



## ARDUINO: APOIO NA APRENDIZAGEM DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA

Silvio Cesar Viegas<sup>1</sup>

Renato P. dos Santos<sup>2</sup>

### Educação Matemática, Tecnologias Informáticas e Educação à Distância

**Resumo:** A educação profissional procura atender às necessidades das indústrias e dos trabalhadores quanto à formação profissional, apta a desempenhar o seu dever, realizando projetos e manutenções de máquinas, dispositivos e sistemas automatizados. A utilização de Sistemas Embarcados programáveis pode ser uma ferramenta a colaborar no processo do aprendizado de matemática e ciências, enquanto recurso didático tecnológico, como já vem ocorrendo em várias áreas. Neste trabalho, analisa-se um teste de utilização do sistema embarcado Arduino, de maneira pedagógica, como apoio a um curso de formação tecnológica. Devido à experiência do pesquisador em programação, especificamente em software de engenharia, decidiu-se pela construção de projetos com o Arduino que permitissem a prática, desenvolvimento de conhecimentos de programação que facilitassem o conhecimento matemático e melhorassem a motivação dos alunos.

**Palavras Chaves:** Arduino. Ensino de Matemática. Ensino de Ciências. Sistemas embarcados. Programação de computadores.

### INTRODUÇÃO

A Educação Profissional Tecnológica, conforme sugere Pereira (2003), apresenta grandes transformações que podem ser constatadas nas atividades de prospecção das demandas e de estruturação da oferta formativa que atenda às demandas do mercado de trabalho. É necessário, nesse caso, conforme sugere esse autor, refletir quanto à prática pedagógica relacionada aos aprendizes, jovens e adultos que buscam atuar como profissionais ligados às tecnologias da Informação e Comunicação (TIC), eletrônica e mecânica.

Não se espera que estes novos profissionais apresentem todas as habilidades desenvolvidas e com total perícia no conhecimento destas tecnologias, mas num nível que satisfaça suas necessidades profissionais e as necessidades básicas estabelecidas no mercado e que permita buscar os conhecimentos necessários de forma autônoma, conforme Papert (1988, p. 9).

---

<sup>1</sup> Mestre em Ensino de Ciências e Matemática. Faculdades QI e Universidade Luterana do Brasil – ULBRA. scviegas@gmail.com

<sup>2</sup> Doutor em Física. Universidade Luterana do Brasil – ULBRA. renatopsantos@ulbra.edu.br

Agradeço a CAPES o apoio a esta pesquisa

Neste contexto, computadores, multimídia, ambientes virtuais e sistemas embarcados educacionais (SE) são apenas alguns dos recursos didáticos tecnológicos que podem ser utilizados, segundo Fonte (2005, p. 191). Justifica-se, assim, conforme sugere o autor deste trabalho, o acréscimo do SE, através do Kit Arduino<sup>3</sup>, em nossas práticas educacionais.

A concepção deste trabalho pode ser entendida a partir de Drucker (2001, p. 21): “a tecnologia será importante, mas, principalmente, porque irá nos forçar a fazer coisas novas e não porque irá permitir que façamos melhor as coisas velhas.”

Papert, em sua proposta construcionista, apresenta uma epistemologia onde o aprendiz é estimulado a “entrar em contato com algumas das mais profundas ideias em ciências, matemática e criação de modelos” (PAPERT, 1985, p. 18), através do uso da tecnologia como ferramenta, por defender que ela viabilizaria muitas experiências, bem como seduziria os jovens aprendizes, contribuindo, desta forma, para potencializar ainda mais o gosto pela pesquisa e pelo estudo.

O trabalho aqui desenvolvido utiliza os recursos tecnológicos do Arduino, que, enquanto recurso didático, poderá facilitar o desenvolvimento do raciocínio lógico e melhorar o desempenho com operações matemáticas e conceitos de ciências, aplicadas em um Curso de Análise e Desenvolvimento de Sistemas, no contexto da Organização de Computadores.

