A2. Não esqueça de configurar na programação a porta analógica que escolheu aqui.

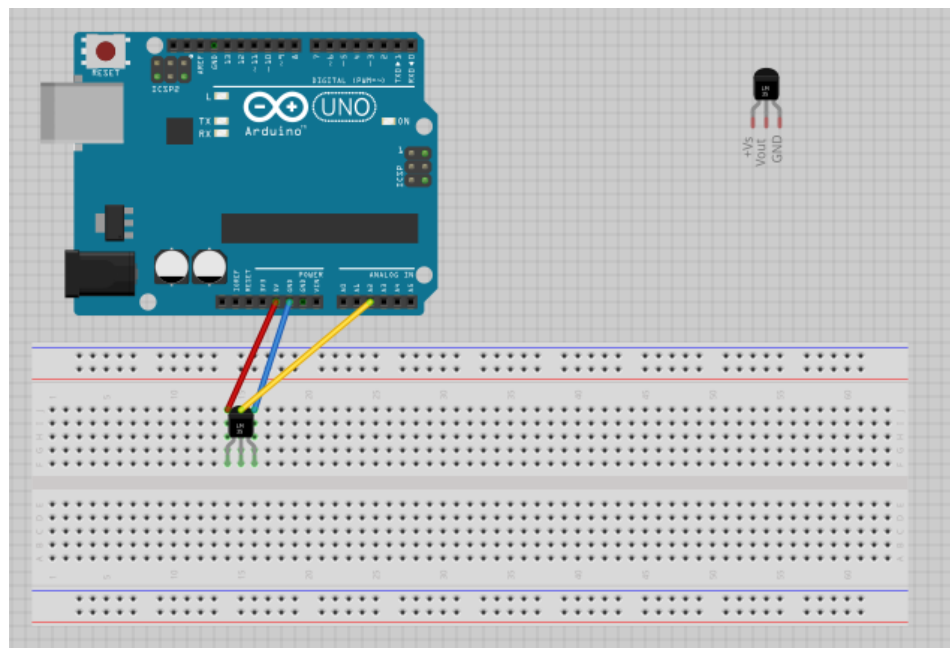


Figura 5 – Esquema de montagem do experimento

9. Programação do experimento

Faça a programação do experimento (Figura 6) conforme roteiro experimental (APÊNDICE B) no S4A ainda com o ARDUINO **desconectado**.



Figura 5 – Programação do experimento

1ª Parte:

- a. Conectar o Arduino
- b. Na aba controle > Quando clicado
- c. Na aba controle > Sempre
- d. Na aba aparência > Diga Olá
- e. Na aba Movimento > Value of Sensor (Verificar porta analógica correta)
- f. Iniciar comandos na bandeira verde
- g. Conectar o Arduino
- h. Verificar os valores lidos pelo Arduino.

2ª Parte:

- i. Parar comandos no círculo vermelho
- j. Na aba operadores > Escrever fórmula de Conversão A/D
- k. Inserir a fórmula no Diga Olá
- l. Iniciar comandos na bandeira verde

10. O fator de conversão A/D

Na programação acima é possível perceber a utilização de um fator de conversão A/D.

$$\text{Valor do sensor} * 500 / 1023$$

Isto é necessário para que o Arduino leia o valor de temperatura na escala Celsius. É uma equivalência do valor lido pela porta analógica do Arduino e a temperatura em graus Celsius.

Abaixo é feita uma pequena discussão sobre este fator de conversão e seu significado. Mas antes é importante citar alguns conceitos.

- Binary digiT (BIT): É uma unidade de medida de transmissão de dados;
- 8 BITs = 1 byte

O Arduino possui uma tensão que vai de 0 a 5V.

Com essas variações de níveis de tensão, um microcontrolador pode efetuar uma leitura e depois convertê-la para um valor digital, isso se dá pelos comparadores A/D, e depois que o microcontrolador efetua a leitura ela é comparada e convertida para que caiba em um número limitado de bits. A quantidade de bits é a resolução. Quanto maior a resolução, mais preciso é o valor comparado. O Arduino possui uma resolução de 10 bits, logo os valores analógicos lidos (0 a 5v) são convertidos em valores digitais de 0 a 1023 ($2^{10}-1$). Em um exemplo bem simples, temos que:

1. 0v corresponde a 0.
2. 5v corresponde a 1023.
3. 2,5v corresponde a 511.
4. 1,25v corresponde a 255

Depois que o valor é lido e convertido, o conteúdo desta leitura é armazenado em algum registrador do microcontrolador e você pode recuperar este valor mais tarde e utilizá-lo.

O fabricante do LM-35 diz que a resolução deste sensor é de 10mV/C°- 0 a 150°C. Sendo assim, 10mV = 0,01V. Ou seja, para fazer uma leitura em graus Celsius, cada 0,01V do Arduino correspondem a 1°C. Logo:

0V = 0°C
0,01V = 1°C
5V = 500°C

Visto isso, entende-se que o Arduino lê temperaturas de 0 a 500°C, enquanto que o LM-35 pode medir temperaturas da ordem de 0 a 150°C.

Portanto, caso você queira efetuar o valor da temperatura ambiente e utilize um sensor que varie 10mV a cada 1°C, como é o caso do LM35. Você efetuará a leitura do sinal analógico, que estaria entre 0 e 1023 e calcularia a temperatura correspondente como demonstrado a seguir:

- | |
|--|
| <ul style="list-style-type: none">• 0~1023 = 1024 valores. |
|--|

- $0\sim 5\text{v} = 500$ valores (10mV cada)
- $1\text{v} = 100 * 10\text{mv}$

logo:

$$500 \Leftrightarrow 1024 \text{ x } \Leftrightarrow 1$$

$$1024\text{x} = 500$$

$$\text{x} = 500/1024$$

$$\text{x} = 0.0048828125 \text{ (Fator de convers\~ao)}$$

Temperatura = (Valor Lido * Fator de convers\~ao) * 100 Ou simplesmente:

$$\text{Temperatura} = (\text{Valor Lido} * 0.48828125)$$

Desta forma, encontramos o valor da temperatura atrav\~es do valor lido pelo sensor anal\~ogico, que varia sua sa\~ıda em mV (milivolts). O Conversor A/D converte isto para um n\~umero de 10 bits (divididos em 2 bytes) que varia de 0~1023 e multiplicamos o valor obtido dos Conversores A/D pelo fator de convers\~ao, que foi encontrado pela regra de 3x simples, resultando assim, na temperatura.

