



UNIVERSO DA FÍSICA - ELETROMAGNETISMO: uma proposta lúdica para um aprendizado significativo em Física no Ensino Médio.

Renato Cesar de Carvalho Quarto

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Física no Curso de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador:  
Renato Germano Reis Nunes

Teresina-PI  
Setembro de 2016

UNIVERSO DA FÍSICA - ELETROMAGNETISMO: uma proposta lúdica para um  
aprendizado significativo em Física no Ensino Médio.

Renato Cesar de Carvalho Quarto

Orientador:  
Renato Germano Reis Nunes

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação em Física  
no Curso de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF),  
como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino  
de Física.

Aprovada por:

---

Dr. Nome do Membro da Banca

---

Dr. Nome do Membro da Banca

---

Dr. Nome do Membro da Banca

Teresina-PI  
Setembro de 2016

## FICHA CATALOGRÁFICA

Serviço de Processamento Técnico da Universidade Federal do Piauí  
Biblioteca Setorial de Ciências da Natureza - CCN

Q111u Quarto, Renato Cesar de Carvalho.  
Universo da física – eletromagnetismo: uma proposta  
lúdica para um aprendizado significativo em física no ensino médio /  
Renato Cesar de Carvalho Quarto. – Teresina: 2016.  
89 f.: il.  
Dissertação (Mestrado Profissional) – Universidade  
Federal do Piauí, Centro de Ciências da Natureza, Pós-graduação em  
Física, 2016.  
Orientador: Prof. Dr. Renato Germano Reis Nunes.

1. Física – Estudo e Ensino. 2. Metodologia de Ensino –  
Jogos Didáticos. I. Título.

CDD 530.07

Dedico esta dissertação à meu filho Davi  
que todos os dias me transforma em uma  
pessoa melhor.

## **Agradecimentos**

À Deus, que, na sua imensa sabedoria e generosidade, me deu condições para realizar esse trabalho.

Ao meu filho Davi que me motiva a ter um crescimento profissional para lhe dar mais oportunidades de educação.

À minha esposa Juliana que compartilha todas as dificuldades de realizar meus sonhos, apoiando-me, incentivando-me para que eu possa concretizar mais uma etapa da minha vida.

Aos meus pais, Renato e Maura que sempre acreditaram no meu sucesso.

Ao Professor Dr. Renato Germano, pela orientação, pela confiança, pelo estímulo, pela inestimável ajuda em sugestões e ensinamentos.

Aos professores e alunos que participaram da pesquisa.

À CAPES pelo apoio financeiro por meio da bolsa concedida.

## RESUMO

UNIVERSO DA FÍSICA - ELETROMAGNETISMO: uma proposta lúdica para um aprendizado significativo em Física no Ensino Médio.

Renato Cesar de Carvalho Quarto

Orientador:

Renato Germano Reis Nunes

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação em Física no Curso de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Esse trabalho tem o objetivo de produzir um material didático lúdico potencialmente significativo que facilite o estudo e forneça aos alunos uma nova fonte de conhecimento, e desse modo possa contribuir para o aprendizado dos mesmos. Esse material consiste em um jogo de perguntas e respostas relacionadas com o conteúdo de eletromagnetismo, esse jogo será confeccionado em formato de aplicativo para smartphones e tablets que utilizem o sistema operacional Android. As questões utilizadas no aplicativo foram selecionadas em níveis de complexidade, de modo a gerar um aprendizado significativo nos alunos - metodologia de ensino advinda da Teoria da Aprendizagem significativa de David Paul Ausubel. No período de abril a junho de 2016 foi realizada a pesquisa com os professores e alunos da rede Pública (Escolas Estaduais e Federais) e da Rede Privada do estado do Piauí, momento em que o jogo "Universo da Física- Eletromagnetismo" foi instalado nos celulares dos professores e foi entregue o questionário que abordam apreensão dos conteúdos, a eficiência do jogo no aprendizados dos alunos e a praticidade e viabilidade desse produto educacional. O questionário destinado aos discentes foi respondido no mês de Maio, após a realização da partida. Para finalizar essa investigação foi realizado um tratamento estatístico com os dados coletados e a partir desses dados notou-se que a maioria dos professores consideraram o jogo de fácil manipulação e que pode contribuir de maneira significativa para um aprendizado efetivo dos alunos. Os alunos, em sua maioria, consideraram o jogo divertido e de fácil instalação.

**Palavras-Chave:** Jogo Digital Educacional. Ensino de Física. Aprendizagem significativa.

Teresina-PI  
Setembro de 2016

## **ABSTRACT**

**PHYSICAL UNIVERSE - ELECTROMAGNETISM** : a playful proposal for a significant learning in physics in average school

Renato Cesar de Carvalho Quarto

Supervisor:

Renato Germano Reis Nunes

Abstract of master's thesis submitted to Programa de Pós-Graduação (nome dado na instituição) no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), in partial fulfillment of the requirements for the degree Mestre em Ensino de Física.

This work aims to produce a potentially significant playful courseware to facilitate the study and provide students with a new source of knowledge, and thus can contribute to the learning of them. This material consists of a set of questions and answers related to the content of electromagnetism, this game will be made in application format for smartphones and tablets that use the Android operating system. The questions used in the application were selected in levels of complexity, in order to generate a significant learning in students - teaching methodology arising from the significant Learning Theory of David Paul Ausubel. From April to June 2016 was carried out the research with teachers and students of the Public Network (State and Federal Schools) and the State of Piauí Private Network, at which time the game "Universe of physically Eletromagnetismo" was installed in cell teachers and was given the questionnaire dealing seizure of the contents, the efficiency of the game in the learning of the students and the practicality and feasibility of this educational product. The questionnaire for students was completed in May, after the completion of the match. Finally this research was carried out statistical analysis with the data collected and from these data it was noted that most teachers considered the game easy to handle and can contribute significantly to an effective student learning. Students, mostly considered fun and easy to install game