A utilização do Arduino poderá aumentar a habilidade dos alunos em solucionar problemas contextualizados no seu dia a dia profissional, utilizando a lógica matemática para, conforme destaca Viegas (2016), desenvolver algoritmos e as equações matemáticas necessárias para a solução da situação proposta, fazendo com que o aluno incorpore novos conhecimentos ao seu arsenal, conforme destaca Papert: Qualquer coisa é simples se a pessoa consegue incorporá-la ao arsenal de modelos; caso contrário tudo pode ser extremamente difícil. (PAPERT, 1988, p. 13).

A seguir, apresentam-se a problematização e objetivos, sua relação com o Construcionismo e com as possibilidades de utilização do Arduino nas aulas de ciências e matemática no contexto geral.

---

<sup>3</sup> Arduino é um exemplo dessas plataformas para prototipagem de artefatos eletrônicos. Destaca-se pelo baixo custo, pode ser programado nas linguagens Arduino e Processing, que são softwares livres com raízes no Logo e nas ideias de controlar dispositivos robóticos, para controlar LEDs, teclado, display LCD, formando assim um conjunto de hardware e software adequado para o desenvolvimento de protótipos de novos tipos de objetos entre eles as calculadoras. (BANZI, 2011; ARDUINO, 2013)

## **PROBLEMATIZAÇÃO E OBJETIVOS**

Esse artigo exemplificará como e onde o Arduino pode auxiliar o professor nas suas práticas pedagógicas, servindo como apoio de maneira consistente para o entendimento da lógica matemática, conceitos de ciências e matemática, tornando assim o ensino de ciências e de matemática mais significativo.

Conforme destaca Viegas (2016), por meio do Arduino, os alunos foram instigados, incentivados a procurar e entender como a matemática está diretamente envolvida com o desenvolvimento, seja ele para sistemas eletrônicos, robôs, jogos, aplicações comerciais, automação residencial, entre outros. Segundo Papert (1988, p. 59), isso contribuiria diretamente para o desenvolvimento cognitivo, autônomo, crítico e consciente dos alunos. Assim, o professor, conforme Papert (1988, p. 59), poderá adaptar a maneira de construir o conhecimento com os alunos, por meio de métodos e soluções mais específicas com a utilização da programação. Pretendeu-se, neste trabalho, analisar a aplicação dos recursos do Arduino, em um Curso de educação profissional e tecnológica como base de estudo dos fundamentos de matemática. Os resultados desta investigação possibilitaram analisar a redução da evasão escolar e dos cancelamentos, a melhoria geral no desempenho dos estudantes, além de um aumento da motivação dos alunos às práticas de sala de aula.

## **DESENVOLVIMENTO**

A educação tecnológica, conforme CNI (2014), assume valor estratégico para o desenvolvimento nacional resultante das transformações ao longo das últimas décadas na intensificação e diversificação das atividades de ensino visando a atender os mais diferenciados públicos nas modalidades: presencial, semipresencial e a distância. Hoje, de acordo com os dados obtidos através da CNI (2014), a média de 15 mil alunos dos primeiros anos do SENAI, transformou-se em cerca de 2,3 milhões de matrículas anuais, totalizando aproximadamente 52,6 milhões de matrículas desde 1942 até 2010.

Os maiores desafios e oportunidades do século 21, destaca Viegas (2016), centram-se nas escolas, pois elas precisam concentrar esforços para ajudar os alunos

a tornarem-se motivados a fim de desenvolver suas capacidades técnicas necessárias à sua formação profissional na escola.