Fonte consultada: Dispon\~ıvel em: <https://pt.stackoverflow.com/questions/9106/como-transformar-dados-n%C3%A3o-digitais-em-dados-digitais>. Acesso em: 27 jun 2016.

11. Placa protoboard (opcional)

A placa *protoboard* (Figura 6) \~e uma placa com furos e conex\~oes condutoras interligadas. \~E utilizada quando n\~ao se quer soldar os fios de liga\~ao no *shield* para facilitar a montagem e desmontagem do experimento quando se quer versatilizar os componentes do circuito utilizando-os em outro experimento.



Figura 6 – Protoboard

APOSTILA DO PROFESSOR

ATENÇÃO!

Esta apostila faz parte de um produto educacional composto de três itens: 'kit básico de robótica educacional livre', 'manual de orientações do experimento' e 'apostila do professor'.

12. Apoio ao professor

Este material foi elaborado com intuito de dar um apoio às aulas ministradas pelo professor. É preciso deixar evidente que a proposta é auxiliar no planejamento da aula, nada substituirá o planejamento do próprio professor, que saberá bem como atender as necessidades do seu grupo de trabalho.

Abaixo seguem alguns itens que podem enriquecer o seu planejamento: objetivos da aula utilizando esta metodologia; uma pesquisa bibliográfica sobre o conteúdo de termodinâmica e de robótica; os momentos pedagógicos e sugestões de situações-problemas; sequência didática da aula; descrição das funções desempenhadas pelos alunos na coletividade; uma breve discussão sobre o uso do Arduino como ferramenta pedagógica; um discurso coletivo feito pelos alunos sugerindo melhorias no experimento e considerações finais. Bom trabalho!

13. Objetivos

Geral: Investigar a utilização da robótica educacional como ferramenta para o desenvolvimento de conteúdos de Termodinâmica no Ensino de Física, potencializando o aprendizado, utilizando a robótica como ferramenta pedagógica, para aprofundar conhecimentos científicos e/ou tecnológicos.

Específicos:

- Oportunizar momentos além da sala de aula onde os alunos possam continuar seus estudos utilizando a robótica;
- Instigar a liberdade de construção e programação frente aos desafios que serão lançados pelo experimento;
- Estimular o uso da linguagem científica e a busca por conhecimento autônomo por meio da exploração e da descoberta;
- Incentivar as relações humanas e o aprendizado coletivo através do aprender fazendo.
- Analisar a utilização do Arduino como ferramenta para o ensino de Física;
- Analisar a percepção dos alunos com relação ao uso da robótica como estratégia para o ensino;
- Avaliar a utilização do Arduino para o desenvolvimento do tema Termodinâmica;
- Apresentar um material de apoio ao professor, motivando para a utilização do Arduino como ferramenta adicional para as aulas de Física.

14. Pesquisa bibliográfica

14.1 Termodinâmica no Ensino de Física

Esta seção busca discutir alguns trabalhos realizados sobre a abordagem da Termodinâmica no Ensino de Física. Para tanto, foi feito um levantamento em trabalhos já publicados que citam esta temática.

Segundo Silva et. al. (2017), dentre os resultados de revisão do seu trabalho, pode-se destacar um grande número de pesquisas voltadas às metodologias de ensino que facilitam a compreensão de conceitos da Física Térmica e a importância de trabalhos nessa área em função da confusão conceitual existente entre os conceitos de calor e temperatura.

Para Kohnlein & Peduzzi (2002), destas, talvez a que mais influencia a descrição e explicação de vários fenômenos é o não reconhecimento, por parte de um grande número de alunos, do que é o calor. Há uma tendência de considerar o calor como uma substância, uma espécie de fluido como propriedade dos corpos quentes, e o frio como propriedade contrária, ou seja, como ausência de calor. É comum usar

os conceitos de calor e temperatura como sinônimos: “hoje está muito calor”, “que frio está entrando pela porta”, “quando se mede a febre de uma pessoa ela passa a temperatura para o termômetro”, etc.

Outro ponto destacado por Neto et. al. (2016), diz que a Termodinâmica, desde os seus princípios teóricos, se mostrou eficiente ao que se propunha na investigação da dinâmica do calor e suas transformações, porém nota-se facilmente que os primeiros estudos nessa área do conhecimento não imaginavam o leque de ação de seus princípios que permeiam desde a fatores sociais ao questionamento até mesmo do sentido e origem da vida.

E, finalmente, de acordo com Alves et. al. (2013), quanto aos tópicos de Termodinâmica ou Física Térmica que são mais abordados nessas publicações, destaca-se que o conceito de calor é o que mais aparece. Já temperatura vem em segundo lugar e acredita-se que isso se deva ao fato dos estudantes, geralmente, apresentarem uma certa confusão entre os conceitos de calor, temperatura e energia, o que incentivaria a elaboração de propostas alternativas para a superação dessa dificuldade.

Diante de tudo isso, percebe-se que uma das principais preocupações por parte dos professores de Física, ao tratar o tema “Termodinâmica”, é a diferença entre “calor e temperatura”. Os estudantes, em sua maioria, trazem concepções alternativas sobre essas duas grandezas Físicas. Portanto, ao buscar em livros didáticos de Física, encontrou-se os seguintes “conceitos” para calor e temperatura.