**Keywords** : Digital Educational Game. Physics Teaching. meaningful learning.

Teresina-Pi  
Setembro de 2016

## Lista de figuras

Figura 1	.....	(a) Corpos com cargas de mesmo sinal repelem-se. (b) corpos com cargas de sinais contrários atraem-se.
Figura 2	.....	Nesse caso qualquer extremidade de um bastão de cobre descarregado isolado é atraída por um bastão
Figura 3	.....	(a) Em um condutor isolado, os elétrons estão em movimento aleatório. O fluxo resultante de carga através de um plano arbitrário é zero. (b) Uma bateria ligada aos extremos estabelece um campo elétrico, e os elétrons adquirem um movimento resultante devido ao campo
Figura 4	.....	Uma diferença de potencial é aplicada a um condutor cilíndrico de comprimento $L$ e área de seção reta $A$ , originando uma corrente $i$ .
Figura 5	.....	O ponteiro do amperímetro sofre uma deflexão quando o ímã está em movimento em relação à bobina.
Figura 6	.....	O ponteiro do amperímetro $A$ se desloca momentaneamente quando a chave $S$ é fechada ou aberta. As bobinas não se movimentam.
Figura 7	.....	Quando o ímã é empurrado na direção da espira, a corrente induzida $i$ tem o sentido ilustrado na figura, dando origem a um campo magnético que se opõe ao movimento do ímã. Este fato é a ilustração da lei de Lenz.
Figura 8	.....	Um diagrama indicando que a diferenciação progressiva e a reconciliação integradora são processos independentes e simultâneos tanto na dinâmica da estrutura cognitiva como no ensino.
Figura 9	.....	Modelo de ensino de Gowin
Figura 10	.....	Ícone de atalho do aplicativo na tela do Smatphone.

Figura 11	.....	Primeira tela do jogo Universo da Física – Eletromagnetismo.
Figura 12	.....	Aparência do jogo no nível 1
Figura 13	.....	Aparência do jogo no nível 2.
Figura 14	.....	Aparência do jogo no nível 3.
Figura 15	.....	Momento de explicação do trabalho da dissertação e das regras do jogo Universo da Física – Eletromagnetismo.
Figura 16	.....	Transferência do aplicativo “ <i>Bluetooth</i> ”
Figura 17	.....	Momento de realização da partida.
Figura 18	.....	Alunos jogando em grupo para compartilhar os conhecimentos.
Figura 19	.....	Curva normal da distribuição das informações coletadas

## Lista de tabelas

Tabela 1	.....	Produção acadêmica no século XXI
Tabela 2	.....	Subtemáticas da produção acadêmica no século XXI
Tabela 3	.....	nível 1- formação de subsunçores.
Tabela 4	.....	nível 2- consolidação dos subsunçores.
Tabela 5	.....	nível 3- maior elaboração e consolidação dos subsunçores

## Lista de Gráficos

Gráfico 1	.....	Utilização de jogo didático virtual
Gráfico 2	.....	Os jogos didáticos virtuais devem ser inseridos no ensino de Física?
Gráfico 3	.....	O jogo didático virtual auxilia na aprendizagem?
Gráfico 4	.....	Os jogos virtuais digitais despertam o interesse em Física?
Gráfico 5	.....	Utilidade do Jogo “Universo da Física – Eletromagnetismo” no processo de ensino/aprendizagem.
Gráfico 6	.....	Viabilidade de uso do jogo “Universo da Física – Eletromagnetismo”
Gráfico 7	.....	O jogo ajudará o aluno a passar em provas de acesso ao ensino superior?
Gráfico 8	.....	Faixa de classificação do jogo.
Gráfico 9	.....	Opinião dos alunos quanto a diversão do jogo
Gráfico 10	.....	O jogo lhe ajudou a compreender algum(ns) fato(s) novo(s) da disciplina?
Gráfico 11	.....	O jogo “Universo da Física - Eletromagnetismo” lhe motivou a obtenção de conhecimentos novos referentes aos temas abordados?
Gráfico 12	.....	Quantas vezes você jogaria “universo da Física –

Eletromagnetismo”

Gráfico 13	.....	Facilidade de entender as regras do jogo
Gráfico 14	.....	O jogo os fez recordarem dos assuntos já estudados?

## Sumário

Capítulo 1 Introdução .....	1
2.1 O Eletromagnetismo .....	7
2.1.1 Carga elétrica.....	7
2.1.2 Condutores e isolantes .....	9
2.1.3 A lei de Coulomb.....	9
2.1.4 Campo elétrico.....	10
2.1.5 Potencial Elétrico.....	11
2.1.6 Corrente e resistência elétrica.....	12
2.1.7 Lei da indução eletromagnética de Faraday .....	13
2.1.8 Lei de Lenz .....	16
2.2 Aprendizagem Significativa de David Paul Ausubel .....	17
2.2.1 Instrumentos que facilitam a aprendizagem significativa .....	22
2.2.2 O modelo de Gowin.....	24
2.3 Jogos digitais como recurso para o ensino .....	25
Capítulo 3 Metodologia .....	31
3.1 O jogo “Universo da Física – Eletromagnetismo” .....	31
3.2 Contribuição dos professores na percepção do jogo .....	43
3.3 Contribuição dos alunos na percepção do jogo .....	44
3.4 Determinação do tamanho da amostra .....	47
Capítulo 5 Resultados e discussões .....	49
5.1 Debate com os professores sobre a utilização do jogo .....	50
5.2 Opinião dos alunos sobre o jogo.....	57
Capítulo 6 Conclusões .....	63
Referências .....	65
Apêndice A .....	67
Apêndice B .....	68
Apêndice C .....	71
Apêndice D.....	72
Apêndice E .....	81
Apêndice F.....	87

