

A ROBÓTICA EDUCACIONAL COMO APOIO PARA AULAS DE CIÊNCIAS NO ENSINO FUNDAMENTAL: RELATO DE ATIVIDADE ENVOLVENDO O ESTUDO DAS CORES

EDUCATIONAL ROBOTICS AS SUPPORT FOR ELEMENTARY SCHOOL SCIENCE CLASSES: ACTIVITY REPORT INVOLVING THE STUDY OF COLORS

Ciro Roberto Daros, Cleci T. Werner da Rosa, Luiz Marcelo Darroz

¹Professor de Física da educação básica nas redes pública e privada do Rio Grande do Sul. Especialista em Física.

²Docente do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade de Passo Fundo. Doutora em Educação Científica e Tecnológica. E-mail: cwerner@upf.br

³Docente do curso de Física da Universidade de Passo Fundo. Doutor em Educação em Ciências. E-mail: ldarroz@upf.br

RESUMO

Este estudo parte da premissa de que as tecnologias estão inseridas na vida cotidiana dos estudantes e, portanto, precisam estar presentes na escola, especialmente em se tratando da disciplina de Física, cuja relação se mostra direta com essa realidade. A busca por dar significado aos conteúdos, aproximando-os do mundo vivencial, e tornar as atividades mais motivadoras para a compreensão dos conceitos e fenômenos físicos foi a tônica que norteou este trabalho. Nesse sentido, o objetivo estabelecido foi o de apresentar e discutir uma proposta didática direcionada ao estudo do tópico “cores” em óptica, na disciplina de Ciências, no ensino fundamental, recorrendo ao uso da robótica educacional como ferramenta didática. Para atingir tal objetivo, foi estruturada uma atividade experimental envolvendo o uso de um kit de robótica de empresa comercial confeccionado especialmente para fins educacionais. A proposta foi aplicada em duas turmas de nono ano do ensino fundamental em uma escola particular do município de Passo Fundo/RS. Como resultado, o estudo evidenciou que os alunos se tornam mais motivados para a aprendizagem quando têm a oportunidade de interagir fisicamente com os equipamentos. Além disso, foi possível observar que o uso da robótica se mostra favorecedora de discussões, fomentando a criação de hipóteses e indagações que, se bem conduzidas pelo professor, podem se tornar uma importante via de apropriação do conhecimento.

Palavras-chave: Robótica educacional. Ensino de Física. Cores da luz.

ABSTRACT

This study assumes that technologies are inserted in the daily lives of students, and therefore, need to be present in the school, especially in Physics, which is directly related to this reality. The search for giving meaning to contents so they get closer to the experiential world, and making activities more encouraging for the understanding of concepts and physical phenomena was the keynote that guided this work. Thus, the objective set was to present and discuss a didactic proposal directed to the study of the theme “colors” in optics, in an elementary school Science class, relying on educational robotics as didactic tool. In order to achieve such objective, an experimental activity was structured including the use of a robotics kit from a commercial enterprise, built especially for educational purposes. The proposal was applied in two ninth-year classes of elementary school, in a private school of the city of Passo Fundo, RS, Brazil. As a result, the study proved that students became more motivated to learn when having the opportunity to physically interact with the equipment. Moreover, it was possible to observe that the use of robotics encourages discussions, stimulating the creation of hypothesis and inquiries, which if well conducted by the teacher, may become a major way of knowledge appropriation.

Keywords: Educational robotics. Physics teaching. Light colors.

1. INTRODUÇÃO

Vivemos imersos num ambiente onde a tecnologia é parte integrante do dia a dia dos educandos. Somada a isso, está a dificuldade encontrada pelos professores para motivá-los à aprendizagem de conceitos físicos básicos. A crescente utilização de novas tecnologias na educação,

dentre as quais, a robótica educativa, pode auxiliar os docentes nessa tarefa, atuando como uma ferramenta poderosa em sala de aula, principalmente no ensino de Física. O seu uso pode auxiliar e motivar o aluno no aprendizado dos conceitos, amenizando o repúdio que a maioria dos estudantes tem quando se trata dessa disciplina. Tal situação pode ser evidenciada pela busca crescente dos pesquisadores da área de Ensino de Física por alternativas inovadoras que possibilitem atrair a atenção dos alunos, especialmente em se tratando de ensino fundamental.

De fato, percebe-se uma busca cada vez maior por experimentos e atividades voltados para o ensino, que vão desde os softwares livres e simuladores até o desenvolvimento dos aplicativos com hardware de código aberto em circuito associado (BEZERRA JR. et al., 2009). Nos últimos anos, tais dispositivos tecnológicos têm ganhado, no campo educacional, o incremento das plataformas robóticas que cada vez mais se mostram promissoras e viáveis para as escolas e os professores.

