



Proposta de *Serious Games* aplicado ao ensino de eletricidade básica: O Jogo Genius a partir da Plataforma Arduíno*

Proposal of Serious Games applied to basic electricity teaching: the Genius Game from the Arduino Platform

Michelle Melo Cavalcante¹
João Lucas de Souza Silva²
Jamilson Ramalho Dantas³
Esdriane Cabral Viana⁴

Resumo

As aplicações de *Serious Games* com foco na educação estão se tornando recorrentes e abrem caminho para diversas vantagens dentro da sociedade e do mundo contemporâneo. Uma preocupação evidente é com a disciplina de física, em que a eletricidade é uma das áreas que possuem mais estudos referentes à dificuldade de aprendizagem devido à abstração do conteúdo. Portanto, o objetivo do presente artigo é descrever o desenvolvimento de uma metodologia que auxilie no ensino-aprendizagem de conteúdos de eletricidade básica de modo lúdico e educativo para os discentes. Para isso, foi desenvolvido o jogo da memória conhecido por Jogo Genius utilizando a Plataforma Arduíno. Com o jogo, os discentes foram incentivados a aprender de dois modos: o primeiro consistiu no interesse dos próprios estudantes instigados pela curiosidade provida por parte da Plataforma Arduíno e, posteriormente, pelo interesse oriundo do jogo. Além disso, foi possível auxiliar na didática do docente. As aulas tornaram-se mais práticas e mais voltadas à realidade. Os discentes puderam conhecer componentes eletrônicos e entender como esses funcionam.

Palavras-chave: *Serious Games*. Jogo Genius. Plataforma Arduíno. Ensino. Eletricidade Básica.

*Submetido em 02/08/2015 – Aceito em 06/10/2015

¹Graduanda em Engenharia Elétrica pelo Instituto Federal da Bahia (IFBA), Brasil – michellemelo.c@ifba.edu.br

²Graduando em Engenharia Elétrica pelo Instituto Federal da Bahia (IFBA), Brasil – jlucas.silva@ifba.edu.br

³Doutorando em Ciência da Computação pelo Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Brasil – jrd@cin.ufpe.br

⁴Mestre em Matemática pela Universidade Federal da Bahia (UFBA), Brasil – esdriane@ifba.edu.br

Abstract

Applications of Serious Games with focus on education is becoming recurrent and paves the way for several advantages in society and the modern world. An obvious concern is in Physics, in which electricity is one of the areas that have more studies due to the learning difficulties caused by the abstraction of content. Therefore, the aim of this article is to describe the development of a methodology to assist in the teaching-learning contents of basic electricity through a playful and interactive way for students. For this, we developed the memory game known as game Genius using the Arduino platform. With the game, we were able to encourage students to learn in two ways: The first was by the interests of the students themselves instigated by curiosity provided by the Arduino platform and the second one by the interest in the game itself. In addition, it was possible to help the teacher, since classes have become more practical and more focused on reality. The students were able to learn electronic components and understand how they work.

Keywords: Serious Games. Genius Game. Arduino Plataform. Teaching. Basic Eletric-ity.

1 INTRODUÇÃO

A sociedade tem experimentado uma categoria particular de jogos desenvolvida para abordar aspectos que não apenas o de entretenimento. Tais jogos, conhecidos como *serious games*, utilizam a conhecida abordagem da indústria de jogos para tornar simulações mais atraentes e, até mesmo, lúdicas, ao mesmo tempo em que oferecem atividades que favorecem a absorção de conceitos e habilidades psicomotoras. Desse modo, o termo *serious games* passou a ser utilizado para identificar os jogos com um propósito específico, ou seja, que extrapolam a ideia de entretenimento e oferecem outros tipos de experiências, como aquelas voltadas ao aprendizado e ao treinamento (BLACKMAN, 2005).

Com o passar do tempo e com o desenvolvimento tecnológico aliado à abertura das escolas para novas práticas de ensino, os jogos educacionais surgem como um modo de auxiliar alunos e professores no processo de ensino-aprendizado. Sendo assim, um dos objetivos dos jogos educacionais é prover meios para produção e construção do conhecimento pelo aluno (ARANHA, 2006). Para Almeida (2003), só a questão de inserir o uso de ambientes com tecnologia permite a criação de novos espaços sociais e contextos educacionais. Desse modo, o uso de jogos sérios, sendo *software* e/ou *hardware*, permite ao discente ampliar seu aprendizado e aplicá-lo mais facilmente em seu cotidiano.

Um exemplo de objeção ao aprendizado enfrentado por estudantes é citado por Dorneles, Araujo e Veit (2006) onde o mesmo afirma que a eletricidade é uma das áreas que possuem mais estudos referentes à dificuldade de aprendizagem devido à abstração do conteúdo. Esses estudos incluem dificuldades conceituais, concepções alternativas, uso indiscriminado da linguagem e raciocínios errôneos que os alunos costumam apresentar no estudo de circuitos elétricos simples.