Segundo Hewitt (2011), toda matéria – sólida, líquida ou gasosa – é composta por átomos ou moléculas em constante agitação. Em virtude desse movimento aleatório, os átomos ou moléculas da matéria possuem energia cinética. A energia cinética média dessas partículas individuais produz um efeito que podemos sentir – a sensação de quente. A quantidade que informa quão quente ou frio é um objeto em relação a algum padrão é chamada de temperatura. Ainda, Hewitt (2011) descreve um exemplo, quando você toca numa estufa aquecida, a energia passa para sua mão, porque a estufa está mais quente que ela. Por outro lado, quando você encosta sua mão num pedaço de gelo, a energia sai da sua mão para o gelo, que é mais frio. O sentido da transferência espontânea de energia é sempre do corpo que está mais quente para um vizinho mais frio. A energia transferida de uma coisa para outra por causa de uma diferença de temperatura entre elas é chamada calor. É importante observar que a matéria não contém calor. A matéria contém energia cinética molecular

e possivelmente energia potencial, não calor. Calor é energia em trânsito de um corpo a uma temperatura mais alta para outro a uma temperatura mais baixa. Uma vez transferida, a energia deixa de ser calor. A energia resultante de fluxo de calor é a energia térmica, para deixar claro o vínculo entre temperatura e calor. O termo preferido pelos cientistas é **energia interna**. A energia interna é a soma total de todas as energias no interior de uma substância. Além da energia cinética translacional da agitação molecular em uma substância, existe energia em outras formas. Existe a energia rotacional das moléculas e a energia cinética devido ao movimento interno dos átomos dentro das moléculas. Existe também energia potencial devido às forças entre as moléculas. De modo que uma substância não contém calor – ela contém energia interna. Quando uma substância absorve ou cede calor, a sua energia interna, correspondentemente, aumenta ou diminui. Em alguns casos, como quando o gelo se derrete, o calor absorvido de fato não aumenta a energia cinética molecular, mas transforma-se em outras formas de energia.

De acordo com Halliday et. al. (2001), um dos principais ramos da Física e da Engenharia é a Termodinâmica – o estudo e a aplicação da energia térmica (frequentemente chamada de energia interna) de sistemas. Um dos conceitos centrais da Termodinâmica é temperatura. Temperatura é uma das sete grandezas fundamentais do SI. Os físicos medem temperatura na escala Kelvin, que é graduada em unidades chamadas kelvins. Embora não exista um limite superior aparente para a temperatura de um corpo, ela tem um limite inferior; este limite inferior de temperatura é tomado como zero da escala de temperatura Kelvin. A temperatura ambiente está em torno de 290 kelvins, ou 290K, como a escrevemos, acima deste zero absoluto. A Lei Zero da Termodinâmica está associada a ideia de temperatura, ela diz que: “Se dois corpos A e B estão individualmente em equilíbrio térmico com um terceiro corpo T, então A e B estão em equilíbrio térmico entre si”. Se você pega uma lata de refrigerante de um refrigerador e a deixa sobre a mesa da cozinha, a temperatura da lata subirá – rapidamente no início mas lentamente depois – até que a temperatura do refrigerante fique igual à do ambiente (os dois se encontram, então, em equilíbrio térmico). Da mesma forma, a temperatura de uma xícara de café quente deixada sobre a mesa irá cair até que ela atinja a temperatura ambiente. Tal variação de temperatura é devida a uma mudança na energia térmica do sistema por causa da transferência de energia entre o sistema e seu ambiente. Energia térmica é uma energia interna que consiste em energias cinética e potencial associadas com os

movimentos aleatórios dos átomos, moléculas e outros corpos microscópicos, no interior de um objeto. A energia transferida é chamada de calor. Calor é a energia transferida entre um sistema e o seu ambiente devido a uma diferença de temperatura entre eles.

14.2 Robótica Educacional Livre no Ensino de Física

O uso da robótica educacional livre no Ensino de Física, vem crescendo nos últimos anos de acordo com os referenciais que discutiremos a seguir. Sendo assim, neste momento, pretende-se discutir um pouco sobre a terminologia utilizada neste trabalho.

É importante ressaltar que há algumas variações no termo “educacional”. Este trabalho concorda com a conceitualização de César (2013), na qual diz que a função do pedagógico ou educacional é promover o desenvolvimento de conteúdos/ações específicas nas diversas áreas de conhecimento, de forma crítica, reflexiva e sistematizada – planejada/organizada – a partir da utilização de estratégias e metodologias, visando a atingir/alcançar resultados previstos por um ou vários objetivos. E, ainda, as propostas pedagógicas de robótica pedagógica rompem com a perspectiva fragmentada e compartimentalizada do currículo escolar, pois trazem para a discussão temas que transversalizam diferentes áreas do conhecimento. Já o termo “robótica livre”¹⁶ sugere uma metodologia educacional/pedagógica de uso de “sucata eletrônica” e artefatos eletrônicos para ensino de robótica. A principal característica da robótica livre é o uso de elementos não patenteados na construção de kits com elementos eletrônicos, mecânicos e de programação, podendo ser usado por qualquer pessoa e replicado para qualquer outro ambiente comercial ou educacional. Para que um experimento de robótica livre, seja considerado livre, deve conter *software* livre e *hardware* livre.

A robótica é tratada como um tipo de tecnologia e, de acordo com Moraes (2010), a tecnologia na educação pode ser um elemento catalisador, capaz de contribuir para o processo de resgate do interesse do aprendiz, na tentativa de melhorar sua vinculação afetiva com as situações de aprendizagem. Os ambientes robóticos na educação são diversos e a crescente demanda por novos aparatos tecnológicos de hardware na educação é evidenciada, sobretudo, pelos esforços da

¹⁶ [Informação obtida em roboticalivre.org, 15 set 2017]

comunidade acadêmica em propor a inclusão da robótica com fins pedagógicos. Hoje, existem no mercado vários kits (nacionais e importados) de robótica educacional. Dentre eles destacamos alguns dos mais utilizados nas escolas, sendo dois projetados e desenvolvidos no Brasil como o Super Robby e o Robótica Fácil, e outros dois importados, como o GoGoBoard e o Lego MindStorms, (Cruz & Sasahara, 2007). O Arduino utilizado neste trabalho, é um ambiente tecnológico de fácil implementação e baixo custo. De acordo com Neto (2013), o computador pode fornecer uma gama de novas situações que dificilmente aconteceriam em sala de aula, além de propiciar explorações dinâmicas que facilitam e auxiliam a aprendizagem significativa dos alunos acerca dos conceitos físicos trabalhados.

Apresentamos agora algumas referências ao uso do Arduino para ensinar Física. Apesar de ainda serem poucas, algumas referências já podem ser encontradas.