# Capítulo 1

## Introdução

O Ensino Brasileiro tem se tornado, ao passar do tempo, mais dinâmico e lúdico, e isso tem tornado o aprendizado mais eficiente e agradável aos alunos. Os profissionais da educação não discordam que a forma antiga de ensinar, baseada em repetições, aulas apáticas, com os alunos sendo agentes passivos no processo ensino-aprendizagem não melhora a qualidade do ensino no País. Como demonstra o informativo enviado aos coordenadores do Mestrado Nacional Profissional no Ensino de Física de autoria de Marco Antônio Moreira: O estilo “aulas teóricas e resolução de problemas” é medieval, superado. Ainda no mesmo texto tem-se:

“É hora de abandonar o ensino tradicional, clássico, do tipo narrativo, ou seja, narrar, explicar “direitinho” o que os alunos devem copiar, decorar e reproduzir nas provas. Esse tipo de ensino é perda de tempo, Todos sabemos que pouco sobra dele após as provas. Acabamos aprendendo, mesmo, quando nos tornamos professores e/ou pesquisadores em Física.” (M.A. Moreira, 2015).

A maneira de ensinar está mudando, está evoluindo, deixando de ser algo imposto ao aluno, sem que ele possa discutir a necessidade do que se está estudando e passa a ser uma troca de informações entre professor e aluno, que se comportam, agora, como agentes ativos em um processo em que os dois vão escolher a melhor forma de se aprender um assunto.

A falta de conexão entre o que é ensinado nas escolas e o cotidiano dos alunos e a desvalorização dos seus conhecimentos tem tornado esses sujeitos passivos no processo de ensino/aprendizagem. O aluno tem que aprender a pensar! John Dewey comenta no prefácio da primeira edição do seu livro intitulado *como pensamos*:

“Provavelmente, a causa mais frequente pela qual a escola não consegue garantir que os alunos pensem verdadeiramente é que não se provê uma situação experimentada, de tal natureza que obrigue a pensar, exatamente como o fazem a situações extra-escolares”. (Dewey,1959,p.104).

É surpreendente que essa afirmação tenha sido feita por volta de 1910, e foi direcionada para professores, pedagogos e diretores de instituições de ensino. É

importante que se dê bastante atenção às palavras, situação experimentada, pois como Dewey relata isso não acontece nas escolas e é um dos principais pontos que buscamos nesse trabalho, que esse produto tenha um significado para o aluno e que seja utilizado como diversão e não como obrigação.

O problema principal do ensino/aprendizagem que essa pesquisa pretende minimizar é a falta de um Produto educacional de qualidade que os alunos gostem de utilizar. Esse recurso didático foi construído para que o aluno tenha interesse próprio em utilizar o jogo, e não somente quando o professor exige o seu uso.

O interesse dos estudiosos da educação por processos de ensino aprendizagem em Física é abundante devido a sua importância como facilitadores para um aprendizado eficiente. Isso é evidenciado pela tabela 1 apresentada no artigo de Rezende, Ostermann e Ferraz (2009), intitulado Ensino-aprendizagem de Física no Ensino Médio: o estado da arte da produção acadêmica no século XXI.

**Tabela 1: Produção acadêmica no século XXI**

<b>Temática</b>	<b>N. trabalhos</b>
Ensino - aprendizagem de Física	100
Formação do professor de Física	13
Filosofia, história e sociologia da ciência no ensino de Física.	18
Educação em espaços não-formais e divulgação científica	1
Ciência, tecnologia e sociedade	3
Alfabetização científica e tecnologia em ensino de Física	1
Currículo e inovação educacional	4
Políticas educacionais	3
Interdisciplinaridade e ensino de Física	4
Arte, cultura e educação científica	0
Linguagem, cognição no ensino de Física	2
Ensino de física para portadores de necessidades especiais.	3

Fonte: REZENDE, OSTERMANN, FERRAZ (2009)

Nota-se que o número de temáticas relacionadas com Ensino-aprendizagem é bem maior que as outras áreas, isso se deve ao fato de no século passado terem produzido poucos recursos didáticos que efetivamente despertassem o interesse dos alunos, e com a evolução da computação, um dos recursos que tem grande potencial para serem utilizados são os jogos digitais educativos. Além disso, nas subtemáticas os recursos didáticos estão entre os que mais aparecem em publicações, como mostrado na tabela 2.

**Tabela 2: Subtemáticas da produção acadêmica no século XXI**

<b>Subtemáticas</b>	<b>N. Trabalhos</b>
Referenciais teóricos para o ensino e aprendizagem	8
Resolução de problemas	1
Metodologias e estratégias de ensino	19
Levantamento de concepções/ dificuldades conceituais	8
Avaliação da aprendizagem	3
Recursos didáticos	22
Laboratório didático	34
Conteúdos reelaborados para o ensino médio	5
<b>Total</b>	<b>100</b>

Fonte: REZENDE, OSTERMANN, FERRAZ (2009)

Constata-se na tabela 2 que as publicações na subtemática “Recursos didáticos” estão entre as mais abundantes, isso se deve ao crescente interesse dos profissionais da educação no desenvolvimento de produtos que lhe auxiliem para tornar o aprendizado mais lúdico e atrativo aos estudantes. Incrementando esse número de recursos didáticos, tem-se a produção do aplicativo construído nesse trabalho, que é um Recurso didático virtual com o intuito de facilitar a compreensão de conteúdos do eletromagnetismo, pois este não é de imediato entendimento para os alunos do Ensino Médio pelo fato de não ter muitos exemplos práticos para explorá-lo em sala de aula. Podemos falar sobre os

aparelhos que utilizam o princípio da indução eletromagnética para gerar energia elétrica, energia mecânica ou outra forma de energia qualquer, porém para explicar seus princípios físicos, deixa um pouco à desejar. Motivo pelo qual o tema foi escolhido para ser abordado nesse trabalho: escassez de material lúdico que desperte o interesse do aluno em se aprofundar sobre o tema.