De acordo com Papert (1994), a escola está no contexto da sociedade e, como tal, vive “ou deve viver” a mesma revolução tecnológica dos dias atuais. As tecnologias de informação, desde a televisão até os computadores e todas as suas combinações, abrem oportunidades sem precedentes para a ação a fim de melhorar a qualidade do ambiente de aprendizagem. Zilli (2004), por sua vez, aponta que a robótica educacional pode desenvolver as mais variadas competências, dentre as quais, o raciocínio lógico, formulação e teste de hipóteses, habilidades manuais, integração de conceitos aprendidos em diversas áreas do conhecimento, investigação e compreensão, trabalho com pesquisa, resolução de problemas por meio de erros e acertos, aplicação das teorias formuladas a atividades concretas, utilização da criatividade em diferentes situações e capacidade crítica.

Em termos de ensino de Ciências, Chaves e Shellard (2005) referem as já conhecidas dificuldades de se realizar um bom ensino nas escolas, especialmente quando se deseja que esse ensino integre a ciência aos conhecimentos científicos e tecnológicos atuais. Segundo os autores, tais dificuldades aumentam, principalmente, na etapa inicial de escolarização dos alunos. O distanciamento dos conteúdos e das ferramentas didáticas utilizadas no ensino de ciências tem sido apontado na literatura como um dos fatores que contribuem para que os estudantes se mantenham afastados e, muitas vezes, com ojeriza da ciência, especialmente em se tratando dos conteúdos de Física, como mencionado por Rosa e Rosa (2005).

Nesse sentido, acredita-se no potencial da robótica educacional, que deixa de servir eminentemente para a produção de robôs industriais e passa a constituir um novo recurso no processo de ensino e aprendizagem. A utilização dessa tecnologia nas aulas de Física como ferramenta didática à disposição dos professores leva à necessidade de estudar e desenvolver propostas de sequências didáticas que possibilitem ofertar aos docentes opções e referenciais para a sua efetivação no contexto educacional. Schons et al. (2004, p. 5) avaliam que a utilização da robótica com cunho pedagógico “constitui nova ferramenta que se encontra à disposição do professor, por meio da qual é possível demonstrar na prática muitos dos conceitos teóricos, às vezes de difícil compreensão, motivando tanto o professor como principalmente o aluno”.

Com base nessa realidade, o objetivo do presente estudo consiste em apresentar e discutir uma proposta didática direcionada ao estudo do tópico “cores” em óptica, na disciplina de Ciências no ensino fundamental. Para tanto, recorre-se à utilização da robótica educacional como ferramenta didática.

A atividade desenvolvida com alunos do nono ano teve como aspecto norteador a ludicidade e sua ascendência motivadora para a aprendizagem. De maneira específica, o estudo explorou, por meio de dispositivos robotizados, o conteúdo de luz radiação e luz pigmento, assim como o processo de formação das cores radiação e das cores pigmento. Além disso, a proposta voltou-se à apresentação e discussão dos dispositivos tecnológicos utilizados pelos estudantes na realização da atividade experimental.

Para discutir o desenvolvimento e a aplicação da proposta, bem como seus resultados, o texto a seguir foi estruturado de forma a inicialmente delinear a metodologia utilizada. Na sequência, apresenta-se uma breve discussão sobre o conceito de luz, para, na continuidade, descrever-se a

atividade realizada e, posteriormente, a análise de sua aplicação na forma de resultados do estudo. Por fim, são tecidas as considerações finais na forma de conclusões do estudo.

2. METODOLOGIA

A atividade foi desenvolvida em duas turmas de nono ano do ensino fundamental de uma escola privada do município de Passo Fundo-RS, no segundo semestre de 2014. As referidas turmas eram compostas ao total por 48 alunos, sendo 25 do sexo feminino e 23 do masculino. O tópico escolhido para o estudo foi a luz visível e sua decomposição, que faz parte do conteúdo programático da disciplina de Ciências.

Como ferramenta de apoio didático para a atividade experimental desenvolvida, recorreu-se ao uso de um kit de robótica educacional da empresa AttoBox, estruturado na plataforma Arduino, de código livre, adquirido pela escola. Destaca-se que, eventualmente, os professores recorrem a esse kit para estruturar atividades envolvendo seus conteúdos programáticos. A escola oferece, em turno inverso, uma oficina para que os alunos tenham contato com o kit e aprendam a montar seus dispositivos e equipamentos robotizados. Contudo, o seu uso regular como ferramenta didática ainda tem sido restrito ao professor da disciplina de Física, ou, como no caso deste estudo, da disciplina de Ciências no conteúdo de Física.

A atividade foi desenvolvida em 6 horas-aula, divididas em três etapas de 2 horas-aula cada. Inicialmente, ainda no âmbito da sala de aula, foram expostos os conceitos físicos relacionados à óptica, especialmente em termos da identificação das características da luz. Tais conceitos serviriam de apoio para a realização da atividade experimental robotizada proposta neste estudo.

A elaboração da atividade levou em conta as limitações dos alunos quanto aos conhecimentos conceituais da Física, ao domínio da programação do dispositivo, ao manuseio e ao funcionamento de componentes como o LED RGB (*red*, *green* e *blue*), por exemplo, que são necessários para a sua realização. Para o desenvolvimento da atividade, foram utilizados equipamentos, materiais e dispositivos cuja escolha teve como referencial a faixa etária e o nível de escolarização dos estudantes. Dessa forma, a atividade, apoiada no uso do kit de robótica disponível, foi desenvolvida no laboratório de informática da escola.