No presente trabalho, utilizou-se a ideia de *serious games* para o ensino de eletricidade básica, construindo-se o jogo da memória Genius a partir da Plataforma de prototipagem Arduino. Desse modo, o jogo que já é utilizado como meio de desenvolver o raciocínio, também, foi utilizado para o ensino de uma das áreas da física em que estudantes enfrentam dificuldades de aprendizagem.

Em suma, o trabalho elaborou uma nova metodologia para auxiliar e complementar o ensino-aprendizagem de assuntos relacionados à eletricidade básica, mostrando aos discentes a aparência física, os respectivos símbolos e as funções de alguns componentes elétricos para que estes associassem a disciplina com o seu cotidiano. Para mais, o projeto estimulou o estudante a pensar, a aguçar a sua curiosidade científica e a perceber os benefícios dos jogos sérios para o desenvolvimento e o aprimoramento da sua capacidade de memorização, seu raciocínio, sua concentração e atenção.

A metodologia empregada partiu da criação do jogo pelos membros do presente projeto e, posteriormente, para apresentação do jogo Genius aos discentes e a alguns docentes em

sala de aula, sem necessitar que os mesmos montassem ou programassem algo. Os mesmos consistiam de uma amostra de quarenta alunos do primeiro ano do ensino técnico integrado dos cursos de Eletromecânica e Informática do Instituto Federal da Bahia (IFBA), *campus* de Paulo Afonso, por dois professores da área de exatas e por um professor da área de humanas. Todos os presentes responderam a questionamentos em que avaliavam por meio da escala de concordância Likert (péssimo a excelente) o projeto.

Portanto, para apresentar o trabalho, o artigo foi dividido como segue. A seção 2 apresenta os trabalhos relacionados, a seção 3 retrata conceitos importantes e o desenvolvimento do jogo, a seção 4 mostra os materiais e métodos utilizados para o desenvolvimento do jogo. Por fim, as seções 5 e 6 apresentam os resultados obtidos com o projeto, bem como, sua aplicação educacional e as considerações finais relativas ao projeto, respectivamente.

2 TRABALHOS RELACIONADOS

Existem trabalhos com o intuito de melhorar o ensino-aprendizagem, principalmente, em disciplinas voltadas para programação, robótica e circuitos elétricos por meio da utilização da Plataforma Arduino, como é o caso do Programa de Educação Tutorial da Engenharia Elétrica da UFMT (PET-Elétrica).

Segundo Bridi et al. (2013), o programa PETElétrica da Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT) desenvolve atividades envolvendo a capacitação e multiplicação do conhecimento por meio de minicursos e oficinas utilizando o *hardware* Arduino. Os minicursos são ministrados por alunos capacitados do PETElétrica para os alunos de graduação em Engenharia Elétrica da UFMT com o objetivo de instigar o desejo pelo conhecimento e desenvolver o raciocínio lógico de um modo concreto devido à possibilidade da aplicação do conhecimento adquirido em disciplinas como circuitos elétricos, linguagem e técnicas de programação e eletrônica.

Outro projeto que associa educação com o Arduino ocorreu no Instituto Federal da Bahia e é descrito no trabalho de Silva et al. (2014). A pesquisa utiliza a ferramenta eletrônica PLX-DAQ para a obtenção de dados, sendo esses adquiridos por sensores adjuntos do Arduino e, desse modo, recepcioná-los e armazená-los em planilhas do Excel, possibilitando, assim, o uso de métodos estatísticos para estudo e/ou avaliações de componentes eletrônicos.

No trabalho de Perez et al. (2013), a utilização do Arduino visa os cursos de eletrônica, programação e robótica para alunos do ensino médio da rede estadual de educação. O principal objetivo é capacitar os alunos do ensino médio a projetar e desenvolver pequenos dispositivos robóticos, bem como incentivá-los a ingressar em cursos de engenharia.

Outros trabalhos, como os de Mitamura, Suzuki e Oohori (2012) e Janarthanan (2012), retratam o uso de *Serious Games* em projetos, sendo o primeiro para auxílio no aprendizado de

programação e o segundo, para saúde, ambos por meio de *software*.

O principal diferencial do presente trabalho em relação aos demais surge da utilização do jogo como uma ferramenta para atrair a atenção do aluno e incentivá-lo na busca do conhecimento, além de usar uma nova ferramenta para isso que, neste caso, é a Plataforma Arduino. Desse modo, a relação Arduino mais jogo busca aprimorar/auxiliar a didática do professor e estimula o estudante a compreender o conteúdo ministrado pelo docente.