De acordo com os parâmetros Curriculares nacionais,

Os jogos e brincadeiras são elementos muito valiosos no processo de apropriação do conhecimento. Permitem o desenvolvimento de competências no âmbito da comunicação, das relações interpessoais, da liderança e do trabalho em equipe, utilizando a relação entre cooperação e competição em um contexto formativo. O jogo oferece o estímulo e o ambiente propícios que favorecem o desenvolvimento espontâneo e criativo dos alunos e permite ao professor ampliar seu conhecimento de técnicas ativas de ensino, desenvolver capacidades pessoais e profissionais para estimular nos alunos a capacidade de comunicação e expressão, mostrando-lhes uma nova maneira, lúdica, prazerosa e participativa de relacionar-se com o conteúdo escolar, levando a uma maior apropriação dos conhecimentos envolvidos. (BRASIL, 2008)

Um jogo digital proporciona momentos de interatividade em sala de aula, é uma forma de atrair a atenção e incentivar a participação dos alunos, por isso, na utilização do jogo proposto foi aberto espaço para discussão e troca de experiências entre o professor-aluno, entre aluno-aluno e professor-professor.

Nessa conjuntura de construir um ambiente escolar que proporcione aprendizado efetivo e significativo aos alunos é importante que se utilize como recurso de ensino a metodologia da aprendizagem significativa de David Paul Ausubel (AUSUBEL, 1968).

Neste trabalho utilizaremos uma descrição da teoria clássica da Aprendizagem Significativa (AS) como foi proposta por Ausubel em 1963. A AS é aquela em que as ideias expressas simbolicamente interagem de maneira não literal e não-arbitrária com aquilo que o aprendiz já sabe. Essa interação não é com qualquer ideia prévia, mas sim com algum conhecimento especificamente relevante já existente na estrutura cognitiva do sujeito que aprende.

A este conhecimento, especificamente relevante à nova aprendizagem, o qual pode ser, por exemplo, um símbolo já significativo, um conceito, uma proposição, um modelo mental, uma imagem, Ausubel chamava de subsunçor ou ideia-âncora

(MOREIRA,2013). Em termos simples, subsunção é o nome que se dá a um conhecimento específico, existente na estrutura de conhecimentos do indivíduo, que permite dar significado a um novo conhecimento que lhe é apresentado ou por ele descoberto. Tanto por recepção como por descobrimento, a atribuição de significados a novos conhecimentos depende da existência de conhecimentos prévios especificamente relevantes e da interação com eles. O subsunção pode ter maior ou menor estabilidade cognitiva, pode estar mais ou menos diferenciado, ou seja, mais ou menos elaborado em termos de significados. Contudo, como o processo é interativo, quando serve de idéia-âncora para um novo conhecimento ele próprio se modifica adquirindo novos significados, corroborando significados já existentes. É importante reiterar que a aprendizagem significativa se caracteriza pela interação entre conhecimentos prévios e conhecimentos novos, e que essa interação é não-literal e não-arbitrária. Nesse processo, os novos conhecimentos adquirem significado para o sujeito e os conhecimentos prévios adquirem novos significados ou maior estabilidade cognitiva.

Ausubel elaborou modelos sistemáticos de aprendizagem significativa que devem ser utilizados pelos professores para estimular a aprendizagem dos alunos, dentre eles podemos citar como mais relevantes para o nosso trabalho (AUSUBEL, 1968):

- I) O material estudado deve ser significativo;
- II) A pessoa deve ter predisposição para a aprendizagem significativa. Essa capacidade pode ser gerada pela utilização de materiais que incentivem a vontade de aprender do indivíduo;
- III) A pessoa deve ter uma estrutura cognitiva que permita relacionar o novo material a ser aprendido com seus conceitos subsunções (conhecimento prévio);
- IV) O professor deve organizar o conteúdo de modo a facilitar a conexão do que o aluno já sabe e o que ele deve saber.

Assim, o objetivo geral desse trabalho é o desenvolvimento de um jogo digital educacional que aborde o conteúdo de Eletromagnetismo de forma lúdica, e os objetivos específicos são: fazer os alunos usarem o jogo, despertar o interesse dos alunos para os assuntos de eletromagnetismo, fazer os alunos compartilharem os conhecimentos com outros alunos durante a realização das partidas.

O trabalho envolvido na preparação desta dissertação deu origem às seguintes produções científicas:

- Apresentação oral no XXXIII Encontro de Físicos do Norte e Nordeste realizado em 2015 (EFNNE - 2015) do trabalho “Quiz Educacional de Eletromagnetismo: uma proposta inovadora e lúdica para um aprendizado significativo de Física no Ensino Médio”.
- Apresentação em Banner do trabalho “Show da Eletrização: Uma proposta para ensinar Eletrostática no Ensino Médio” na XXII Semana de Matemática e Física do Instituto Federal de Ciências e Tecnologia do Piauí – IFPI, realizado em 2016, (SEMAFIS – 2016).

## Capítulo 2

### Fundamentação teórica

#### 2.1 O Eletromagnetismo

A compreensão de assuntos do eletromagnetismo não é algo imediato para os alunos do Ensino Médio pelo fato de não ter muitos exemplos práticos para explorá-lo em sala de aula. Podemos falar sobre os aparelhos que utilizam o princípio da indução eletromagnética para gerar energia elétrica, energia mecânica ou outra forma de energia qualquer, porém para explicar seus princípios físicos, deixam um pouco a desejar. Motivo pelo qual o tema foi escolhido para ser abordado nesse trabalho: escassez de material lúdico, que desperte o interesse do aluno em se aprofundar sobre o tema.

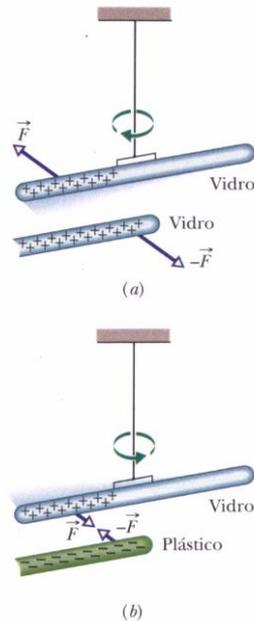
O jogo desenvolvido nesse trabalho foi carregado com questões que permeiam todo eletromagnetismo, desde os filósofos gregos (600 a.C), que sabiam que, esfregando um pedaço de âmbar, ele atrai pedaços de palha à lei da indução de Faraday descoberta em 1831.