Conforme sugere James (1998), é importante envolver o interesse do aluno, pois o interesse é uma força diretiva, capaz de explicar escolha de uma área em que eles lutam por altos níveis de desempenho e melhores oportunidades no mercado de trabalho. Sobre o interesse e a curiosidade, Menestrina e Bazzo destacam:

“A curiosidade traz inquietude à mente mesmo quando se está em total segurança e conforto. Ela é, ainda, um mecanismo catalisador do aprendizado. Quando há o interesse por descobrir a resposta para um mistério, todos os sentidos são aguçados para que se encurte o caminho da descoberta. Mais do que isso, quando há uma pergunta para ser respondida e quando se faz algum esforço para tal, cada detalhe do processo de investigação, de raciocínio e do conteúdo da resposta é memorizado”. (MENESTRINA; BAZZO, 2007)

Embasado no Construcionismo, ao utilizar os recursos das TIC, o aluno poderá construir seu conhecimento segundo seus próprios interesses. Nesse sentido, novos livros sobre o tema aparecem com frequência e pesquisas são realizadas e disseminadas rapidamente. As instituições de ensino superior também estão começando a prestar assistência aos estudantes, especialmente os novos, no desenvolvimento das suas habilidades profissionais, tais como gestão do tempo.

O Construcionismo teve sua origem nos anos 60, ultrapassa os limites de uma proposta de aprendizagem, é uma estratégia filosófica educacional que Papert compartilha com a ideia construtivista, onde o desenvolvimento da cognição é um processo ativo, onde as estruturas mentais são construídas e reconstruídas, no qual o conhecimento não pode ser simplesmente um processo de transmissão do professor para o aprendiz, ele necessita do total envolvimento do aprendiz neste processo. Papert destaca:

O Construcionismo, minha reconstrução pessoal do Construtivismo, apresenta como principal característica o fato que examina mais de perto do que os outros ismos educacionais a ideia da construção mental. Ele atribui especial importância ao papel das construções no mundo como um apoio para o que ocorreu na cabeça, tornando-se, desse modo, menos uma doutrina puramente mentalista. Também leva mais a sério a ideia de construir na cabeça reconhecendo mais de um tipo de construção (algumas delas tão afastadas de construções simples como cultivar um jardim) e formulando perguntas a respeito dos métodos e materiais usados (PAPERT, 2008, p. 137).

Assim, o termo construcionismo, proposto por Papert (1985, p. 2), surgiu a partir do incentivo dado a aprendizes, para que pudessem tomar suas próprias decisões,

durante o processo de aprendizagem de construção de artefatos com o apoio das tecnologias.

Para Papert,

Embora a tecnologia desempenhe um papel essencial na realização de minha visão sobre o futuro da educação, meu foco central não é a máquina, mas a mente e, particularmente, a forma em que movimentos intelectuais e culturais se auto definem e crescem (PAPERT, 2008, p. 23).

Embora Papert (1985, p. 209) destaque a importância atribuída ao aprendizado por descoberta, também reconhece a necessidade de um professor identificar limites de aprendizagem. Papert talvez tenha subestimado a dificuldade de projetar tais fronteiras, especialmente identificando onde os limites são para uma criança em particular em um domínio particular, mas certamente reconheceu a necessidade de orientação, tanto no próprio micromundo como na assistência do professor a uma criança que o usa. Como Papert escreve, "... A construção de uma rede de micromundos fornece uma visão do planejamento educacional que é, em aspectos importantes, opostos ao conceito de currículo". (PAPERT, 1980, p. 209).

Isso não significa, conforme a reflexão de Papert que nenhum ensino é necessário ou que não há objetivos comportamentais. Mas a relação do professor com o aluno é muito diferente: o professor introduz o aprendiz no micromundo no qual as descobertas serão feitas e não a descoberta por si só. (PAPERT, 1980, p. 209).

Conforme destacam Nunes e dos Santos (2013), Papert elaborou cinco dimensões que formam a base do Construcionismo e que devem servir de suporte para criação de ambientes de aprendizagem baseados no Construcionismo (PAPERT, 1986, p. 14):

- **Dimensão pragmática:** refere-se à sensação que o aprendiz tem de estar aprendendo algo que pode ser utilizado de imediato, e não em um futuro distante. O despertar para o desenvolvimento de algo útil coloca o aprendiz em contato com novos conceitos.
- **Dimensão sintônica:** ao contrário do aprendizado dissociado, normalmente praticado em salas de aula tradicionais, a construção de projetos contextualizados e em sintonia com o que o aprendiz considera importante, fortalece a relação aprendiz-projeto, aumentando as chances de que o conceito trabalhado seja realmente aprendido.