3 O JOGO GENIUS A PARTIR DA PLATAFORMA ARDUÍNO

O Arduino surgiu em 2005 com o objetivo de criar um dispositivo para controlar projetos e protótipos construídos de um modo mais acessível do que outros sistemas disponíveis no mercado (SILVA et al., 2014). Com o passar do tempo, surgiu a Plataforma Arduino que consiste em uma plataforma *Open source* baseada em *hardware* e *software* para as áreas de automação e robótica. Nela, podem ser adicionados diversos tipos de componentes eletrônicos direcionados e programados para uma determinada atividade (CAVALCANTE et al., 2014).

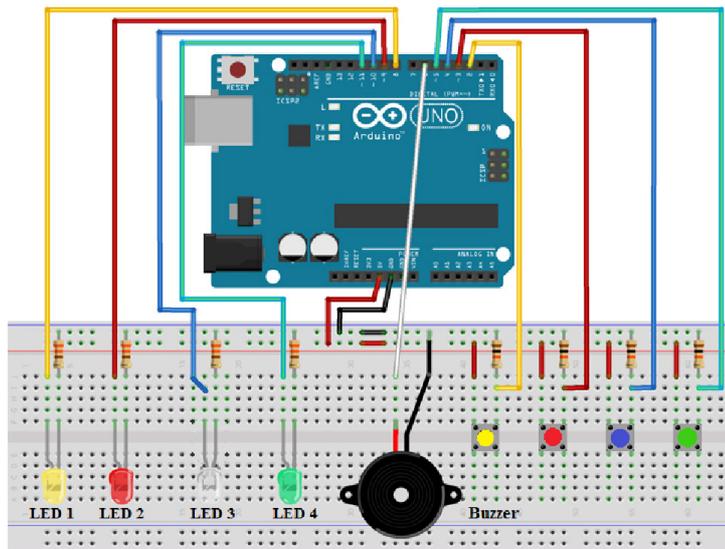
O Jogo Genius, por sua vez, surgiu no Brasil na década de 80 e busca estimular a memorização de cores e sons em uma determinada sequência escolhida, aleatoriamente, pela programação e o estudante deve repeti-la sem errar. Tal jogo foi escolhido por ser simples e de fácil assimilação e entendimento, além do fato dos jogos chamarem a atenção de crianças e adultos. Também, para os conteúdos ministrados, o jogo tinha todos os elementos e componentes elétricos necessários. Deste modo, pode ser dada ênfase aos conteúdos de eletricidade básica, chamando a atenção dos presentes em sala de aula.

3.1 Desenvolvimento do Jogo

O Jogo desenvolvido na Plataforma Arduino é apresentado esquematicamente na Figura 1. O desenho esquemático foi construído no programa Fritzing, que é um *software open source* desenvolvido para a montagem de circuitos elétricos. O mesmo foi montado antes de levado à sala de aula para apresentação.

Pelo esquema da Figura 1, verifica-se a ligação entre o Arduino e os demais componentes elétricos e percebe-se quatro LEDs de cores diferentes, o *buzzer* no meio e quatro botões ligados aos quatro LEDs à esquerda. O *buzzer* emite um alarme sonoro quando quem está jogando erra a sequência de cores, bem como, emite um som para indicar o início da partida ao jogador.

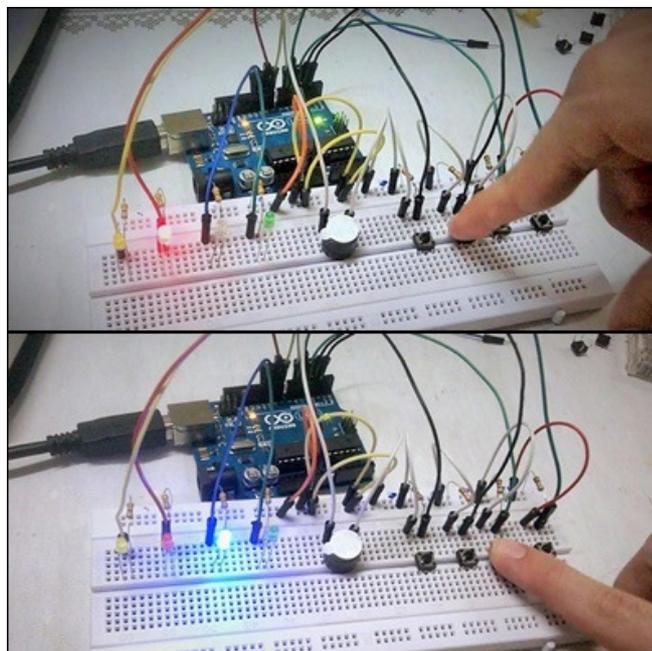
Figura 1 – Esquema do jogo Genius a partir da Plataforma Arduino montado no programa Fritzing



Fonte: Elaborada pelos autores

A Figura 2 apresenta o Jogo Genius desenvolvido a partir da Plataforma Arduino em funcionamento. Os botões que correspondem aos LEDs vermelho e azul são acionados, respectivamente, representando uma fração da sequência aleatória criada pela programação e reproduzida pelo jogador como apresentado a seguir.