Segundo Cavalcante et al. (2011), que escreveu um artigo sobre a carga e descarga de um capacitor utilizando o Arduino com o *Processing*, existem diferentes modos de operar o Arduino para funcionar como uma interface alternativa na aquisição e automação de dados em atividades experimentais de Física via porta USB do computador. Já Rodrigues & Cunha (2014), que formulou um texto de apoio ao professor sobre o Arduino para físicos, mostra alguns exemplos do uso de diferentes sensores com o Arduino que podem ser usados em aulas ou na construção de equipamentos e experimentos com aquisição automáticos de dados. De acordo com Rubim Junior (2014), que descreveu em sua dissertação de mestrado um experimento com Arduino e o *Shield* LED RGB, diz que a intenção ao introduzir o microcontrolador Arduino nas aulas de Física foi provocar curiosidade nos estudantes e despertar o caráter investigativo necessário ao estudo da Física, ao mesmo tempo em que lidam com elementos tecnológicos que fazem parte de sua cultura contemporânea. Ainda Castro (2016), que escreveu sua dissertação de mestrado sobre o uso do Arduino e do *Processing*, diz que este propicia um aumento de qualidade e de confiabilidade nos resultados alcançados nos experimentos, permitindo a obtenção de um padrão de qualidade análogo ou superior daqueles obtidos pelos equipamentos produzidos comercialmente para os laboratórios de Física e, se bem conduzido, esse processo torna a aula mais dinâmica e, potencialmente, um local de aprendizagem significativa. Finalmente, segundo Martinazzo et al. (2014), que publicou seu artigo na revista *Perspectiva*, o computador é ainda pouco utilizado em laboratórios de Física, pois a

maioria dos professores não teve formação nessa área e não se sente preparada ou com pouca informação para dominar essa tecnologia.

Sendo assim, percebe-se que a robótica é tratada como um tipo de tecnologia. Também se concorda com o uso do termo “educacional” como forma de distinguir o uso da robótica como uma ferramenta pedagógica e não apenas um brinquedo. A escolha pelo Arduino neste trabalho, justificou-se pela facilidade de implementação, liberdade de programação e o baixo custo. O uso da robótica juntamente com a Física busca provocar a curiosidade nos estudantes e despertar o caráter investigativo.

15. Momentos pedagógicos

A robótica é uma ferramenta que privilegia o trabalho coletivo. Portanto, primamos neste trabalho, por desenvolver todas as atividades em grupos, definindo papéis e funções específicas para cada integrante. Após determinadas as funções que cada estudante teve no grupo, todos precisaram fazer a sua parte para que se obtivesse um bom resultado final. A utilização da robótica no ensino de Física implica no desenvolvimento de problemas não só da Física, mas também da tecnologia empregada, o que exige uma maior organização e planejamento das aulas. A sequência didática é importante e deve ser proposta de forma clara e objetiva aos alunos. Assim sendo, encontra-se no trabalho de Delizoicov e Angotti uma proposta de momentos pedagógicos que podem ser utilizados quando se trabalha desta maneira.

Segundo Delizoicov (2001), o significado dos problemas que aparecem ao longo da história da Física para os alunos do Ensino Médio ou universitário não é o mesmo que para o Físico ou professor de Física. Mesmo que os fenômenos envolvidos da História da Ciência sejam os mesmos tratados na escola, é importante a articulação com a localização e formulação do problema que só fazem sentido no interior da teoria. Existem três momentos pedagógicos: problematização inicial, organização do conhecimento e aplicação do conhecimento que serão discutidos a seguir.

Diante disso tudo, este trabalho concorda com as ideias de Delizoicov e Angotti, especialmente onde se refere às atividades experimentais, que constituem um método eficaz no processo de ensino-aprendizagem. Essas atividades, buscaram ser orientadas de maneira que houvesse abertura para discussões e interpretações dos

dados obtidos, propiciando situações de investigação e despertando o interesse do aluno pela formação e apreensão do conhecimento.

15.1 Problematização inicial

O primeiro momento pedagógico é o da problematização inicial, que consiste em explorar o conhecimento de Física, que já foi selecionado para ser abordado, neste caso, a Termodinâmica. Apresentam-se questões ou situações reais que os alunos conhecem e presenciam e que estão envolvidas nos temas. Nesse momento pedagógico, os alunos são desafiados a expor o que pensam sobre as situações, a fim de que o professor possa ir conhecendo o que eles pensam.

Neste trabalho, foi utilizada a parte teórica da Lei Zero da Termodinâmica e a ideia de temperatura. Assim, foram apresentadas frases que envolviam tanto o conceito de calor como a ideia de temperatura, a fim de desestabilizar o aluno. As frases abordadas (Apêndice A), contavam com figuras ou reportagens do dia-a-dia. Os alunos eram questionados sobre o uso correto dos termos “calor” e “temperatura”.

Com a orientação da professora-pesquisadora, os estudantes foram levados a pensar sobre as sensações de quente e frio e energia interna.

15.2 Organização do conhecimento

O segundo momento pedagógico é o da organização do conhecimento, através de atividades problematizadas orientadas pelo professor, os conhecimentos necessários para a compreensão dos temas e da problematização inicial são estudados.

Neste ponto, foi proposto o experimento utilizando a robótica como ferramenta pedagógica de ensino e aprendizagem. Os alunos receberam um roteiro experimental (Apêndice B) e desenvolveram a ideia de temperatura através da prática e do diálogo com os colegas e com a professora.

15.3 Aplicação do conhecimento

O terceiro momento pedagógico é o da aplicação do conhecimento, que consiste em explorar o potencial explicativo e conscientizador das teorias Físicas. Isto é, abordar sistematicamente o conhecimento incorporado pelo aluno, para analisar e interpretar tanto as situações iniciais que determinaram seu estudo quanto outras que,

embora não estejam diretamente ligadas ao momento inicial, possam ser compreendidas pelo mesmo conhecimento.

Sendo assim, os alunos foram apresentados a uma situação não-familiar: serem os protagonistas do trabalho. Mediante ao que aprenderam, eles tiveram que auxiliar na reformulação do material didático (ver discurso dos alunos no produto educacional).