##### 2.1.1 Carga elétrica

Todos os corpos são formados por átomos (RAMALHO, et. al, 2007), onde cada átomo é constituído por elétrons, prótons e nêutrons. Embora hoje existam modelos mais modernos e complexos para explicar como essas partículas se distribuem no átomo, ficaremos, para simplificar, com o modelo planetário. Segundo esse modelo, os prótons e os nêutrons estão fortemente coesos numa região central chamada de núcleo, enquanto os elétrons giram ao seu redor (como os planetas ao redor do sol), constituindo a eletrosfera. Por meio de experiências constata-se que os prótons se repelem, o mesmo acontecendo com os elétrons. Entre um próton e um elétron há atração. Para explicar essas ocorrências, estabeleceu-se que prótons e elétrons possuem uma propriedade física à qual se deu o nome de carga elétrica.

Experiências mostram que prótons e elétrons têm comportamentos elétricos opostos. Por isso convencionou-se que há duas espécies de cargas elétricas: a positiva (carga elétrica do próton) e a negativa (carga elétrica do elétron). Os nêutrons não apresentam essa propriedade física, isto é, os nêutrons tem carga elétrica igual a zero.

**Figura 1: (a) Corpos com cargas de mesmo sinal repelem-se. (b) corpos com cargas de sinais contrários atraem-se.**



Fonte: HALLIDAY, RESNICK e WALKER (2009).

Os rótulos de positiva e negativa para carga elétrica são devidos a Benjamin Franklin(1706-1790), (RESNICK, Et. Al, 1997) nessa época pensava-se que a carga elétrica fosse um fluido contínuo, no entanto, sabemos que os próprios fluidos, como o ar e a água, não são contínuos, mas constituídos de átomos e moléculas; a matéria é descontínua. Experimentos mostram que o “fluido elétrico” também não é contínuo, mas feito de múltiplos de certa carga elementar, ou seja, qualquer carga  $q$  que se possa observar e medir diretamente pode escrever-se.

$$q = ne , \tag{1}$$

onde  $n = 0, \pm 1, \pm 2, \pm 3, \dots$

E  $e$ , a unidade de carga elementar, tem o valor experimentalmente determinado de aproximadamente por

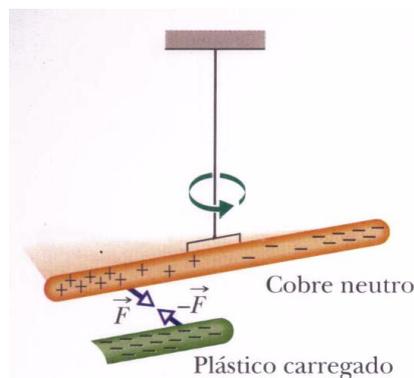
$$e = 1,602 \cdot 10^{-19}C.$$

A carga elementar é uma das constantes fundamentais da natureza.

### 2.1.2 Condutores e isolantes

Outro tópico importante na resolução das questões do aplicativo é a classificação dos materiais em condutores e isolantes. Sabemos que se uma pessoa segurar uma barra de cobre, não conseguirá carregá-la eletricamente, (RESNICK, et. al, 1997) não importando a insistência ou o objeto com que o esfregue. Entretanto, se segurar a barra por um cabo de plástico a ele adaptado, conseguirá carregá-la eletricamente. Isso ocorre por que a carga pode fluir facilmente através de alguns materiais, chamados condutores, dos quais o cobre é um exemplo. Em outros materiais, chamados isolantes, na maioria das circunstâncias as cargas não fluem, comportamento da maioria dos plásticos. A barra de cobre não pode ser eletricamente carregada porque quaisquer cargas nela situadas fluem facilmente através do corpo da pessoa (que também é um condutor) para a terra. O cabo isolante bloqueia a corrente e permite que a carga se acumule no cobre.

**Figura 2: Nesse caso qualquer extremidade de um bastão de cobre descarregado isolado é atraída por um bastão**



Fonte: HALLIDAY, RESNICK e WALKER (2009).

### 2.1.3 A lei de Coulomb

Charles Augustin Coulomb (1736-1806) mediu a atração e repulsão elétrica quantitativamente e deduziu a lei que as governa. Os experimentos devidos a Coulomb e seus contemporâneos mostrou que a força elétrica exercida por um corpo carregado

sobre outro depende diretamente do produto dos módulos das duas cargas e inversamente do quadrado da distância que os separa (distância entre seus centros). Para transformar essa proporcionalidade em uma equação, introduz-se uma constante de proporcionalidade  $K_0$ . Assim obtém-se a expressão matemática chamada de Lei de Coulomb

$$F = K_0 \frac{q_1 q_2}{r^2} \quad (2)$$

A constante tem o valor correspondente

$$K_0 = 8,99 \times 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 / \text{C}^2.$$

#### 2.1.4 Campo elétrico

A lei de Coulomb para força que atua entre cargas elétricas nos encoraja a pensar em termos de uma ação à distância, representada pela interação

$$\textit{carga} \leftrightarrow \textit{carga}.$$

Porém, introduzimos o campo como um intermediário entre as cargas. Podemos representar essa interação como

$$\textit{carga} \leftrightarrow \textit{campo} \leftrightarrow \textit{carga}.$$

Isto é, a primeira carga gera um campo elétrico, e a segunda interage com ele.

Define-se o Campo elétrico associado a certo conjunto de cargas, em termos da força exercida sobre uma carga de prova positiva  $q_0$ , em determinado ponto, ou seja

$$E = \frac{F}{q_0} \quad (3)$$

Logo

$$E = k \frac{q}{r^2} \quad (4)$$

Dimensionalmente, o campo elétrico é a força por unidade de carga, e sua unidade no SI é o newton/coulomb (N/C).