Figura 2 – Jogo Genius montado a partir da Plataforma Arduino com os LEDs vermelho e azul sendo acionados



Fonte: Elaborada pelos autores

3.2 Algoritmo

O algoritmo para o funcionamento do Jogo Genius por meio da Plataforma Arduino está disponível na literatura, sendo que o utilizado no atual trabalho tem como base o Jogo Genius desenvolvido pela loja do Laboratório de Garagem e disponível no Guia completo do Garagista (LABORATÓRIO DE GARAGEM, 2014).

A estrutura do programa Arduino é dividida, basicamente, em três partes: a declaração de variáveis, a parte de configuração e a parte onde irão ocorrer as rotinas do código. Com esse conjunto, pode-se programá-lo para uma respectiva atividade, o que torna um elemento simples para o aprendizado de lógica de programação. O algoritmo utilizado é demonstrado logo abaixo.

Algoritmo 1 - Estrutura programa Arduino

```
1 1: //Definir notas para os sons
2 #define NOTE_D4 294
3 #define NOTE_G4 392
4 #define NOTE_A4 440
5 #define NOTE_A5 880
6 2: //Criar sons, indicar sequencia inicial vazia, indicar rodada e indicar
   passo atual dentro da sequencia
7 int tons[4] = { NOTE_A5, NOTE_A4, NOTE_G4, NOTE_D4 };
8 int sequencia[100] = {};
9 int rodada_atual = 0;
10 int passo_atual_na_sequencia = 0;
11 3: //Indicar pino de audio, leds e botoes
12 int pinoAudio = 6;
13 int pinosLeds[4] = { 8, 9, 10, 11 };
14 int pinosBotoes[4] = { 2, 3, 4, 5 };
15 4: //Indicar se foi pressionado o botao durante loop principal e Flag
   indicando se o jogo acabou
16 int botao_pressionado = 0;
17 int perdeu_o_jogo = false;
18 5: Void setup( ) {
19     //Definir o modo dos pinos dos Leds como saida.
20     for (int i = 0; i <= 3; i++) {
21         pinMode(pinosLeds[i], OUTPUT);
22     }
23     // Definir o modo dos pinos dos Botoes como entrada.
24     for (int i = 0; i <= 3; i++) {
25         pinMode(pinosBotoes[i], INPUT);
26     }
27     // Definir o modo do pino de Audio como saida.
28     pinMode(pinoAudio, OUTPUT);
29     // Iniciar o random atraves de uma leitura da porta analogica.
30     randomSeed(analogRead(0));
```

```
31 6: }
32 7: Void loop( ) {
33     // Reinicializar todas as variaveis em caso de derrota
34     if (perdeu_o_jogo) {
35         int sequencia[100] = {};
36         rodada_atual = 0;
37         passo_atual_na_sequencia = 0;
38         perdeu_o_jogo = false;
39     }
40     // Tocar um som de abertura do jogo
41     if (rodada_atual == 0) {
42         tocarSomDeInicio();
43         delay(500);
44     }
45     // Chamar a funcao que inicializa a proxima rodada.
46     proximaRodada();
47     // Reproduzir a sequencia atual
48     reproduzirSequencia();
49     // Aguardar os botoes que serao pressionados pelo jogador
50     aguardarJogador();
51     delay(1000);
52 }
53 // Sortear um novo item e adicionar na sequencia.
54 void proximaRodada() {
55     int numero_sorteado = random(0, 4);
56     sequencia[rodada_atual++] = numero_sorteado;
57 }
58 // Reproduzir a sequencia para ser memorizada.
59 void reproduzirSequencia() {
60     for (int i = 0; i < rodada_atual; i++) {
61         tone(pinoAudio, tons[sequencia[i]]);
62         digitalWrite(pinosLeds[sequencia[i]], HIGH);
63         delay(500);
64         noTone(pinoAudio);
65         digitalWrite(pinosLeds[sequencia[i]], LOW);
66         delay(100);
67     }
68     noTone(pinoAudio);
69 }
70 // Aguardar o jogador iniciar sua jogada.
71 void aguardarJogador() {
72     for (int i = 0; i < rodada_atual; i++) {
73         aguardarJogada();
74         verificarJogada();
75         if (perdeu_o_jogo) {
76             break;
77         }
78         passo_atual_na_sequencia++;
79     }
```

```
80 // Redefinir a variavel para 0.
81 passo_atual_na_sequencia = 0;
82 }
83 void aguardarJogada() {
84     boolean jogada_efetuada = false;
85     while (!jogada_efetuada) {
86         for (int i = 0; i <= 3; i++) {
87             if (digitalRead(pinosBotoes[i]) == HIGH) {
88                 // Identificar o botao pressionado.
89                 botao_pressionado = i;
90                 tone(pinoAudio, tons[i]);
91                 digitalWrite(pinosLeds[i], HIGH);
92                 delay(300);
93                 digitalWrite(pinosLeds[i], LOW);
94                 noTone(pinoAudio);
95                 jogada_efetuada = true;
96             }
97         }
98         delay(10);
99     }
100 }
101 void verificarJogada() {
102     if (sequencia[passo_atual_na_sequencia] != botao_pressionado) {
103         //GAME OVER.
104         for (int i = 0; i <= 3; i++) {
105             tone(pinoAudio, tons[i]);
106             digitalWrite(pinosLeds[i], HIGH);
107             delay(200);
108             digitalWrite(pinosLeds[i], LOW);
109             noTone(pinoAudio);
110         }
111         tone(pinoAudio, tons[3]);
112         for (int i = 0; i <= 3; i++) {
113             digitalWrite(pinosLeds[0], HIGH);
114             digitalWrite(pinosLeds[1], HIGH);
115             digitalWrite(pinosLeds[2], HIGH);
116             digitalWrite(pinosLeds[3], HIGH);
117             delay(100);
118             digitalWrite(pinosLeds[0], LOW);
119             digitalWrite(pinosLeds[1], LOW);
120             digitalWrite(pinosLeds[2], LOW);
121             digitalWrite(pinosLeds[3], LOW);
122             delay(100);
123         }
124         noTone(pinoAudio);
125         perdeu_o_jogo = true;
126     }
127 }
128 void tocarSomDeInicio() {
```

```
129 tone (pinoAudio , tons [0]);
130 digitalWrite (pinosLeds [0], HIGH);
131 digitalWrite (pinosLeds [1], HIGH);
132 digitalWrite (pinosLeds [2], HIGH);
133 digitalWrite (pinosLeds [3], HIGH);
134 delay (500);
135 digitalWrite (pinosLeds [0], LOW);
136 digitalWrite (pinosLeds [1], LOW);
137 digitalWrite (pinosLeds [2], LOW);
138 digitalWrite (pinosLeds [3], LOW);
139 delay (500);
140 noTone (pinoAudio);
141 8: }
```