A atividade proposta para o estudo das cores teve por objetivo fornecer possibilidades e discussões para a compreensão da luz enquanto radiação que integra o espectro eletromagnético. Essa luz pertencente à faixa visível do espectro é formada por um conjunto de radiações que, quando misturadas, formam a luz branca. No revés, se a luz branca for decomposta, surgem as radiações que a integram. Esse processo é conhecido, tradicionalmente, como decomposição da luz branca, e as radiações são as cores do arco-íris. Esse, por sua vez, apresenta em sua composição três cores que são consideradas as primárias, ou seja, as que, quando misturadas entre si, formam novamente a luz branca. São elas: vermelho, verde e azul. A proposta da atividade foi evidenciar esse processo de formação da luz branca partindo das cores primárias.

Para tanto, foi utilizado o kit de robótica AttoBox e um computador para a programação. Do kit, que é constituído por um conjunto de materiais e dispositivos que podem ser arranjados de diferentes formas, foi selecionado um microcontrolador Arduino e um LED RGB. Além disso, foi necessário, para a atividade, um anteparo (folha branca em um suporte). O programa utilizado para acessar o LED e controlar seu acendimento foi o Scratch for Arduino ou S4A.

O Scratch foi desenvolvido e mantido pelo Instituto de Tecnologias de Massachusetts (MIT) e destina-se a auxiliar crianças na programação de seus computadores, por meio de blocos de comandos e ações que são arrastados para uma área de trabalho. Barbero, Demo e Vaschetto (2012) destacam que o Scratch representa uma interface amigável e de alto nível, permitindo a criação de histórias animadas, jogos e outros programas interativos. Ele pode, como é o caso do presente estudo, ser associado ao comando de robô que faz uso da plataforma Arduino, por meio do uso da extensão S4A, uma

modificação do Scratch que permite, de maneira facilitada, a programação do Arduino, fornecendo novos blocos para o gerenciamento de sensores e atuadores ligados a ele. Esse programa, que se baseia em uma linguagem de programação visual (ou VPL, sigla, em inglês, para *visual programming language*), tornou-se uma solução prática e eficaz para transpor a barreira imposta pela programação textual (CITILAB, 2014).

A montagem do kit pelos alunos e o modo como eles estruturaram suas atividades serão descritos na continuidade, após a discussão sobre o conceito de luz.

2.1 Sobre a luz

Luz é tudo aquilo que realmente conseguimos ver com nossos olhos. Por ser um fenômeno eletromagnético, constitui apenas uma minúscula parte do espectro eletromagnético, originando-se do movimento acelerado dos elétrons. James Clerk Maxwell (1831-1879), com suas equações, determinou o valor de sua velocidade no vácuo, chegando a uma constante de 300.000 km/s, cuja propagação ocorre em todas as direções do espaço. No vácuo, as ondas eletromagnéticas se propagam com a mesma rapidez e diferenciam-se entre si por suas frequências.

A Figura 1 representa as frequências das cores azul, verde e vermelho, que integram o espectro da faixa visível da radiação da luz. O olho humano é sensível a essas radiações, bem como a outras que se situam na faixa compreendida entre 400nm e 700nm de comprimento de onda (HEWITT, 2002, p. 441).

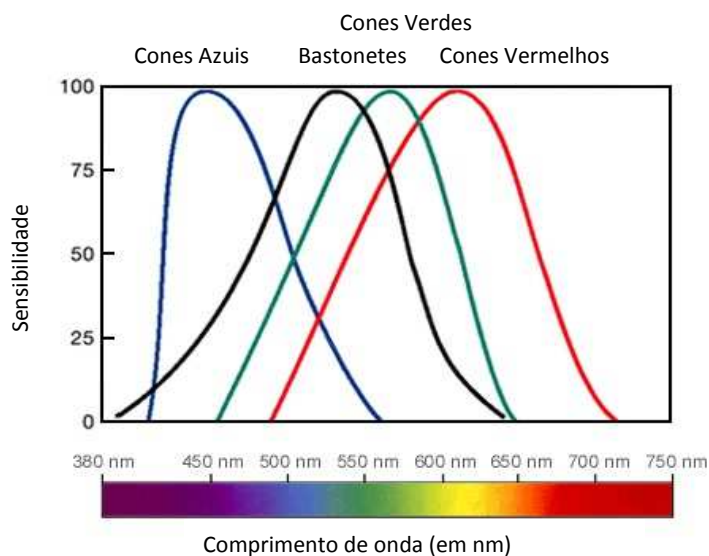


Figura 1: Faixa visível de onda eletromagnética.

Fonte: Gadelha, 2007.