16. Sequência didática

Para as atividades desenvolvidas em sala sugere-se a seguinte sequência didática:

- 1) Aula de introdução à robótica, onde se apresentou de forma sucinta, máquinas simples e conceitos tecnológicos.
- 2) Atividade/Dinâmica de grupo “A lógica da programação”: um aluno de olhos vendados procura outro aluno em algum lugar da sala e os colegas auxiliam através de voz de comando. O objetivo é entender a lógica da programação, passos=comandos.
- 3) Quiz de robótica: Consiste em um teste com 5 perguntas simples para verificar conhecimentos prévios sobre robótica (ver Apêndice C).
- 4) Conhecimento dos kits de robótica: Sem o auxílio do (a) professor(a)-pesquisador(a), os alunos manuseiam e experimentam os kits, pois num primeiro momento, é importante vencer os receios que possam vir a ter com o desconhecido.
- 5) Divisão dos grupos de trabalho: Devem ser constituídos pelo(a) professor(a)-pesquisador(a) de acordo com a disponibilidade dos kits de robótica. Esta etapa vai depender do número de alunos da turma. Entendemos que, se tiverem 3 kits de robótica, numa turma de 20 alunos, eles podem ser distribuídos em grupos de 6 alunos por kit e 2 monitores.
- 6) Funções dos grupos: Cada integrante do grupo possui uma função específica, para que ninguém fique sem trabalhar. A ideia é que eles se sintam parte do trabalho, por isso, os alunos podem auxiliar na denominação das funções. Essas funções também devem ser revezadas a cada atividade.

- 7) Propõe-se que as aulas teóricas sejam intercaladas com as práticas: Na proposta original, a disciplina de Física possuía três períodos por semana, sendo que um período era utilizado para debate de conceitos física e os outros dois eram desenvolvidos no laboratório de experimentação (Mídias).

Salientamos que a proposta apresentada acima é uma sugestão e, portanto, cabe ao(à) professor(a) definir a forma que mais se ajusta ao perfil da sua escola e do grupo de alunos.

17. Funções desempenhadas pelos alunos na coletividade

O objetivo das funções no grupo é dar atividade para todos, sem que ninguém fique parado. Estas funções podem ser adotadas, se adaptadas, para qualquer tipo de trabalho em grupo. Abaixo encontra-se a descrição detalhada de cada atividade desempenhada:

Monitores: Auxiliam o(a) professor(a)-pesquisador(a) nas tarefas de conferir, distribuir e zelar pelos kits. Eles recebem a atividade antes dos colegas e no dia da execução do trabalho, auxiliam com as dúvidas.

- 1) Programador: Programa no *notebook* utilizando o *software Scratch S4A*.
- 2) Inspetor: Confere os itens do kit e separa as peças para o montador utilizar. Também mantém a organização do grupo.
- 3) Montador: Realiza a montagem do experimento.
- 4) Redator: Escreve ou digita o relatório da atividade, faz chamada dos alunos presentes, anota qualquer observação.
- 5) Comunicador: Oferece suporte ao redator, coordena o debate do grupo, prepara e apresenta a atividade que o grupo realizou apontando dificuldades e facilidades encontradas.
- 6) Pesquisador: Pesquisa em fontes fidedignas dificuldades e curiosidades encontradas pelo grupo e contribui com o aperfeiçoamento das atividades desempenhadas.

Todas as funções são revezadas a cada atividade.

18. O uso do Arduino como ferramenta pedagógica

Segundo MARTINAZZO et al. (2014), a placa Arduino consiste em uma plataforma de microcontrolador de código aberto e linguagem padrão baseada em C/C++ e em *softwares* e *hardwares* livres, permitindo seu uso como gerenciador automatizado de dispositivos de aquisição de dados de sensores de entrada e de saída. E, ainda, diz que o sistema Arduino permite a leitura simultânea de dezenas de sensores, tanto digitais quanto analógicos e, dependendo do conhecimento em eletrônica e programação, é possível agregar dezenas de sensores através do que se chama de multiplexação.

Ainda assim, de acordo com RODRIGUES & CUNHA (2014), a placa Arduino pode ser alimentada através da conexão USB, ou com uma fonte de alimentação externa de 5V e 500mA. A fonte de energia é selecionada automaticamente. A conexão com o computador dá-se através da porta USB do Arduino. E, ainda, diz que a maioria dos educandos, quando entra em contato com o Arduino, normalmente não possui conhecimento algum de eletrônica. Então, espera-se que este conhecimento seja adquirido primeiro, para que possamos trabalhar, porém não há esta necessidade, pois os comandos de programação do Arduino são muito simples, de modo que os alunos podem aprender o seu uso através de sua aplicação em exemplos simples, por tentativa e erro, ainda que se recomende o uso das melhores práticas de programação.

E, finalmente, segundo CÉSAR (2013), a tentativa de empregar os fundamentos da robótica na construção de propostas pedagógicas nos mais diversos espaços de ensino e de aprendizagem não é novidade. Destacamos, porém, que esse segmento da ciência – que se dedica a estudar os robôs (autômatos) – tem muito a contribuir para o processo pedagógico de construção do conhecimento.

Sendo assim, a escolha do Arduino para este trabalho destaca-se como uma ferramenta pedagógica educacional capaz de agregar valores ao conhecimento de Termodinâmica.

19. Discurso realizado pelos alunos

Para compor este discurso, foi utilizada a técnica do Discurso do Sujeito Coletivo¹⁷ (DSC).

O Sujeito Coletivo expressa-se por meio de um discurso emitido na primeira pessoa do singular, o qual representa o pensamento de uma coletividade por meio de depoimentos de diferentes indivíduos com conteúdos discursivos de sentido semelhante (Lefèvre e Lefèvre, 2005a). A ideia de pensamento coletivo para Lefèvre e Lefèvre (2005b), equivale a sua explicação ou interpretação, e não apenas uma soma de pensamentos individuais iguais.

Os alunos foram indagados com o seguinte questionamento:

O que você acha que poderia ser feito para aprimorar o experimento de Termodinâmica que trabalhamos?