- **Dimensão sintática:** diz respeito à possibilidade de o aprendiz facilmente acessar os elementos básicos que compõem o ambiente de aprendizagem, e progredir na manipulação destes elementos de acordo com a sua necessidade e desenvolvimento cognitivo.
- **Dimensão semântica:** refere-se à importância de o aprendiz manipular elementos que carregam significados que fazem sentido para ele, em vez de formalismos e símbolos. Deste modo, através da manipulação e construção, os aprendizes possam ir descobrindo novos conceitos.
- **Dimensão social:** aborda a relação da atividade com as relações pessoais e com a cultura do ambiente no qual se encontra. O ideal é criar ambientes de aprendizagem que utilizem materiais valorizados culturalmente.

A abordagem construcionista, conforme Papert (1986, p.14) apresenta, permitiria aos aprendizes terem um feedback imediato, onde eles têm a oportunidade de comparar suas ideias iniciais com o resultado obtido no desenvolvimento do projeto; analisar e refletir sobre seus acertos e erros; levantar hipóteses; fazer novas tentativas, verificar seus conceitos e ideias e, assim construir novos conceitos.

O computador parece ser o meio mais apropriado para se atingir essa ideia, já que permite à criança a liberdade de descobrir novas realidades e, nos dias de hoje, permite uma ligação com o resto do mundo como nunca antes foi possível. No fundo, temos em nossas mãos a capacidade de conhecer novas culturas, novas maneiras de pensar e essa interação permite-nos alargar os nossos próprios horizontes, não ficando presos às ideias “preconcebidas” dos nossos antepassados.

A utilização das TIC e da programação com o apoio da ferramenta Arduino pode “envolver o aluno em atividades participativas, que estimulem seu raciocínio, em consonância com uma prática formativa e não meramente armazenadora de informações” (ORO, 2015, p.105).

O Arduino é uma placa eletrônica de prototipagem com microcontrolador utilizada para criar projetos variados de forma independente. O Arduino é um conjunto de hardware e software livre, ou seja, pode ser reproduzido e alterado sem problemas, a única observação que deve ser feita é que o nome Arduino é patenteado.

Para desenvolver os códigos, é preciso fazer download do IDE (*Integrated Development Environment*, ou Ambiente de Desenvolvimento Integrado) do Arduino,

ou seja, o software que auxilia a escrita dos códigos. Em suma, o Arduino é um “pequeno” computador capaz de processar entradas e saídas através da própria porta serial do computador onde o arduino está sendo programado ou através de sensores, atuadores conectados a placa de forma externa com o auxílio de uma placa de expansão (*breadboard*).

A maior vantagem do Arduino sobre outras plataformas de desenvolvimento de microcontroladores é a facilidade de sua utilização; pessoas que não são da área técnica podem, rapidamente, aprender o básico e criar seus próprios projetos em um intervalo de tempo relativamente curto. (McROBERTS, 2011, pág. 3)

Cabral sugere uma melhoria no desempenho do trabalho em grupo e tomada de decisões:

Desenvolver a capacidade de pensar múltiplas alternativas para a solução de um problema; Desenvolver habilidades e competências ligadas à lógica, noção espacial, pensamento matemático, trabalho em grupo, organização e planejamento de projetos envolvendo robôs; promover a interdisciplinaridade, favorecendo a integração de conceitos de diversas áreas, tais como: linguagem, matemática, física, ciências, história, geografia, artes, etc. (CABRAL, 2010, p. 33).

Conforme Papert, através do uso de sensores, motores, programação, podemos desenvolver o aprendizado através da máquina:

As crianças amam construir coisas, então escolhemos um conjunto de construção e a ele acrescentamos o que quer que seja necessário para torná-lo um modelo cibernético. Elas deveriam ser capazes de construir uma tartaruga com modelos e sensores e ter uma forma de escrever programas em Logo para guiá-las; ou, se desejassem, fazer um dragão, um caminhão ou uma cama-despertadora, deveriam ter essa opção também. Elas seriam limitadas apenas por sua imaginação e habilidades técnicas. (PAPERT, 2008, p. 184).

