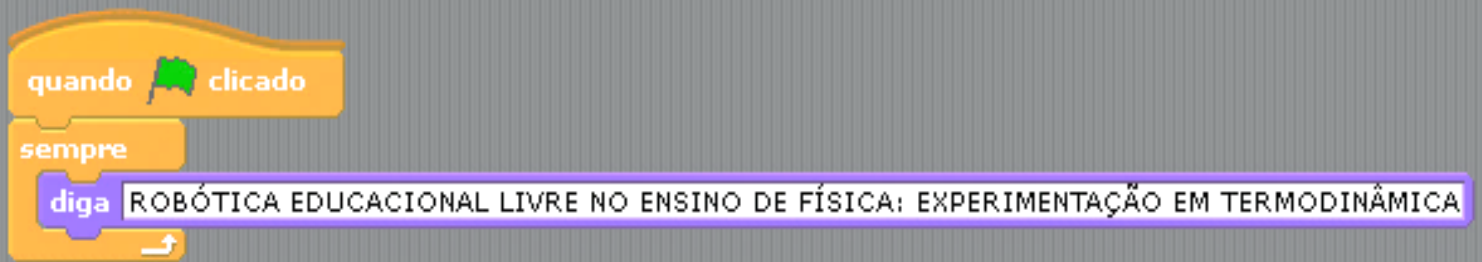


MATERIAL DIDÁTICO DE APLICAÇÃO



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

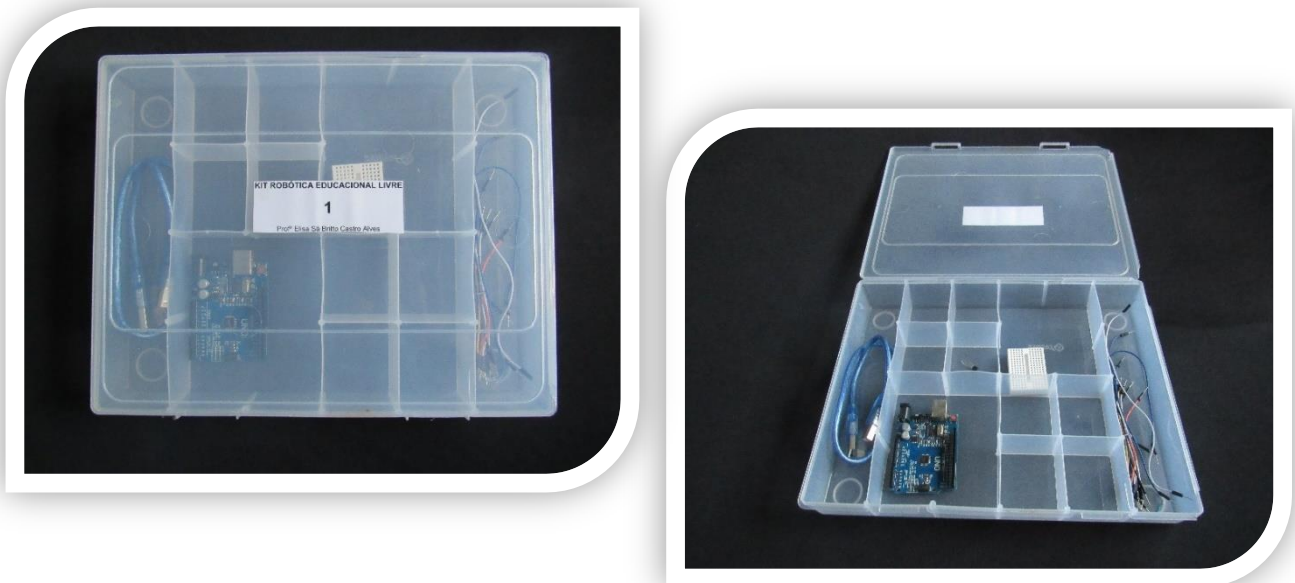


Figura 1 – KIT de robótica educacional livre para experimentação em Termodinâmica

4. Placa de prototipagem eletrônica ARDUINO

O Arduino¹ 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 2005² 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 Esplora
								
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

¹ 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.

² [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*³ **gratuito** da IDE do Arduino (Sketch)⁴ 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

³ [Informação obtida em <https://www.arduino.cc/en/Main/Software#>, 26 nov 2017]

⁴ 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 S4A⁵ 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 Shields⁶ 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.

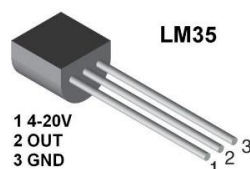


Figura 4 – Sensor LM-35

⁵ [Informação obtida em <http://s4a.cat/>, 26 nov 2017]

⁶ *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’⁷ 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 $10\text{mV}/^{\circ}\text{C}$. 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 $60\mu\text{A}$ para estas alimentações. Dessa forma, seu auto-aquecimento é de aproximadamente 0.1°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\$150,00⁸.