### 2.1.5 Potencial Elétrico

Outro conceito importante para compreensão do eletromagnetismo é o potencial elétrico, que é definida como a energia potencial por unidade de carga de prova.

Suponha que temos um conjunto de cargas cujo potencial elétrico queremos determinar em um particular  $P$ . Colocamos uma carga de prova positiva  $q_0$  à distância infinita do conjunto de cargas, onde o campo elétrico é nulo. Movemos, então, a carga de prova até o ponto  $P$ ; nesse processo a energia potencial muda de 0 (zero) para  $U_P$ . O potencial elétrico  $V_P$  em  $P$ , devido ao conjunto de cargas, é definido então como (RESNICK, Et. Al, 1997)

$$V_P = \frac{U_P}{q_0} \quad (5)$$

É importante fazer duas considerações: a primeira é que na equação (5), o potencial é necessariamente um escalar, pois é calculado a partir das grandezas escalares  $U$  e  $q$ ; a segunda é que dado o potencial elétrico ( $V$ ) podemos calcular o campo elétrico ( $E$ ), como mostraremos abaixo.

Imagine dois pontos A e B em um campo elétrico uniforme ( $E$ ). Supondo que uma carga de prova positiva  $q_0$  se mova de A para B ao longo da reta que passa por esses pontos, a força elétrica atuante na carga vale  $q_0E$  e aponta no sentido negativo do eixo de orientação (sentido de B para A). À medida que a carga de prova se move de A para B o trabalho realizado pelo campo elétrico será

$$W_{AB} = F_{AB} \cdot \Delta x = (-q_0 \cdot E)(L) = -q_0EL \quad (6)$$

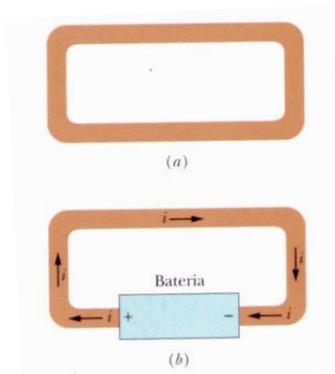
Usando a definição de diferença de energia potencial,  $\Delta U = -W$ , temos:

$$V_B - V_A = \frac{U_B - U_A}{q_0} = \frac{-W_{AB}}{q_0} = EL \quad (7)$$

### 2.1.6 Corrente e resistência elétrica

Os elétrons livres de um condutor metálico isolado, não geram corrente elétrica em um determinado sentido, tal como o fio de cobre é representado na figura 3(a), estão em movimento caótico. Não tem deslocamento efetivo em direção alguma ao longo do fio. Porém na figura 3(b) uma bateria foi ligada às extremidades do condutor. Se a bateria mantiver uma diferença de potencial  $V$  e o comprimento do fio for  $L$ , então um campo elétrico de módulo  $V/L$  será criado dentro do condutor. Este campo elétrico atuará sobre os elétrons, imprimindo-lhes um movimento resultante no sentido oposto a  $E$ .

**Figura 3: (a) Em um condutor isolado, os elétrons estão em movimento aleatório. O fluxo resultante de carga através de um plano arbitrário é zero. (b) Uma bateria ligada aos extremos estabelece um campo elétrico, e os elétrons adquirem um movimento resultante devido ao campo.**



Fonte: HALLIDAY, RESNICK e WALKER (2009).

Se uma carga efetiva  $dq$  passa através de uma secção reta de área  $A$  num intervalo de tempo  $dt$ , dizemos que foi estabelecida uma corrente elétrica, onde

$$i = \frac{dq}{dt} \quad (8)$$

A unidade SI de corrente elétrica é o ampère.

É importante perceber, também, que essa corrente elétrica que surgirá no condutor depende do material que está sendo percorrido pela corrente elétrica. Por exemplo, se for aplicada a mesma diferença de potencial entre as extremidades de duas

hastes, uma de cobre e outra de madeira resultaram nelas correntes muito diferentes. A característica do condutor que intervém nesse fenômeno é a sua resistência. Define-se a resistência de um condutor entre dois pontos, aos quais se aplica uma diferença de potencial  $V$ , dividindo  $V$  por  $i$ .

$$R = \frac{V}{i} \quad (9)$$

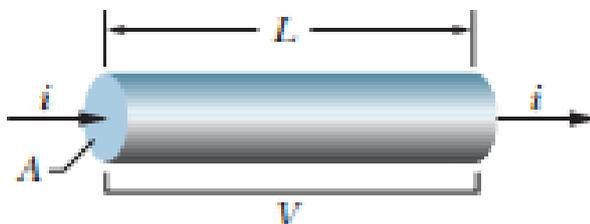
Se  $V$  for expresso em volt e  $i$  em ampère, a resistência  $R$  será dada em ohm (representado por  $\Omega$ ).

Relacionada à resistência tem-se a resistividade, que é uma característica do material, e não da amostra dada. A resistividade  $\rho$  pode ser escrita como

$$\rho = R \frac{A}{L} \quad (10)$$

A unidade da resistividade é o  $\Omega \cdot m$ .

**Figura 4:** Uma diferença de potencial é aplicada a um condutor cilíndrico de comprimento  $L$  e área de seção reta  $A$ , originando uma corrente  $i$ .



Fonte: HALLIDAY, RESNICK e WALKER (2010).