A cor é uma sensação fisiológica e reside no olho do espectador. Portanto, quando dizemos que a luz de uma rosa é vermelha, num sentido estrito, queremos dizer que ela aparece como vermelha. Na verdade, a radiação branca proveniente da luz é absorvida pela rosa, e os comprimentos de onda situados na faixa do vermelho não são absorvidos pela rosa, o que resulta na reflexão dessa ou dessas radiações. Ou seja, se enxergamos a rosa vermelha, é porque essa faixa do espectro que compõe a luz branca não está sendo absorvida pela rosa.

Isaac Newton (1642-1727), em seus estudos sobre as propriedades refratoras dos corpos transparentes, decompôs a luz branca utilizando um prisma triangular de cristal e, depois, fez o processo

inverso utilizando um segundo prisma invertido. Nesse experimento, ele constatou que as cores do espectro visível (vermelho, laranja, amarelo, verde, azul, anil e violeta), antes tidas como uma qualidade do material refrator que alterava a cor da luz, eram as componentes da luz que as gerava. É interessante perceber que nossos olhos evoluíram para terem a máxima sensibilidade nessa faixa de frequência. A luz branca, composta pelas sete cores do arco-íris, conforme demonstrado por Isaac Newton, pode ser sintetizada em suas três componentes básicas ou cores primárias, que, combinadas duas a duas, formam as secundárias.

As cores podem ser produzidas pela combinação das primárias, ou, então, pela composição de suas combinações (secundárias e terciárias). Não há um conjunto finito de cores primárias visíveis que produza realmente todas as cores, mas grande parte delas pode ser gerada, de fato, a partir de três cores primárias escolhidas das extremidades e do centro do espectro de luzes visíveis, como, por exemplo, as cores vermelha, azul e verde, conhecidas como as cores primárias RGB, conforme a Figura 2.

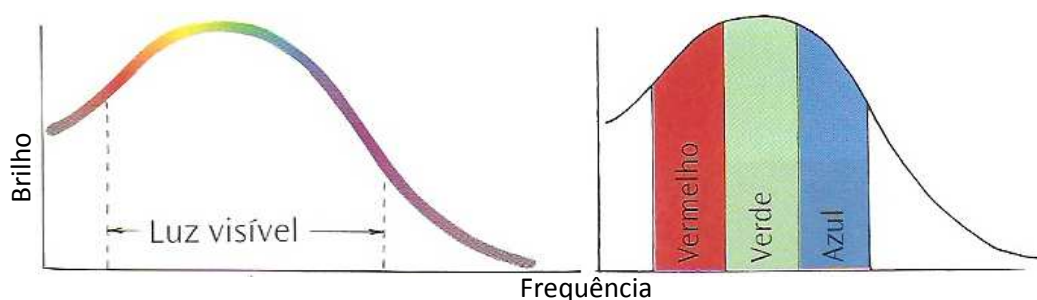


Figura 2: Curva da radiação solar.

Fonte: Hewitt, 2002, p. 458.

As curvas ilustradas na figura anterior representam um gráfico que mostra o brilho em função da frequência. A luz solar é mais brilhante na região do amarelo-esverdeado, no meio da faixa visível do espectro. Na figura, também é possível visualizar a curva da radiação dividida em três regiões: vermelha, verde e azul. Essas cores são as aditivas primárias. Delas, e por adição, obtêm-se as secundárias (HEWITT, 2002). O quadro a seguir apresenta a cor resultante desse processo de adição das cores primárias.

Quadro: Cores aditivas combinadas.

Vermelho + Azul = Magenta
Vermelho + Verde = Amarelo
Azul + Verde = Ciano

3. A ATIVIDADE DESENVOLVIDA

Considerando que muitos dos alunos do nono ano do ensino fundamental não conheciam o kit de robótica, a atividade iniciou pela sua apresentação, e, na continuidade, foram descritos as componentes e o modo como elas seriam arranjadas para a atividade experimental. Nesse sentido, a atividade buscou, em um primeiro momento, estabelecer uma comunicação do microcontrolador com o computador, para que o Arduino recebesse os comandos diretamente do ambiente S4A. Para isso, foi

preciso fazer upload de um firmware e carregá-lo no dispositivo Arduino, especialmente programado para impor funções específicas em seus pinos enquanto mantém comunicação com o sistema S4A/PC. Essa comunicação é feita por uma porta COM conectada diretamente ao Arduino, que fornecerá a capacidade de comunicação direta com o S4A.

A programação visual no S4A é realizada pelo mecanismo de arrastar e soltar, simplesmente encaixando-se os elementos gráficos uns nos outros, representados por blocos coloridos, formando empilhamentos ordenados que interagem, por meio da porta serial do computador, diretamente com o Arduino. Os blocos apenas se encaixarão de tal maneira se perfizerem o sentido sintático do código, eliminando, assim, os erros de sintaxe que tanto ocorrem na programação com uma linguagem textual.