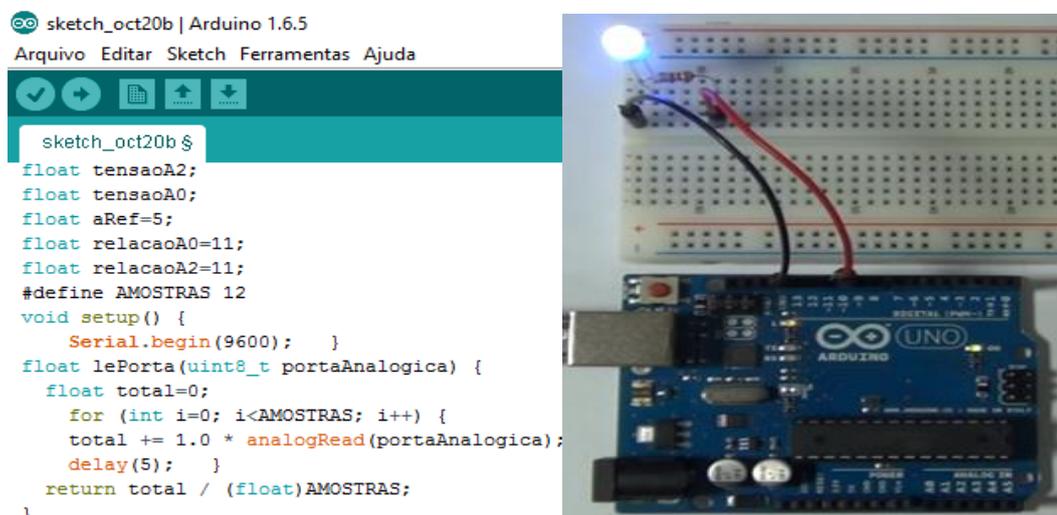
A pesquisa em robótica móvel, conforme apresentada por Matsumata (2014, p. 5), tem sido impulsionada pelo avanço tecnológico. Existem frentes de pesquisas que abordam diferentes aspectos e desafios da robótica móvel, dentre as quais estão tópicos como a locomoção, navegação e arquiteturas de controle. Esse crescimento em pesquisas também acarreta uma maior necessidade por bases móveis, em outras palavras, por plataformas de robôs móveis de propósitos gerais, destinadas à pesquisa e, também, para fins educacionais. Oferece maior liberdade em relação às

linguagens de programação, paradigmas de controle e ambientes de desenvolvimento de seu software de controle, se estendendo aos dispositivos tecnológicos de controle.

Conforme Cury (2014), o aluno poderá vivenciar, ou pelo menos ter contato visual, com a tecnologia que permite a aproximação do que é abstrato, calculado, exato, com luzes piscando, cores, ações que podem acontecer ou sofrer através da interação do aluno com o equipamento denominado Arduino.

Esta proposta centra na aplicação do Arduino para resolver operações matemáticas, através da montagem de sistemas. Destacamos abaixo um dos sistemas montados: Leituras de tensão elétrica e corrente elétrica que são comparadas aos cálculos realizados. Nesta atividade, além da execução dos cálculos, também é necessário o desenvolvimento de software, montagem de um circuito, onde o aluno precisa observar como escrever o código e como elaborar a expressão matemática que através das leituras dos sensores calcula o resultado das operações, podemos observar o ambiente de desenvolvimento e um protótipo na figura 1, a expressão na figura 2, o cálculo realizado na tabela 1 e o esquema elétrico do circuito resultante com os pontos de medição:

**Figura 1: Desenvolvimento de operações matemáticas com ambiente SE Arduino: O Protótipo e o Código Fonte**



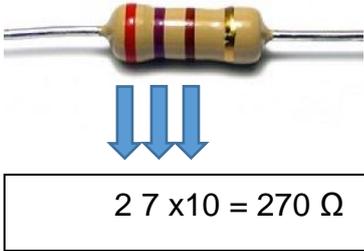
Fonte: Dados da pesquisa

**Figura 2: Expressão a ser utilizada**

$$V_{out} = \frac{V_{in} \times R_2}{R_1 + R_2}$$

Fonte: Dados da pesquisa

**Tabela 1: Cálculo do Circuito Definindo os resistores limitadores**

$R_{lim} = \frac{V_{fonte} - V_{led}}{I_{limled}}$ <p>Onde:  <math>R_{lim}</math> → Resistor limitador do led  <math>V_{fonte}</math> → Tensão de alimentação da bateria (9V)  <math>V_{led}</math> → Tensão do led, no caso do led vermelho (1,5V)  <math>I_{limled}</math> → Corrente limite do led (normalmente 20mA)</p>	<p>Conversão de unidades de resistência</p> <p><math>\Omega</math> para K <math>\Omega</math> = <math>\Omega/1000</math></p> <p><math>\Omega</math> para M <math>\Omega</math> = <math>\Omega/1000000</math></p>	
--	--	--

Fonte: Dados da pesquisa

## METODOLOGIA E RESULTADOS

A pesquisa está dividida em duas fases: uma pesquisa bibliográfica (para a qual, foram consultados livros, sites, artigos científicos, anais de congresso e revistas especializadas entre outros que tratam do assunto), e o desenvolvimento de sistemas com o Arduino, durante o segundo semestre do ano de 2015, onde foram realizadas pesquisas a fim de se desenvolver o conhecimento e a construção dos protótipos, de acordo com o curso de educação profissional e tecnológica. É importante salientar que, para realizar esta aplicação, a formação do pesquisador em TIC e eletrônica, a experiência profissional no curso pesquisado, e formações adicionais em Arduino, além da experiência de vida, foram fatores fundamentais neste desenvolvimento.

O experimento foi testado com alunos dos Cursos Técnicos em Automação e Mecatrônica, onde 64 alunos, que pertenciam ao primeiro semestre deste curso, foram divididos em dois grupos: 32 fizeram parte do grupo controle e outros 32 fizeram parte do grupo experimental. Estes alunos, do grupo experimental, tiveram acesso ao

Arduino, explorando, assim, as funcionalidades, conheceram sensores, componentes e o ambiente de programação, tudo através da mediação do professor.

A busca deste conhecimento foi realizada pelos alunos, os quais podemos observar trabalhando em grupo na figura 3. A experiência foi rica em descobertas e de troca de experiências. O grupo controle, conforme podemos ver na figura 4, composto por alunos, também estudantes do primeiro semestre dos mesmos cursos, não tiveram acesso à tecnologia, participando da aprendizagem tradicional.

**Figura 4: O grupo Experimental**



Fonte: Dados da pesquisa

**Figura 4: O grupo Controle**



Fonte: Dados da pesquisa

Em todas estas etapas, os alunos do grupo experimental conseguiram desenvolver sua atividade; já o grupo controle, na maioria dos casos, não conseguiu resolver os problemas que envolviam cálculos matemáticos.