Fonte: Guia completo do Garagista (Laboratório de Garagem)

4 MATERIAL E MÉTODOS

A metodologia inicial empregada no projeto consistiu em uma pesquisa que usou elementos da bibliografia para abordagem dos dados, partindo de autores como Margolis e Michael (2011) e McRoberts e Michael (2011). Em seguida, o projeto também fez uso de uma pesquisa exploratória, assumindo a forma de um estudo de caso para avaliar os benefícios da inserção do Arduino e dos jogos nas salas de aula.

A pesquisa foi apresentada a uma amostra de quarenta alunos do primeiro ano do ensino técnico integrado dos cursos de Eletromecânica e Informática do IFBA, campus de Paulo Afonso (faixa etária entre 14 e 16 anos), por dois professores da área de exatas e por um professor da área de humanas. Ressalta-se que os mesmos também avaliaram a experiência de acordo com a escala de concordância Likert com 5 pontos, de péssimo a excelente.

Os materiais utilizados estão elencados na Tabela 1 e consistiram, principalmente, em equipamentos eletrônicos como LEDs, *Buzzer* (Emissor de som), chaves táteis, resistores de 330 Ω , jumpers e o Arduino UNO R3 para a montagem do jogo Genius.

Tabela 1 – Materiais para a elaboração do jogo Genius

Quantidade	Materiais
01	Placa Arduino UNO
08	Resistores de 330 Ω
01	<i>Buzzer</i>
01	LED azul
01	LED verde
01	LED amarelo
01	LED vermelho
01	<i>Protoboard</i>
04	Chaves táteis
18	<i>Jumpers</i>