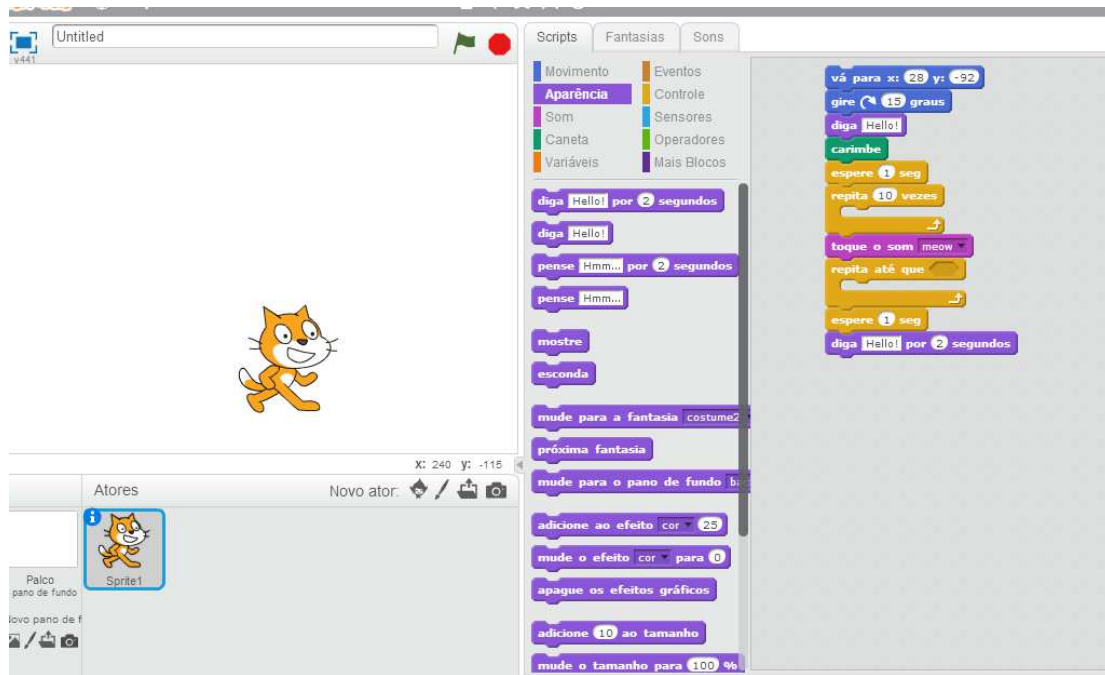


Figura 3: Exemplo de programação em Scratch.

Fonte: https://scratch.mit.edu/projects/editor/?tip_bar=getStarted.

Após a discussão pertinente ao modo como o dispositivo funciona e à sua programação, os alunos foram organizados em grupos compostos por quatro elementos, sendo disponibilizados um computador e um conjunto de peças do kit de robótica para cada grupo. Esse tipo de organização didática em pequenos grupos de trabalho é defendido por Rosa (2011) como favorecedor da aprendizagem, uma vez que possibilita a interação entre os alunos e põe em ação uma série de movimentos cognitivos que individualmente são difíceis de serem ativados.

Para a realização da atividade, os estudantes devem partir da compreensão de que as radiações estão estruturadas na forma de um espectro denominado de “espectro eletromagnético”. Todas essas radiações têm em comum a sua velocidade de propagação, diferenciando-se apenas pela sua frequência de vibração e pelo comprimento de onda. Já dentro desse espectro, somente uma pequena faixa pode ser percebida pelo olho humano. Para reproduzir essas faixas de cores, utiliza-se um LED RGB. Qualquer sensação colorida humana pode ser produzida com a adição dessas três cores, que são denominadas de “primárias por adição”, das quais se pode criar outras cores e tonalidades. Uma evidência da possibilidade de se produzir uma gama enorme de cores tendo como base as luzes RGB são as cores observadas na tela de computadores, televisores e celulares. Na verdade, existem somente

três emissores de luz na tela, cada um emitindo uma das três cores. Como o LED RGB apresenta cada uma das três cores separadamente, sendo controladas da mesma forma, torna-se um componente útil para o desenvolvimento da atividade proposta neste estudo.

A Figura 4 ilustra um LED no qual é possível perceber a existência de quatro pinos. No primeiro, injeta-se o sinal para a cor verde (*green*); no segundo, o catodo (*ground*) que é ligado ao fio terra da fonte; no terceiro, o sinal da cor azul (*blue*); e no quarto, o da cor vermelha (*red*).



Figura 4: LED RGB.

A Figura 5a mostra o Arduino AttoBox conectado ao computador e ligado ao LED RGB por uma porta USB. A porta 5 é destinada à cor vermelha; a porta 6, à cor verde; a porta 9, à cor azul. Outra opção de conexão é utilizar o microcontrolador Arduino para a atividade, ligando o LED RGB nas portas PWM (*pulse width modulation*) do equipamento e o pino GND (*ground*) nos polos negativos do LED, referente ao aterramento (Figura 5b).