⁷ [Informação obtida em <https://portal.vidadesilicio.com.br/lm35-medindo-temperatura-com-arduino/>, 26 nov 2017]

⁸ 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.

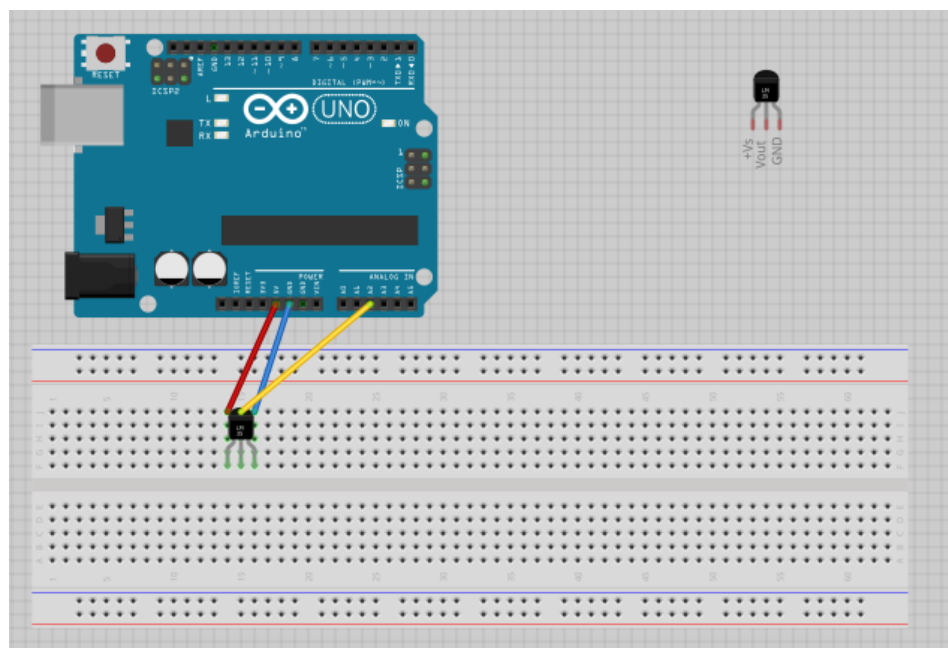


Figura 5 – Esquema de montagem do experimento

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:

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

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

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

$$\text{x} = 0.0048828125 \text{ (Fator de conversão)}$$

Temperatura = (Valor Lido * Fator de conversão) * 100 Ou simplesmente:

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

Desta forma, encontramos o valor da temperatura através do valor lido pelo sensor analógico, que varia sua saída em mV (milivolts). O Conversor A/D converte isto para um número de 10 bits (divididos em 2 bytes) que varia de 0~1023 e multiplicamos o valor obtido dos Conversores A/D pelo fator de conversão, que foi encontrado pela regra de 3x simples, resultando assim, na temperatura.

Fonte consultada: Disponível 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) é uma placa com furos e conexões condutoras interligadas. É utilizada quando não se quer soldar os fios de ligação 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”⁹ 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

⁹ [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 Coletivo¹⁰ (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

¹⁰ 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 *proto-board* 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, 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.

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**

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)

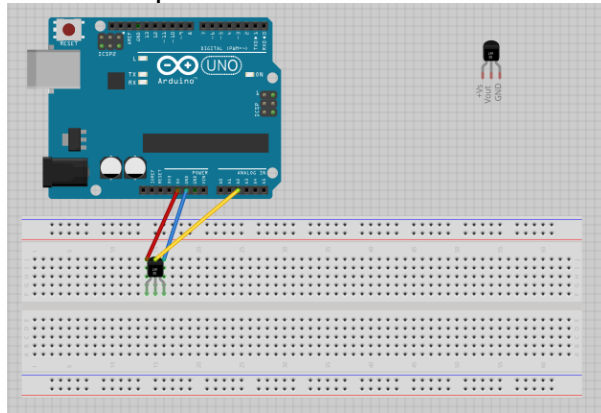
Sensor de temperatura LM-35

Fios de ligação

Placa protoboard (opcional)

PROCEDIMENTOS

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



Fonte: Software Sketch Fritzing.fzz

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

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

- 4) 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
- 5) Verificar os valores lidos pelo Arduino.
- 6) 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
- 7) Verificar os novos valores lidos pelo Arduino e anotar na tabela abaixo.
- 8) Atritar uma mão na outra e tocar no sensor. Anotar o novo valor de temperatura na tabela abaixo.
- 9) 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

- 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.

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?
 - b) Bicicletas
 - c) Carros
 - d) Livros
 - e) 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