#### 2.1.7 Lei da indução eletromagnética de Faraday

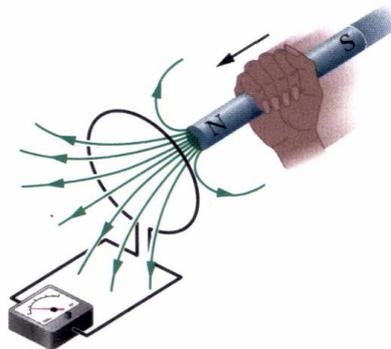
Nesse trabalho foi feita uma investigação em uma dezena de livros de Ensino Médio e do Ensino Superior e verificou-se que todos os livros expõem os assuntos de maneira tradicional, em sua maioria segue o procedimento de expor o conteúdo e finalizado essa primeira parte apresentar problemas para serem resolvidos pelos alunos. A seguir tem-se um exemplo de exposição tradicional.

De acordo com (RESNICK, Et. Al, 1997):

A lei da indução de Faraday foi descoberta através de experimentos realizados por Michael Faraday na Inglaterra, em 1831, e por Joseph Henry nos Estados Unidos, aproximadamente na mesma época. Embora Faraday tenha publicado seu resultado primeiro, o que lhe deu prioridade da descoberta, a unidade SI de indutância é chamada de *henry* (símbolo H).

A figura 5 mostra uma espira de fio como parte de um circuito que contém um Amperímetro. Normalmente, esperaríamos que o amperímetro não acusasse nenhuma corrente no circuito, por que não existe nenhuma força eletromotriz. Entretanto se introduzirmos um ímã em forma de barra na espira, com o polo norte na sua direção, uma coisa interessante acontece. *Enquanto o ímã se move*, a agulha do amperímetro também se movimenta, mostrando que foi estabelecida uma corrente na espira. Se mantivermos o ímã estacionário em relação á espira, o amperímetro não acusará corrente. Se movermos o ímã para longe da espira, o amperímetro novamente acusará corrente, mas a deflexão do ponteiro ocorrerá no sentido oposto, o que significa que a corrente na espira está também no sentido oposto. Se usarmos o polo sul ao invés do norte, a experiência funcionará de forma semelhante, mas as deflexões dos ponteiros acontecerão na ordem inversa em relação à primeira experiência. Quanto mais rápido movermos o ímã, maior a leitura do amperímetro.

**Figura 5: O ponteiro do amperímetro sofre uma deflexão quando o ímã está em movimento em relação à bobina.**

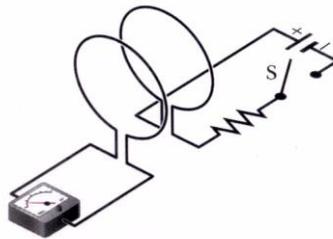


Fonte: HALLIDAY, RESNICK e WALKER (2009).

A corrente que aparece neta experiência é chamada de *corrente induzida* e dizemos que ela foi criada por uma *força eletromotriz induzida*. Note que não há bateria em nenhum local do circuito.

Em outro experimento, usamos o dispositivo da figura 6. As espiras são colocadas próximas, mas em repouso uma em relação à outra. Quando fechamos a chave *S*, provocando o aparecimento de uma corrente contínua na espira da direita, a agulha do amperímetro se move por um instante; quando abrimos a chave, interrompendo a corrente o amperímetro se comporta de modo semelhante, mas a agulha deflete na direção oposta. Nenhum dos componentes está em movimento.

**Figura 6: O ponteiro do amperímetro *A* se desloca momentaneamente quando a chave *S* é fechada ou aberta. As bobinas não se movimentam.**



Fonte: HALLIDAY, RESNICK e WALKER (2009).

Esta segunda experiência demonstra que há uma *fem* induzida na espira da esquerda da figura 6 sempre que a corrente na espira da direita está variando. Ou seja, é a *taxa com que a corrente está variando e não a magnitude da corrente que é significativa*.

Imagine que existem linhas de um campo magnético vindas do ímã da Figura 5 e da espira da direita da Figura 6. Algumas dessas linhas de campo passam através da espira da esquerda em ambas as figuras. Quando o ímã é deslocado na situação da Figura 5 ou quando a chave é aberta ou fechada na Figura 6, o número de linhas do campo magnético que passa através da espira da esquerda muda. Como demonstraram as experiências de Faraday e como a técnica de Faraday de linha de campo nos ajuda a

visualizar, é a mudança do número de linhas de campo que passam através de uma espira de circuito que induz fem na espira.

Especificamente é a taxa de variação do número de linhas de campo que passam através da espira que determina a fem induzida.

Em termos matemáticos, a lei de Faraday é

$$\varepsilon = - \frac{d\Phi_B}{dt}, \quad (11)$$

onde  $\varepsilon$  é a fem induzida. Se a taxa de variação do fluxo for medida em webers por segundo, a fem será medida em volts.

A lei da Faraday não explica por que uma corrente e uma força eletromotriz são induzidas quando um ímã se aproxima de uma espira (ver figura 5) ou quando a chave S é fechada ou quando ela é aberta no circuito da figura 6 (RESNICK, et. al, 2009).

#### 2.1.8 Lei de Lenz

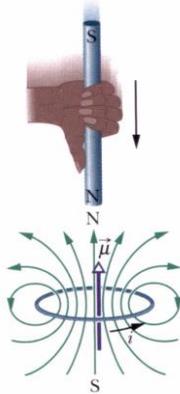
Até aqui não especificamos as polaridades das fems induzidas nas figuras 5 e 6. A regra para determinar o sentido de uma corrente induzida foi proposta em 1834 por Heinrich Friedrich Lenz (RESNICK, et. al, 2009):

*“A corrente induzida em uma espira fechada condutora aparece em um sentido que se opõe à mudança que a produziu”.*

**Note que:** O sinal negativo na lei de Faraday sugere essa oposição.

A lei de Lenz se refere a correntes induzidas, o que significa que ela se aplica somente a circuitos condutores fechados. Se o circuito for aberto, podemos usualmente pensar em termos do que poderia acontecer se ele fosse fechado e desta forma encontrar a polaridade da fem (força eletromotriz) induzida.

**Figura 7: Quando o ímã é empurrado na direção da espira, a corrente induzida  $i$  tem o sentido ilustrado na figura, dando origem a um campo magnético que se opõe ao movimento do ímã. Este fato é a ilustração da lei de Lenz.**



Fonte: HALLIDAY, RESNICK e WALKER (2009).