Abaixo segue o discurso elaborado a partir das respostas deles:

Eu acho que foi o suficiente para a gente aprender e colocar em prática. Foi super interessante a parte teórica e do experimento. Na parte da montagem foi bem fácil. Eu acho que foi tudo bem explicado e bem simples de fazer. Não achei difícil. O tempo foi bom, porque foi dada a introdução, aquele trabalho de robótica no início do semestre (quiz). O cronograma em si a gente conseguiu entender direitinho. Conseguimos montar, fazer (o experimento) e através disso realmente conseguir entender a parte teórica. Porque a parte teórica era pela manhã e à tarde deu para a gente acompanhar, não ficou nada atrasado, e deu para entender, porque as vezes a gente entende na teoria e na prática não é igual. Deu para entender bastante. Eu só achei a parte do programador mais complicada. A única coisa que poderia ser mais fácil é o Scratch, pois para uma pessoa que não sabe tanto fica difícil, então se fosse mais simplificado, de repente se tivesse um comando que fizesse várias coisas seria mais fácil, pois daí qualquer pessoa, com o mínimo de conhecimento conseguiria fazer. Poderia ser mais simples para programar, não é difícil, mas tem muita coisa nova. Podemos aprimorar, de repente, usando um sistema operacional melhor. Atualizar o software. Eu acho que tinha que ser em português, pois ajudaria bastante a entender, pois as vezes a gente acha que está fazendo correto e não era aquilo porque não entendemos o que está escrito. Poderia facilitar também tendo menos comandos, sendo mais prático e objetivo. Para que uma pessoa com poucos conhecimentos pudesse acessar o Arduino. E nos dispositivos poderiam ter mais tomadas (entradas). E outra coisa, seria o Arduino vir com uma configuração que já iniciasse automaticamente, semelhante a um pendrive. Com o material que a gente usou, só se fosse um computador melhor ou em vez do Arduino outra plataforma. Poderia ser aperfeiçoado o sensor usado com o Arduino, para que ele pudesse receber mais que 150°C, não que agora precisasse ser usado, mas um dia pode ser exigido mais de 150°C e então o sensor não terá capacidade para ler. O LM-35 tem capacidade de -55°C até 150°C e o Arduino vai de 0°C à 500°C. De repente, adaptando isso, teria uma resposta melhor de temperatura se usarmos um sistema mais avançado, e em vez de usar o LM-35, usar outro mais aprimorado/avançado. O T (placa protoboard) aquele que compramos depois facilitou bastante. Porque antes a gente tinha que estar colando (os fios de ligação), aí descolava, colava de novo, toda hora tinha que estar colando. Acho que o T facilitou bastante. Ou ter um aparelho de solda para soldar os fios, para não precisar montar de novo. Poderíamos também estudar mais a fundo o experimento. Ter mais experiência, aprofundar mais o estudo. Fazer mais umas pesquisas na internet e na parte de controle do Arduino (da robótica). Pensamos: O que um técnico de agropecuária, num futuro, formado iria precisar? Depois ficamos discutindo como iríamos montar, então foi uma barreira pra gente que ainda não temos tanto conhecimento de robótica. De teoria a gente teve um desenvolvimento legal, porque o que a gente aprendeu na teoria, fizemos na prática. Mas acho que poderia envolver outras áreas (interdisciplinaridade), por exemplo, com o experimento de robótica a gente aprender a calcular uma área, pode juntar a Matemática e vai ter a

¹⁷ Consultar dissertação que deu origem à este produto educacional para obter mais detalhes.

Física também. Eu acho que trabalhar mais com a fórmula (fator de conversão), porque a gente trabalha pouco com a fórmula, pra gente identificar a real temperatura, eu acho que seria bem interessante. No caso, a gente fez os cálculos para medir uma certa temperatura. Talvez fazendo outros cálculos para descobrir outras temperaturas maiores. Eu acho que aumentando as voltagens para fazer experimentos maiores futuramente. Não sei se dá, mas eu acharia interessante colocar em um lugar mais gelado para ver se dá a temperatura do lugar. Mudar do local que a gente tá para um lugar mais quente ou mais gelado para ver se daria para obter outras temperaturas. A gente podia também montar mais experimentos, fazer mais práticas, para compreender melhor a visualização. Como um projeto futuro, penso no campus como projeto: o campus fornecendo um espaço físico para os alunos poderem praticar além da sala de aula.

A fala dos alunos foi associada conforme semelhança de ideias. Identificaram-se as seguintes sugestões/elogios/melhorias/aperfeiçoamentos:

- Foi bom aprender na prática;
- A montagem do experimento foi fácil;
- O tempo de aula foi bom;
- A programação poderia ser mais fácil;
- Seria interessante atualizar o S4A para que tivesse linguagem em português;
- O número de comandos para acessar o Arduino poderia ser menor;
- A atualização do sistema operacional e do Arduino poderiam auxiliar para facilitar a comunicação Arduino-computador;
- O uso da placa *protoboard* é indispensável;
- O aprofundamento de conhecimentos é importante, e para tal, sugere-se mais estudo e pesquisa sobre o assunto;
- Integrar a matemática neste experimento de Física, especialmente na parte dos cálculos do fator de conversão;
- Seria bom montar mais experimentos;
- Uma prospecção de projeto futuro seria a escola fornecer um espaço específico para os alunos praticarem além da sala de aula.

Entendemos que a partir deste DSC, o(a) professor(a) possa estar mais ambientado com as possíveis reações e opiniões dos alunos com relação ao uso da robótica como ferramenta de ensino.

20. Considerações finais

Com intuito de refletir sobre “como aperfeiçoar/modernizar o ensino de Física”, este trabalho visou apresentar uma proposta para analisar o efeito no aprendizado no Ensino de Física, tendo a robótica como ferramenta pedagógica para aprofundar conhecimentos científicos e/ou tecnológicos da Termodinâmica. Para tanto, foi formulado o problema da pesquisa que levou em consideração o seguinte questionamento: a robótica educacional pode nos auxiliar no desenvolvimento de

conteúdos vinculados à Termodinâmica, e além disso, desenvolver no estudante o senso crítico, a independência e o trabalho em equipe.

Portanto, utilizar a robótica na Física para o estudo da Termodinâmica vai muito além do lúdico na robótica e do conteúdo propriamente dito de Termodinâmica: a montagem, a construção e a programação de sensores, juntamente com o trabalho em grupo, contribuem muito para auxiliar no aprendizado de conceitos científicos e/ou tecnológicos dos estudantes, para estimular o uso da linguagem científica, na busca por conhecimento autônomo por meio da exploração e da descoberta, na aprendizagem do aprender fazendo e no incentivo às relações humanas.