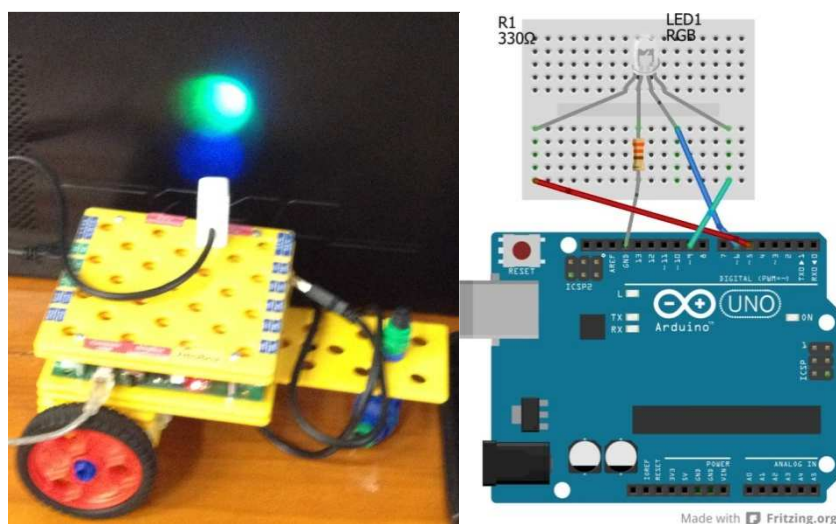


Figura 5: Dispositivo para o estudo das cores da luz. Fig. 5a (esquerda) mostra o dispositivo RGB conectado ao AttoBox, e a Fig. 5b (direita), o mesmo dispositivo ligado ao microcontrolador Arduino.

Para o controle desse dispositivo, optou-se por utilizar as portas PWM, onde cada porta é capaz de gerar, de uma sequência de pulsos digitais, tensões analógicas para se obter uma potência intermediária. Com isso, de um sinal digital, é possível obter uma tensão analógica. Em termos técnicos,

o PWM é uma onda com frequência constante (período fixo) e com a largura do pulso variável (ARDUINO, 2014). Para alterar a frequência e o comprimento de onda da luz emitida pelo LED, basta reduzir a largura dos pulsos, mediante parâmetros de comando que variam de zero a 255, onde zero corresponde ao LED desligado e 255, ao LED ligado, dentro dos blocos de comando das portas analógicas do S4A (Figura 6).



Figura 6: PWM na IDE S4A, as três portas com valores de 255 ligadas.

Dando sequência à atividade com os alunos, foi proposto que eles anotassem a cor de luz que cada porta gera em seu LED RGB. Para tanto, foi estruturada uma tabela como a apresentada a seguir.

Tabela 1: Cores das portas PWM observadas pelo Grupo 1 na primeira parte da atividade.

Nº DA PORTA	PARÂMETRO UTILIZADO	COR OBSERVADA
5	255	Vermelho
6	255	Verde
9	255	Azul

Fonte: dados da pesquisa, 2015.

Após a verificação das cores primárias da luz e suas respectivas portas, buscou-se, na continuidade da atividade, reproduzir as cores secundárias por adição. Para isso, inicialmente, foram ligados os três LEDs juntos, de modo a incidir separadamente cada cor no anteparo ou na parede, anotando na tabela as observações pertinentes ao experimento. Na sequência, buscou-se analisar as cores secundárias (amarelo, magenta e ciano) que resultam da superposição das cores primárias da luz. Para tanto, alterou-se a superposição de duas em duas portas, verificando a cor formada ao ligar as portas duas a duas e anotando as observações na Tabela 2.

Tabela 2: Cores observadas pelo Grupo 1 para as cores secundárias da luz.

PORTAS	CORES PRIMÁRIAS	PARÂMETRO	COR OBSERVADA
5+6	Vermelho+verde	255+255	Amarelo
5+9	Vermelho+azul	255+255	Magenta
6+9	Azul+verde	255+255	Ciano

Fonte: dados da pesquisa, 2015.

4. ANÁLISE DA ATIVIDADE

Para facilitar o desenvolvimento das atividades, recorreu-se à utilização de um roteiro-guia com a descrição do objetivo da atividade, dos materiais e dos procedimentos a serem realizados. Mesmo que esse tipo de roteiro sofra séria crítica na literatura, Rosa (2011) destaca que sua utilização, por vezes, se mostra necessária. Tecendo ressalvas ao modelo tipo *cooke-book*, a autora recomenda que eles sejam estruturados de forma aberta e apenas sirvam de orientação à atividade.

Com esse intuito, o roteiro-guia foi elaborado, e os materiais, distribuídos aos alunos. Ao término da atividade, esse roteiro foi recolhido, analisado e devolvido aos estudantes, para que procedessem, além do habitual registro dos dados coletados, a um relato das percepções da atividade. As questões norteadoras desse relato foram: como você percebeu a atividade desenvolvida em termos de possibilidade de aprendizagem do conteúdo? A utilização da robótica atuou como incentivo para isso? Em termos motivacionais, como você avalia a aula? A atividade em grupo contribui para a compreensão do conteúdo?

Tais questionamentos serviram de orientação para a análise da viabilidade do presente estudo. Dessa forma, pode-se dizer que, para os dezoito grupos (dez na primeira turma e oito na segunda), a atividade foi considerada de grande valia e que a possibilidade de interagir com o material/equipamento favoreceu a aprendizagem. Tal relato veio ao encontro dos registros do roteiro-guia na forma de resultados da atividade experimental.