Fonte: Elaborada pelos autores

A análise do projeto foi realizada em duas etapas: a primeira consistiu na aplicação de questionários elaborados com respostas na escala nominal binária (perguntas diretas com respostas “Sim” ou “Não”) respondidas somente pelos alunos. Na segunda parte, utilizou-se a Escala de Concordância com 5 pontos: Excelente, Bom, Regular, Ruim e Péssimo, aplicado aos 43 participantes. Deste modo, obteve-se a opinião dos alunos e professores em relação ao projeto e a informação se o mesmo conseguiu, ou não, atingir seus objetivos.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Existe, hoje, no mercado uma gama de microcontroladores,. Entretanto o fato do Arduino ser um *hardware* mundialmente conhecido, de fácil aplicação e entendimento, torna possível sua utilização em várias áreas do conhecimento, instigando a curiosidade e o interesse pelo desconhecido (BRIDI et al., 2013). Deste modo, além de utilizar a Plataforma Arduino como meio de chamar a atenção dos alunos, desenvolveu-se o jogo Genius a partir do mesmo. Com isso, é possível ensinar ao estudante conceitos de eletricidade e circuitos e mostrar a aparência física dos componentes eletrônicos. Para mais, o jogo Genius e os jogos em geral, de acordo com Borin (1996), têm um papel importante no desenvolvimento de habilidades de raciocínio como organização, atenção e concentração, necessárias para a aprendizagem e também para a resolução de problemas em geral.

5.1 O projeto no ambiente educacional

O projeto foi montado e, posteriormente, levado para a sala de aula do Instituto de Ensino e apresentado aos alunos e a alguns docentes interessados. Esses prestaram muita atenção e ficaram por todo o momento concentrados na aula, além de levantarem questionamentos e

perguntas frequentes, demonstrando assim o interesse dos alunos.

Após a apresentação do jogo (apresentando, também, a lógica de programação do jogo Genius para que os presentes entendessem como foi montado e para responderem melhor as perguntas da Tabela 2) e do discurso sobre a finalidade do projeto, iniciou-se a abordagem do conteúdo. A mesma foi ministrada apresentando-se um determinado conteúdo e exemplificando o mesmo por meio dos componentes eletrônicos do jogo.

Com o jogo Genius e a Plataforma, os assuntos abordados seguiram tal sequência: o que é a Plataforma Arduíno e suas utilidades, identificação de componentes elétricos, carga elétrica, resistores, significado do código de cores dos resistores, reostatos, condutores, isolante, semicondutores, tensão elétrica, primeira e segunda Lei de Ohm, potência elétrica, resistores em série e em paralelo e circuito elétrico. No término do projeto, tanto os alunos como os professores colocaram seus questionamentos a respeito do projeto.

5.2 Avaliação do projeto

Na Tabela 2, são apresentadas dez questões elaboradas com respostas na escala nominal binária: respostas “Sim” ou “Não”, onde se pode avaliar a satisfação dos alunos quanto ao projeto e sua opinião a respeito da inserção dos *Serious Games*, isto é, dos Jogos educativos na instituição/ambiente de ensino.

Tabela 2 – Materiais para a elaboração do jogo Genius

Questionamentos	Respostas	
	Sim	Não
1. O projeto atendeu às suas expectativas?	95.35%	4.65%
2. O projeto lhe incentivou a estudar?	100%	0.00%
3. Você acredita que o Arduino pode contribuir com disciplinas vistas em sala de aula?	100%	0.00%
4. Você considera jogos educativos como um aspecto positivo a ser inserido em um ambiente educativo?	97.67%	2.33%
5. Você acredita que o Jogo Genius e o Arduino possam ajudar no ensino de eletricidade e de outras áreas?	95.35%	4.65%
6. A inserção de tecnologias em geral no ambiente educacional é um fator positivo na sua opinião?	27.78%	72.22%
7. Você influenciaria algum parente seu a fazer uso de tecnologias educativas?	100%	0.00%
8. Você acredita que o jogo possui aspectos positivos no desenvolvimento cognitivo de pessoas?	91.67%	8.33%
9. Na sua opinião, a lógica de programação pode atrapalhar o entendimento de disciplinas em áreas que não sejam voltadas à computação?	47.22%	52.78%
10. Após ver o presente projeto, você recomendaria o uso do mesmo para algum professor seu?	86.11%	13.89%

Fonte: Elaborada pelos autores

As opiniões dos alunos, após a apresentação do projeto, indicam, em sua maioria, que os mesmos consideraram o jogo Genius e a Plataforma Arduino como um estímulo de estudo e como um meio positivo para auxiliar na didática dos professores para que esses possam ministrar aulas e assuntos com maior qualidade, sendo também um diferencial quando o assunto é chamar a atenção dos estudantes para conteúdos que estão sendo ministrados em sala de aula.

Entretanto, algumas observações foram feitas. Os discentes que marcaram respostas “não” nas questões 1, 4, 5, 8 e 10 alegaram que o jogo pode, também, atrapalhar, se os discentes se preocuparem mais com o jogo do que com a aula e/ou conteúdo ministrado, no momento, pelo docente, tornando o que era um estímulo, uma distração.