REFERENCIAS

21. Referências das figuras

Figura 1 – KIT de robótica educacional livre para experimentação em Termodinâmica: Arquivo pessoal

Figura 2 – Tipos de placas ARDUINO: <https://www.filipeflop.com/wp-content/uploads/2014/02/Tabela-comparativa.png>

Figura 3 – Arduino UNO: <http://www.robotshop.com/media/files/images3/rb-ard-34-2.jpg>

Figura 4 – Sensor LM-35:

<https://cdn.instructables.com/FE0/DHQ4/HV2AIB01/FE0DHQ4HV2AIB01.MEDIUM.jpg>

Figura 5 – Esquema de montagem do experimento: Construído no Software Sketch Fritzing.fzz

Figura 5 – Programação do experimento: Construído no S4A

Figura 6 – Protoboard: https://http2.mlstatic.com/D_Q_NP_927052-MLB25777441923_072017-Q.jpg

22. Referências bibliográficas

ALVES, Josemar; PASTORIO, Dioni Paulo ; SAUERWEIN, Ricardo Andreas . Uma análise de como a Termodinâmica vem sendo abordada nas publicações recentes de periódicos e eventos nacionais de Ensino de Física. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, IX., 2013, Águas de Lindóia - SP. **Atas do IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências ? IX ENPEC**, 2013. p. 1-8. v. 1. Disponível em:

<<http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/ixenpec/atas/resumos/R1260-1.pdf>>. Acesso em: 04 out. 2017.

CAVG, IFSul. **Página Oficial**. Disponível em: <<http://cavg.ifsul.edu.br/>>. Acesso em: 25 nov. 2017.

CÉSAR, Danilo Rodrigues. **Robótica pedagógica livre: uma alternativa metodológica para a emancipação sociodigital e a democratização do conhecimento**. 2013. 220 p. Tese de Doutorado (Doutorado Multi-Institucional e Multidisciplinar em Difusão do Conhecimento)- FACULDADE DE EDUCAÇÃO – FACED – UFBA – Sede INSTITUTO DE HUMANIDADES, ARTES E CIÊNCIAS – IHAC – UFBA – Co-Promotor, UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA – UFBA LABORATÓRIO NACIONAL

DE COMPUTAÇÃO CIENTÍFICA – LNCC/MCT UNIVERSIDADE ESTADUAL DE FEIRA DE SANTANA – UEFS UNIVERSIDADE DO ESTADO DA BAHIA – UNEB INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIENCIA E TECNOLOGIA DA BAHIA – IFBA FIEB/SENAI/CIMATEC, Salvador, 2013. Disponível em: <https://repositorio.ufba.br/ri/bitstream/ri/16087/1/Tese_revisada_final.pdf>. Acesso em: 31 ago. 2017.

DELIZOICOV, Demétrio; ANGOTTI, José A. **Metodologia do Ensino de Ciências**. São Paulo: Cortez, 1992. 207 p.

DELIZOICOV, Demétrio. **Problemas e Problematizações**. São Paulo: USP, 2013. 17 p. Disponível em: <https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/87874/mod_resource/content/2/Problemas_problematizacao.pdf>. Acesso em: 29 ago. 2017.

NETO, Breno DRÖSE. **Aprendizagem de conceitos físicos relacionados com circuitos elétricos em regime de corrente alternada com uso da placa Arduino**. 2013. 171 p. Dissertação de Mestrado (Mestrado acadêmico em Ensino de Física)- Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2013. Disponível em: <<https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/79523/000901983.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 15 nov. 2017.

HOFFMANN, Jussara. **Avaliar: Respeitar Primeiro Educar Depois**. Rio de Janeiro: Mediação, 2008. 184 p.

LEFÈVRE, Fernando ; LEFÈVRE, Ana Maria Cavalcanti. **O discurso do sujeito coletivo: um novo enfoque em pesquisa qualitativa (desdobramentos)**. Caxias do Sul: EDUCS, [2005a]. 256 p.

LEFEVRE, Fernando; LEFEVRE, Ana Maria Cavalcanti. **Depoimentos e discursos: uma proposta de análise em pesquisa social**. Líber Livro, [2005b]. 97 p. v. 12.

LEFÈVRE, Fernando; LEFÈVRE, Ana Maria Cavalcanti Lefevre. O sujeito coletivo que fala. Revista Interface, v. 10, n. 20, p. 517-24, jul./dez., 2006.

MARTINAZZO, Claudomir Antonio TRENTIN, Débora Suelen; FERRARI, Douglas; PIAIA, Matheus Matiasso. Arduino: uma tecnologia no Ensino de Física. Revista Perspectiva, v. 38, n. 143, p.21-30, setembro, 2014.

MORAES, Maritza Costa. **Robótica educacional: socializando e produzindo conhecimentos matemáticos**. 2010. 144 p. Dissertação de Mestrado (Programa de PósGraduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde)- Universidade Federal do Rio Grande - FURG, Rio Grande, 2010. Disponível em: <<http://repositorio.furg.br/bitstream/handle/1/2864/ROB%C3%93TICA%20EDUCACIONAL.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 08 nov. 2017.

ALVES FILHO, Jose de Pinho. **Atividades experimentais: do método à prática construtivista**. 2000. 448 p. Tese de Doutorado (Programa de Pós-graduação em Educação, Doutorado em Educação: Ensino de Ciências Naturais)- Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2000. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/79015>>. Acesso em: 03 out. 2017.

HALLIDAY D. & Resnick R. Fundamentos de Física. Volume 2, 6ª edição, ED. LTC, Rio de Janeiro, 2001.

HEWITT, Paul G. Física Conceitual. 11ª edição. Ed. Bookman, Porto Alegre, 2011.

LIVRE, Robótica. **Robótica Livre**. Disponível em: <<http://www.roboticalivre.org>>. Acesso em: 12 nov. 2017.

RODRIGUES, Rafael Frank de; CUNHA, Silvio Luiz Souza. Arduino para físicos : Uma ferramenta prática para aquisição de dados automáticos.. **Textos de apoio ao professor de Física**, Porto Alegre, v. 25, n. 4, p. 1-34, jul. 2014. Disponível em: <https://www.if.ufrgs.br/public/tapf/rodrigues_v25_n4.pdf>. Acesso em: 03 out. 2017.

SILVA, Jonas Cegelka da; GARCIA, Isabel Krey; NETO, Luiz Caldeira Brant de Tolentino. O ensino da física térmica e o forno solar: uma revisão. Revista Thema, v. 14, n. 3, p. 222-240, 2017.