Além disso, os grupos destacaram o papel positivo que desempenha a opção de trabalhar de forma coletiva, uma vez que isso lhes permite a troca de experiências e a realização de questionamentos. A motivação é elencada como aspecto central da atividade, que, segundo um dos grupos, “*Rende mais e não ficamos cansados. Os dois períodos passam rapidinho*”. Contudo, foi possível observar, durante a atividade, que o trabalho em grupo, apesar de ser considerado positivo pelos estudantes, apresenta certas limitações, como relata um dos grupos: “*Fazer a atividade em grupo não é fácil, tem muita conversa e discussão entre nós, todos querem falar ao mesmo tempo, surgem muitas ideias, e cada um procura do seu jeito fazer o programa, penso que nosso grupo deveria utilizar essas ideias para juntos controlar o LED*”. Essa ponderação evidencia que alguns alunos sentem dificuldades na realização da atividade em grupo, especialmente considerando ser uma atividade em que todos querem controlar o dispositivo ao mesmo tempo.

Em contrapartida, a atividade conduz a uma maior compreensão da importância do uso das tecnologias disponíveis, especialmente as relacionadas ao cotidiano dos estudantes, contribuindo para facilitar a sua aprendizagem e dar ao conteúdo maior significado. O professor deve, assim, em vez de planejar suas aulas quase que unicamente baseado no livro didático, recorrer ao mundo próximo e circundante dos alunos. O livro, além de descontextualizado e afastado da realidade, mostra-se limitado em termos de ofertar estratégias de aprendizagem que não as associadas à resolução de problemas algébricos. Esse tipo de recurso precisa ser revisto e reduzido em detrimento de outros que possibilitam uma maior aproximação da ciência com as situações vivenciais, atuando na direção de uma formação crítica.

Corroborando o mencionado, destaca-se o registro escrito de um dos grupos, ao ressaltar a importância de envolver situações cotidianas nas aulas de ciências: “[...] *sempre tive curiosidade em saber como a luz é considerada uma onda, pensava em uma onda como a do mar [...], observando as cores que fazem a luz que vemos ser branca consegui entender o que realmente é frequência e como o comprimento de onda é importante para isso*”.

Em termos motivacionais, o estudo trouxe os resultados mais significativos, tanto no que tange à percepção do professor como aos registros dos alunos. Nos relatórios, expressões como “*Foi legal*”; “*Usar a robótica faz a aula ficar mais fácil*”; “*Assim é melhor aprender ciências*”; “*Todas as aulas poderiam ter robótica*”, entre outras falas, apontaram para o uso da robótica como fator de motivação extrínseca para aprender conceitos de Física. A respeito da motivação e sua importância para a aprendizagem, Moraes e Varela (2007, p. 2) mencionam que “a desmotivação interfere negativamente

no processo de ensino-aprendizagem”. Portanto, buscar alternativas para tornar as aulas mais atrativas passa a ser elemento essencial para as atividades desenvolvidas em sala de aula. No caso da motivação extrínseca, a que se refere a atividade desenvolvida nesse estudo, e que é entendida por Ryan e Deci (2000) como a associada à realização de uma atividade para alcançar algum resultado, destaca-se que a utilização de recursos didáticos como a robótica pode favorecer a aprendizagem.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso da robótica educacional no ensino encontra-se em franco desenvolvimento, mostrando-se um campo fértil em termos de pesquisa. Investigadores da área de Educação e Ensino têm defendido que o uso dessa tecnologia, especialmente em termos do ensino de Física, vem mostrando resultados exitosos, apesar de serem em número ainda reduzido (SCHIVANI; BROCKINGTON; PIETROCOLA, 2013).

Dentre as razões pelas quais a utilização permanece limitada a poucos professores está a dificuldade de adquirir kits de empresas especializadas, sobretudo pelos custos elevados, somada ao apego que muitos professores ainda têm com as velhas metodologias de ensino, que os desencorajam a aventurarem-se na inserção das novas tecnologias no seu fazer pedagógico. Outros, entretanto, buscam subsídios para essa inovação, mas, a exemplo do mencionado por Arruda e Laburu (1998) para as atividades expositivas, acabam esbarrando em questões como falta de tempo para preparar suas atividades, turmas numerosas e difíceis de serem trabalhadas, falta de materiais e de espaço físico adequado nas escolas, etc.

Sem dúvida, o abordado neste artigo indica uma via importante para contextualizar o ensino, contudo, sua utilização ainda carece de mais discussões, sobretudo em termos do professor, suas possibilidades e limitações. O uso da robótica como ferramenta didática contribui para proporcionar a interatividade dos alunos, como destacado por Zilli (2004, p. 77), ao mencionar que esse recurso tecnológico se mostra bastante interessante e rico no processo de ensino-aprendizagem, contemplando o desenvolvimento pleno do estudante.