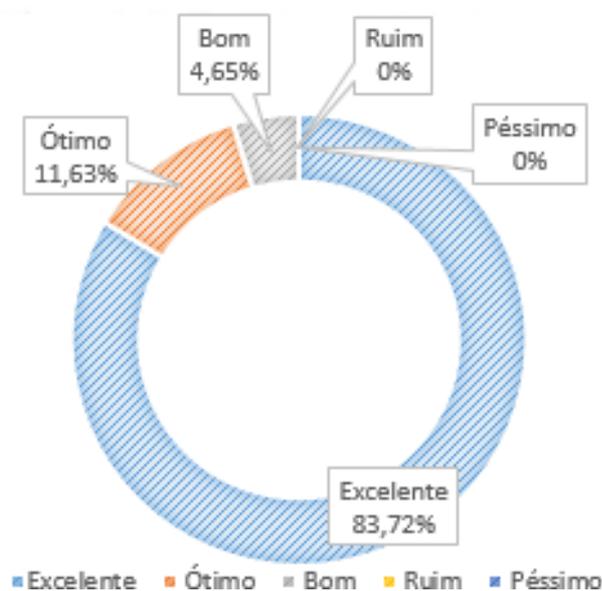
Ressalta-se também a questão de número 6, em que a maioria não concordou com a inserção de tecnologias que não sejam para fins educativos. O uso de celulares, computadores, *videogames* portáteis e similares podem distrair os estudantes e, conseqüentemente, retiram o aluno do foco do aprendizado.

Na questão 9, um pouco mais da metade dos participantes alegaram que a lógica de programação é um fator que pode atrapalhar o aprendizado dos alunos, quando o assunto não é na área de computação. A justificativa é que a maioria das instituições de ensino brasileiras não

possuem, em sua grade de ensino, disciplinas voltadas para a área de programação. Os discentes alegam, ainda, que tais disciplinas voltadas para programação só são vistas, por exemplo, em cursos técnicos de informática e/ou na graduação, quando a área é de exatas, como nos cursos de computação e em engenharia tornando, inclusive, o uso do Arduino menos utilizado e menos procurado nas áreas de humanas e biológicas. Ressalta-se que, durante a aplicação do experimento, não foi necessário que os alunos e professores ouvintes envolvidos tivessem que programar. Tal questionamento foi para analisar as opiniões quanto ao quesito programação no ensino.

Por fim, é apresentado, na Figura 3, a avaliação do projeto pelos professores e alunos, com a finalidade de se especificar/obter um nível de concordância para a presente pesquisa, isso é, avaliar o uso de *Serious Games* utilizando o Jogo Genius no ambiente de ensino.

Figura 3 – Resultados na escala de concordância Likert obtidas com o projeto



Fonte: Elaborada pelos autores

Os resultados obtidos na escala de concordância reforçam os resultados apresentados, anteriormente, nos questionários em que 83,72% (36 pessoas) dos participantes consideraram o projeto excelente, 11,63% (5 pessoas), ótimo e 4,65% (2 pessoas), regular. Nenhum participante considerou o projeto ruim ou péssimo. Os participantes que consideraram o projeto bom ou regular afirmaram ser possível atrapalhar como, também, tumultuar a sala de aula com muitos alunos tentando usufruir do jogo ao mesmo tempo. Entretanto, o público que presenciou o projeto chegou ao consenso de que a ferramenta apresentada, se bem utilizada e conduzida pelo docente no ambiente escolar, pode proporcionar ao estudante um novo meio de aplicar conteúdos ministrados em sala de aula em seu cotidiano.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com a utilização da plataforma Arduino e do jogo Genius, pode ser inserida uma nova metodologia de ensino, em que foi possível mostrar, na prática, assuntos de eletricidade e eletrônica e a aparência física de alguns componentes eletrônicos em um único projeto. Isso se revelou de significativa importância, pois as habilidades e competências adquiridas com o projeto permitem que os alunos compreendam melhor as disciplinas nessas áreas e, assim, obtenham um melhor desempenho nas mesmas.

Tornou-se mais simples para o professor fazer com que os alunos entendessem conceitos abstratos. Além disso, o projeto foi aceito tanto pelos alunos como pelos professores. De acordo com a escala de concordância, as avaliações atribuídas ao projeto foram: 83,72% excelente, 11,63% bom, 4,65% regular, 0% ruim e 0% péssimo.

Algumas ressalvas também foram levantadas e devem ser colocadas em questão como a distração que o jogo pode ocasionar se utilizado de modo errôneo ou com tumulto em querer testar o jogo. Além destes, notou-se que a programação pode ser um fator limitante para áreas e conteúdos que não necessitem de programação para entendimento dos mesmos, visto que a maioria dos alunos ficou receosa ao ver o código, e não conseguiu compreender com êxito toda a lógica de programação. Portanto, tais quesitos devem ser levados em consideração pelo docente.