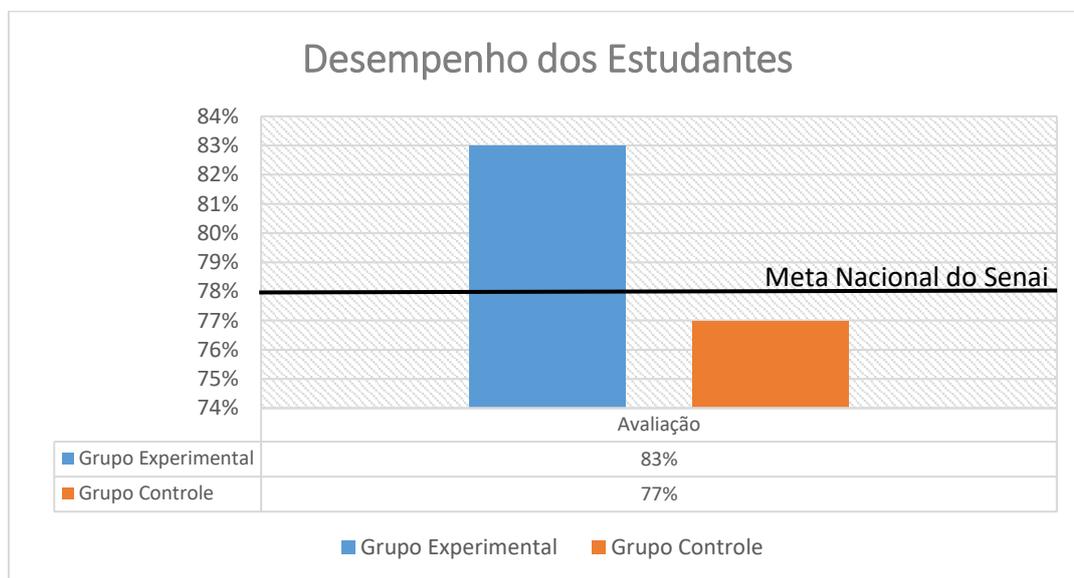
**Gráfico 1: Apresentação visual do índice de evasão e cancelamento**



Fonte: Dados da pesquisa

A não identificação com o Curso no grupo controle teve um índice de 19% dos 32 alunos, o grupo experimental, em comparação, teve a redução desse índice para 0%. A avaliação ao final do período é apresentada abaixo pelo Gráfico 2.

**Gráfico2: Resultado da avaliação**



Fonte: Dados da pesquisa

Os dados da etapa de avaliação, conforme podemos observar no gráfico 2, apresentam a avaliação dos grupos. A média dos alunos do grupo experimental ficou em 83% para os 32 alunos, enquanto o grupo controle obteve uma avaliação de 77%.

Apesar disso, os dois grupos apresentaram desempenho superior às metas estabelecidas pela Instituição a nível regional (Rio Grande do Sul), que era de 75%, mas, a nível nacional apenas o grupo experimental, não só atingiu como superou a meta nacional; é importante destacar a diferença de desempenho a favor do grupo experimental, de 6% em relação ao grupo controle, e este desempenho ultrapassar em 5% a meta nacional.

Nos feedbacks realizados com os estudantes do grupo experimental, foram obtidas as seguintes impressões sobre a utilização do Arduino em suas atividades, durante a aprendizagem dos conhecimentos relativos à disciplina, com comentários “... o uso ambiente... auxilia no meu aprendizado” “foi bacana, mas requer dedicação e esforço...”, “consegui ver na prática os conceitos da disciplina”, “Agora estou entendendo o conteúdo e suas aplicações futuras”, “Gostaria de ter este tipo de atividade em todo o curso” e “foi show”.

Com estes dados, observa-se que se teve um resultado positivo em relação à aplicação do Arduino nas turmas do grupo experimental. Percebeu-se um grande interesse dos alunos, quando explicaram seus experimentos, discutiram estratégias para resolução de problemas relacionados a seu projeto, como se pode observar nos comentários durante as reuniões de feedback, pois é notável o desenvolvimento da autonomia e a busca do conhecimento.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A qualificação profissional exerce importante papel de garantia de manutenção do trabalho e descreve que “por empregabilidade entende-se a responsabilização do trabalhador pela obtenção e manutenção do seu emprego, por meio de um processo contínuo de formação e aperfeiçoamento”.

Nota-se que os resultados obtidos pelos alunos do grupo experimental, com uma avaliação significativa, a redução da evasão escolar - no que tange à não identificação com o Curso - demonstram a eficácia do programa. Os alunos do grupo experimental evidenciaram o desenvolvimento dos conhecimentos relacionados aos fundamentos de matemática, conforme foi possível observar nas avaliações. Para Oro (2015, p. 105-106), usamos muitos tipos de tecnologias para aprender e saber mais e precisamos da educação para aprender e saber mais sobre as tecnologias.