Em termos do kit de robótica AttoBox empregado na atividade, embora utilize hardware e software livre, ele é comercializado pela empresa DUALSYSTEM. Entretanto, os materiais usados para o desenvolvimento da atividade são de baixo custo e de fácil acesso para todas as escolas. Outra opção são os kits básicos com microcontrolador Arduino, que estão a baixo custo no mercado, se comparados a produtos comerciais e proprietários. A importação desses produtos vem se tornando uma alternativa viável para sua utilização nas escolas, visto que a robótica livre busca desenvolver conhecimento não proprietário e promover sua disseminação entre seus usuários; sem contar que podem ser utilizados componentes de sucata eletrônica para auxiliar no desenvolvimento dos projetos.

A aplicação desse tipo de atividade torna o aprendizado mais motivador, pois o aluno realiza experimentos interativos, que se mexem, produzem sons e reagem ao meio em que estão. Isso contrasta com a metodologia utilizada para o uso do computador, na qual o estudante apenas vê mensagens na tela do equipamento, muitas vezes, sem aplicabilidade nem sentido.

Para finalizar, menciona-se que o presente trabalho tratou de relatar e discutir a aplicação de uma atividade envolvendo o uso de um dispositivo robotizado para o estudo das cores da luz e ilustrando uma possibilidade para tornar o ensino de Física mais atrativo para os estudantes. Com base na fala dos sujeitos, pôde-se perceber o envolvimento e o quão significativas são as atividades robotizadas para a aprendizagem. Espera-se que novas atividades e situações didáticas sejam elaboradas, oferecendo subsídio à ação docente do professor de Ciências e Física.

4. REFERÊNCIAS

ARDUINO. *Arduino*. Disponível em <<http://arduino.cc>>. Acesso em 29 jun. 2014.

ARRUDA, Sérgio de Mello; LABURÚ, Carlos Eduardo. Considerações sobre a Função do Experimento no Ensino de Ciências. In: NARDI, Roberto. (ORG). *Questões Atuais no Ensino de Ciências*. São Paulo: Escrituras Editora, 1998. p. 53-60.

BARBERO, A; DEMO, B.; VASCHETTO, F. A contribution to the discussion on informatics and robotics in secondary schools. 2012. Disponível em: <http://www.innoc.at/fileadmin/user_upload/_temp_/RiE/Proceedings/71.pdf>. Acesso em: 10 jul. 2014.

BEZERRA JR., Arandi Giname et al. Tecnologias livres e Ensino de Física: uma experiência na UTFP. In: XVIII SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 2009, 17, Vitória – ES. *Anais do*, UFES, 2009.

CHAVES, Alaor; SHELLARD, Ronald Cintra. *Física para o Brasil: pensando o futuro*. São Paulo: Sociedade Brasileira de Física, 2005.

CITILAB. *Project Scratch: Scratch for Arduíno (S4A)*. Disponível em <http://seaside.citilab.eu/scratch?_s=0taALcOlKGKS3BcQ&_k=C5VhZQT5TKt8Dveq>. Acesso em 20 ago. 2014.

GADELHA, M. U. M. A Psicodinâmica das cores aplicada na publicidade e comunicação visual. Monografia (Metodologias Inovadoras Aplicadas à Educação) – Faculdade Internacional de Curitiba, Piauí, 2007.

HEWITT, Paul G. *Física Conceitual*. 9 ed. Porto Alegre: Bookman, 2002.

MORAES, Carolina Roberta; VARELA, Simone. Motivação do aluno durante o processo de ensino aprendizagem. *Revista Eletrônica de Educação*. v, 1, n.1, p. 1- 7, 2007.

PAPERT, Seymour. *A máquina das crianças: repensando a escola na era da informática*. Porto Alegre: Artes Médicas, 1994.

SCHIVANI, Milton; BROCKINGTON, Guilherme; PIETROCOLA, Maurício. Aplicações da robótica no ensino de Física: análise de atividades numa perspectiva praxeológica. *Revista de Educacion de las Ciencias*, v. 14, p. 32-36, 2013.

SCHONS, Claudine; PRIMAZ, Érica; WIRTH, Grazieli de Andrade Pozo. Introdução a Robótica Educativa na Instituição Escolar para alunos do Ensino Fundamental da disciplina de Língua Espanhola através das Novas Tecnologias de Aprendizagem. In: I WORKSHOP DE COMPUTAÇÃO DA REGIÃO SUL, 2004, 1, Florianópolis, *Anais de ...*, UNISUL, 2004.

ROSA, Cleci T. Werner da; ROSA, Álvaro Becker da. Ensino de física: objetivos e imposições no ensino médio. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, Espanha, v. 4, n. 1, p. 1-18, 2005.

ROSA, Cleci T. Werner da. *A metacognição e as atividades experimentais no ensino de Física*. 2011. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica). Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2011.

RYAN, Richard M.; DECI, Edward L. Intrinsic and extrinsic motivations: classic definitions and new directions. *Contemporary Educational Psychology*, n. 25, p.54-67, 2000.

ZILLI, Silvana do Rocio. *A Robótica Educacional no Ensino Fundamental: Perspectivas e Prática*. 2004. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. Universidade Federal de Santa Catarina, 2004.