Como trabalhos futuros, pretende-se desenvolver outros projetos, utilizando-se da Plataforma Arduino para ajudar e incentivar o ensino-aprendizagem, a exemplo de aplicações com Robótica e sistemas com sensores, além de criar soluções simples com objetivo de reunir estudantes e fazer com que os mesmos apliquem os conhecimentos adquiridos em sala de aula para verificar, posteriormente, as melhorias no aprendizado. Em sequência, pretende-se estudar e utilizar outras plataformas embarcadas, fazendo-se comparações entre elas e analisando qual das plataformas é a mais viável para a criação de jogos que incentivem o aprendizado de alunos e beneficiem a didática dos professores.

REFERÊNCIAS

- ACKERMANN, Edith. Piaget's Constructivism, Papert's Constructionism: What's the difference. **MIT Media Lab**, 2001.
- ALMEIDA, Maria Elizabeth Bianconcini de. Educação, ambientes virtuais e interatividade. **Educação online: teorias, práticas, legislação, formação corporativa**, Loyola, São Paulo, 2003.
- ARANHA, Gláucio. Jogos Eletrônicos Como um Conceito Chave para o Desenvolvimento de Aplicações Imersivas e Interativas para o Aprendizado. **Ciências & Cognição**, v. 7, n. 3, p. 105–110, 2006.
- BLACKMAN, Sue. Serious Games... and Less! **ACM Digital Library**, New York, v. 39, n. 1, p. 12–16, 2005.
- BORIN, J. Jogos e resolução de problemas: uma estratégia para as aulas de matemática. IMEUSP, São Paulo, 1996.
- BRIDI, Eder Giancesini et al. Oficina de arduino como ferramenta Interdisciplinar no curso de Engenharia Elétrica Da UFMT: a experiência do PET-elétrica. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA. **Proceedings...** Gramado: COBENGE, 2013.
- CAVALCANTE, Michelle M et al. A Plataforma Arduino pra fins didáticos: Estudo de caso com recolhimento de dados a partir do PLX-DAQ. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE COMPUTAÇÃO. **Proceedings...** Brasília: Workshop sobre Educação em Computação, 2014.
- DORNELES, Pedro FT; ARAUJO, Ives S; VEIT, Eliane A. Simulação e modelagem computacionais no auxílioa aprendizagem significativa de conceitos básicos de eletricidade: Parte i-circuitos elétricos simples. **Rev. Bras. Ensino Fís**, v. 28, n. 4, p. 487–496, 2006.
- GRANDO, R. C. **O conhecimento Matemático e o uso de jogos na sala de aula**. 2000. Dissertação (Doutorado) — Faculdade de Educação de Campinas, Programa de Pós- Graduação em Educação, Campinas.
- JANARTHANAN, Vasudevan. Serious Video Games: Games for Education and Health. In: INFORMATION TECHNOLOGY: NEW GENERATIONS (ITNG), 2012 NINTH INTERNATIONAL CONFERENCE ON. **Proceedings...** [S.l.], 2012. p. 875–878.
- LABORATÓRIO DE GARAGEM. **Guia completo do Garagista: Plataforma Arduino**. [S.l.], 2014. Disponível em: <<http://www.labdegaragem.org/>>. Acesso em: 10 de ago. 2015.
- Margolis e Michael. **Arduino Cookbook**. [S.l.]: O'REILLY, 2011.
- McRoberts e Michael. **Arduino básico**. [S.l.]: Novatec Apress, 2011.
- MENESTRINA, Tatiana C; BAZZO, Walter Antônio. Ciência, tecnologia e sociedade e formação do engenheiro: análise da legislação vigente. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e tecnologia**, v. 1, n. 1, p. 1–18, 2008.
- MITAMURA, Tamotsu; SUZUKI, Yasuhiro; OOHORI, Takahumi. Serious games for learning programming languages. In: SYSTEMS, MAN, AND CYBERNETICS (SMC), 2012 IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON. **Proceedings...** [S.l.], 2012. p. 1812–1817.

PEREZ, Anderson Luiz Fernandes et al. Uso da Plataforma Arduino para o Ensino e o Aprendizado de Robótica. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON INTERACTIVE COMPUTER AIDED BLENDED LEARNING (ICBL). **Proceedings...** [S.l.], 2013.

RUBIO, Miguel A; HIERRO, Carolina Mañoso. Using arduino to enhance computer programming courses in science and engineering. In: . [S.l.: s.n.], 2012.

SILVA, João Lucas de S et al. Plataforma Arduino integrado ao PLX-DAQ: Análise e aprimoramento de sensores com ênfase no LM35. In: ESCOLA REGIONAL DE COMPUTAÇÃO BAHIA, ALAGOAS E SERGIPE, 2014. DESAFIOS DA COMPUTAÇÃO NA SOCIEDADE DO CONHECIMENTO. **Proceedings...** Feira de Santana: ERBASE, 2014.