NETO, Otávio Cândido da Silva et al. Os princípios termodinâmicos e a entropia. In: CONEDU, III., 2016, Natal - RN. **Trabalhos apresentados no congresso...** Site da Editora Realize: Realize, 2016. p. 1-11. v. 3. Disponível em: <http://www.editorarealize.com.br/revistas/conedu/trabalhos/TRABALHO_EV056_MD1_SA18_ID4830_15082016135725.pdf>. Acesso em: 03 out. 2017.

Apêndice A

FRASES PROBLEMATIZAÇÃO INICIAL



Apêndice B

ROTEIRO EXPERIMENTAL



INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
SUL-RIO-GRANDENSE

ROTEIRO EXPERIMENTAL TEMPERATURA



Área: **Ciências da Natureza**

Componente Curricular: **Física**

Nível: **1º Médio**

Data:

__/__/__

Nome: _____

Turma: _____

PRÉ-REQUISITOS

Conhecer o trabalho com o hardware Arduino e *software* s4a;
Compreender o fator de conversão A/D.

OBJETIVO GERAL

Introduzir a ideia de temperatura.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 3) Mostrar a diferença entre termoscópio e termômetro.
- 4) Apresentar o enunciado da Lei Zero da Termodinâmica;

MATERIAIS

Computador

Hardware Arduino Duemilanove ou Uno

Software Scratch S4A (compilado pelo sketch)

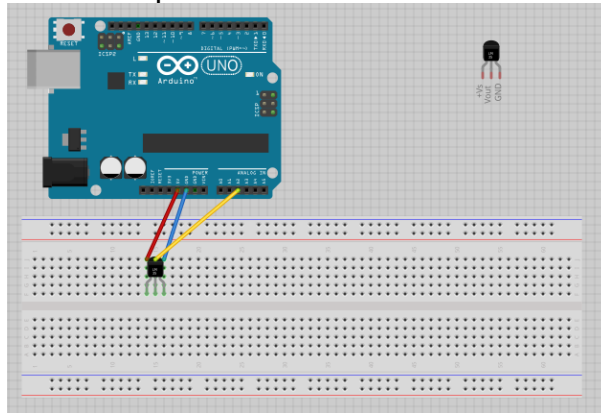
Sensor de temperatura LM-35

Fios de ligação

Placa protoboard (opcional)

PROCEDIMENTOS

- 9) Realizar a montagem do circuito eletrônico com o sensor LM-35 ligando na porta analógica 2, conforme esquema abaixo.



Fonte: Software Sketch Fritzing.fzz

- 10) Verificar o fator de conversão A/D para que o Arduino leia o valor de temperatura na escala Celsius.

$$\text{Valor do sensor} * 500 / 1023$$

- 11) Realizar a programação no *Scratch*
- Conectar o Arduino
 - Na aba controle > Quando clicado
 - Na aba controle > Sempre
 - Na aba aparência > Diga Olá
 - Na aba Movimento > Value of Sensor (Verificar porta analógica correta)
 - Iniciar comandos na bandeira verde

- 12) Verificar os valores lidos pelo Arduino.

- 13) Continuar a programação no *Scratch*

- Parar comandos no círculo vermelho
- Na aba operadores > Escrever fórmula de Conversão A/D
- Inserir a fórmula no Diga Olá
- Iniciar comandos na bandeira verde

- 14) Verificar os novos valores lidos pelo Arduino e anotar na tabela abaixo.

- 15) Atritar uma mão na outra e tocar no sensor. Anotar o novo valor de temperatura na tabela abaixo.

- 16) Anotar os valores de temperatura encontrados antes e depois de tocar com a mão no Sensor LM-35 conforme tabela abaixo.

Temperatura anterior (°C)	Temperatura posterior (°C)

QUESTIONAMENTO

- 3) Justifique a diferença na leitura realizada pelo sensor de temperatura antes de depois de acrescentar o fator de conversão A/D. Este procedimento concorda com o primeiro objetivo deste experimento? Justifique sua resposta.
- 4) O que aconteceu com o valor de temperatura informado pelo Arduino após um tempo tocando com a mão no sensor de temperatura? Este procedimento concorda com o segundo objetivo deste experimento? Justifique a sua resposta.

COMENTÁRIOS

As propriedades de muitos corpos variam quando alteramos suas temperaturas, por exemplo, quando os transferimos de um refrigerador para um forno aquecido. Para dar alguns exemplos: Quando sua temperatura aumenta, o volume de um líquido aumenta, assim como a pressão exercida por um gás confinado. Podemos tomar qualquer uma dessas propriedades como base de um instrumento que nos ajudará introduzir a ideia de temperatura e assim, a Lei Zero da Termodinâmica. O sensor de temperatura LM-35 é um desses instrumentos. O instrumento utiliza um semicondutor na sua construção. Se você aquecer (com a mão), o número exibido no visor do *software Scratch* começa a aumentar; se você então o colocar em um refrigerador, o número indicado começa a diminuir.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para obter resultados mais precisos, o ideal seria confinar o sensor e outro corpo (substituindo a mão) em uma caixa isolante de paredes espessas. Os números do termoscópio variam até que, finalmente, ficam parados. Dizemos, então, que dois corpos estão em *equilíbrio térmico* entre si.

- De acordo com o enunciado da Lei Zero da Termodinâmica: “Se dois corpos, isolados termicamente, A e B estão individualmente em equilíbrio térmico com um terceiro corpo T, então A e B estão em equilíbrio térmico entre si”.
- Todo corpo tem uma propriedade chamada de temperatura. Quando dois corpos estão em equilíbrio térmico, suas temperaturas são iguais.

Apêndice C

QUIZ DE ROBÓTICA

- 2) O que os jovens aprendem nas aulas de robótica?
- a) Ciência e Tecnologia
 - b) Trabalho em equipe
 - c) Programar robôs
 - d) T.A.A
- 2) Com que material se aprende robótica?
- e) Lego ou Arduino
 - f) Madeira
 - g) Metal
 - h) T.A.A
- 3) A robótica visa influenciar a formação de profissionais de que área?
- e) Tecnológica
 - f) Humanas
 - g) Saúde
 - h) T.A.A
- 4) A robótica está presente na produção de quais desses produtos?
- e) Bicicletas
 - f) Carros
 - g) Livros
 - h) T.A.A
- 5) Quais destas características são importantes para quem trabalha com robótica?
- e) Inteligência e perfeccionismo
 - f) Inovação e raciocínio lógico
 - g) Força e conhecimento
 - h) T.A.A