Esses resultados, as reduções de evasão escolar, são alguns dos demonstrativos de que é possível “aprender fazendo”, considerar esse “aprender” como um processo, flexibilizá-lo com recursos/programas/projetos que garantam um educar com qualidade. O uso adequado do Arduino possibilita, portanto, construções adequadas de aprender e apresenta-se como um dos caminhos possíveis para reparar/melhorar a educação. Os resultados também foram positivos para a instituição de ensino que definiu aplicá-lo em todos os cursos técnicos.

## REFERÊNCIAS

CABRAL, C. **Robótica Educacional e Resolução de Problemas**: uma abordagem microgenética da construção do conhecimento. Porto Alegre: Artes Médicas, 2010.

CNI. **Relatório da Educação Profissional**. Brasília: CNI, 2014. Disponível em: <<http://www.cni.org.br>>. Acesso em: 22 de set. 2016.

CURY, T. E. **Porque a placa eletrônica Arduino deve ser inserida no contexto Escolar das aulas de Matemática**. Porto Alegre: IERGS/UNIASSELVI, 2014. Disponível em: <<http://www.thiagocury.eti.br/arquivos/artigo-arduinoxmatematicav1.8.pdf>>. Acesso em 12 jul. 2016.

FONTE, M. B. G. **Tecnologia na escola e formação de gestores**. São Paulo: PUCSP, 2005.

JAMES, W. Capturing and Directing the Motivation to Learn. Speaking of Teaching. **Stanford University Newsletter on Teaching**, v. 10, n. 1, Fall 1998. Disponível em: <<http://www-ctl.stanford.edu>>. Acesso em: 12 jul. 2016.

MATSUMATA, T. **Desenvolvimento de uma plataforma aberta de robô móvel para propósitos gerais**. Dissertação (Mestrado) – UNESP, São José do Rio Preto, 2014.

McROBERTS, M. **Arduino básico**. Tradução de Rafael Zanolli. Editora Novatec, 2011.

MENESTRINA, T. C.; BAZZO, W. A. Ciência, tecnologia e sociedade e formação do engenheiro: análise da legislação vigente. In: XXXV COBENGE - CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA, 2007, Curitiba. **Anais...** . Curitiba: ABENGE/UNICENP, 2007.

NUNES, S. C.; dos SANTOS, R. P. O Construcionismo de Papert na criação de um objeto de aprendizagem e sua avaliação segundo a taxionomia de Bloom. In: IX ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS – IX ENPEC, Águas de Lindóia - SP, 10 a 14 de Novembro de 2013. **Anais...** . Águas de Lindóia, 2013. p. 1-8. Disponível em:

<<http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/ixenpec/atas/resumos/R1200-1.pdf>>. Acesso em: 18 dez. 2016.

ORO, N. T. A olimpíada de programação de computadores para estudantes do ensino fundamental: a interdisciplinaridade por meio do software Scratch. In: WORKSHOP DE INFORMÁTICA NA ESCOLA, 21, 2015. **Anais...** . Maceió: SBC, 2015. p. 102-111.

PAPERT, S. **Logo: computadores e educação**. São Paulo: Editora Brasiliense, 1985.

\_\_\_\_\_, S. **Constructionism: a new opportunity for elementary science education**. Massachusetts Institute of Technology, The Epistemology and Learning Group. Virginia: The National Science Foundation. 1986. 50p.

\_\_\_\_\_, S. **A máquina das crianças: repensando a escola na era da informática**. Porto Alegre: Artes Médicas, 2008.

PEREIRA, L. A. C. **A Rede Federal de Educação Profissional e o desenvolvimento local**. Dissertação (Mestrado em Educação) Rio de Janeiro: Universidade Candido Mendes, 2003.

VIEGAS, S. C. O Uso Do Sistema Embarcado Arduino Como Apoio Na Resolução De Problemas Matemáticos Em Um Curso De Mestrado Em Mecnica, In: XX EBRAPEM - Encontro Brasileiro de Estudantes de Pós-Graduação em Educação Matemática, 2016, Curitiba. **Anais...** . Curitiba: UTFPR, 2016.