Quando deslocamos o ímã na direção da espira (ou vice-versa), uma corrente induzida aparece. Em termos da lei da Lenz, esse movimento é a “mudança” que produz a corrente induzida e, de acordo com esta lei, a corrente induzida se opõe ao “movimento”. Se deslocarmos o ímã para longe da espira, a corrente se opõe novamente ao movimento, criando um polo *sul* na face de baixo da espira da Figura 7. Para fazer essa face se comportar como um polo sul, a corrente precisa estar no sentido oposto ao ilustrado na Figura 7. Não importa se movemos o ímã para perto ou longe da espira, ela sempre irá gerar um campo que se opõe ao movimento.

O trabalho docente busca um aprendizado sólido dos alunos, de forma que o conteúdo tenha um significado que reflita na vida cotidiana dos discentes. Diante disto aceitamos como metodologia apropriada e facilitadora da atividade dos professores, a Teoria da Aprendizagem Significativa de David Paul Ausubel, sendo essa metodologia de aprendizagem a utilizada nessa dissertação.

## 2.2 Aprendizagem Significativa de David Paul Ausubel

Marco Antônio Moreira expõe em seu livro “Aprendizagem significativa: A teoria e textos complementares” a descrição da Aprendizagem Significativa de David Ausubel enunciada no livro, *The acquisition and retention of Knowledge: a cognitive view*, publicada em 2000, traduzida (*Aquisição e retenção de conhecimento: uma perspectiva cognitiva*) e publicada em 2003. Os fragmentos mais relevantes para este trabalho serão mostrados a seguir.

Aprendizagem Significativa é aquela em que as ideias expressas simbolicamente interagem de maneira substantiva e não arbitrária com aquilo que o aprendiz já sabe. Substantiva quer dizer não-literal, não ao pé da letra, e não-arbitrária significa que a interação não é com qualquer ideia prévia, mas sim com algum conhecimento especialmente relevante já existente na estrutura cognitiva do sujeito que aprende (MOREIRA,2013).

A esse conhecimento, especialmente relevante à nova aprendizagem, o qual pode ser, por exemplo, um símbolo já significativo, um conceito, uma proposição, um modelo mental, uma imagem, David Ausubel (1918-2008) chama-se de Subsunçor ou ideia-âncora (MOREIRA, 2013).

Em termos simples, subsunçor é o nome que se dá a um conhecimento específico, existente na estrutura de conhecimentos do indivíduo, que permite dar significado a um novo conhecimento que lhe é apresentado ou por ele descoberto. Tanto por recepção como por descobrimento, a atribuição de significados a novos conhecimentos depende da existência de conhecimentos prévios especificamente relevantes e da interação com eles.

O subsunçor pode ter maior ou menor estabilidade cognitiva, pode está mais ou menos diferenciado, ou seja, mais ou menos diferenciados em termos de significados. Contudo, como o processo é interativo, quando serve de ideia-âncora para um novo conhecimento, ele próprio se modifica adquirindo novos significados, corroborando significados já existentes.

É importante reiterar que a aprendizagem se caracteriza pela interação entre conhecimentos prévios e conhecimentos novos, e que essa interação é não-literal e não-arbitrária. Nesse processo, os novos conhecimentos adquirem significados para o sujeito e os conhecimentos prévios adquirem novos significados ou maior estabilidade cognitiva.

Por exemplo, para um aluno do Ensino Médio que já conhece a Lei da Conservação da Energia aplicada a energia mecânica, resolver problemas que há transformação de energia potencial em cinética e vice-versa apenas corrobora o conhecimento prévio, dando-lhe mais estabilidade cognitiva e talvez maior clareza. Mas se a primeira Lei da Termodinâmica lhe for apresentada como a Lei da Conservação da Energia Aplicada a fenômenos térmicos, ele dará significado a essa nova Lei na medida

em que “acionar” o subsunçor Conservação da energia, mas esse ficará mais rico, mais elaborado, terá novos significados, pois a Conservação da Energia aplicar-se-á não só ao campo conceitual da Mecânica, mas também ao da Termodinâmica.

Através de novas aprendizagens significativas, resultantes de novas interações entre os novos conhecimentos e o Subsunçor Conservação da Energia, este ficará cada vez mais estável, claro, diferenciado, e o aprendiz dará a ele o significado de uma Lei Geral da Física, ou seja, a energia se conserva sempre em sistemas isolados.

Por outro lado, o subsunçor Conservação da energia poderá servir de ideia-âncora para outro novo conhecimento: A Conservação da Quantidade de Movimento, uma outra Lei Geral da Física. Analogamente a conservação de outras grandezas físicas como momento angular e a carga elétrica adquirirão significados por interação com o subsunçor constituídos pelas leis de conservação já significativas. Quer dizer, o subsunçor que inicialmente era apenas conservação da energia, agora é também conservação da quantidade de movimento, do momento angular, da carga elétrica, da corrente elétrica e de outras grandezas físicas, permitindo inclusive dar significado à não conservação de certas grandezas, como é o caso da Entropia (MOREIRA, 2013)..

Progressivamente o subsunçor vai ficando mais estável mais diferenciado, mais rico em significados, podendo cada vez mais facilitar novas aprendizagens. No casos das conservações de grandezas físicas, o aprendiz pode chegar a um “novo subsunçor” – Leis de Conservação – que passa a subordinar todas as conservações anteriores. Ou seja, que se aplica a várias grandezas físicas e a outras não.

Esta forma de aprendizagem significativa, na qual uma nova ideia, um novo conceito, uma nova proposição, mais abrangente, passa a subordinar conhecimentos prévios é chamada de aprendizagem significativa superordenada. Não é muito comum; a maneira mais típica de aprender significativamente é a aprendizagem significativa subordinada, na qual um novo conceito adquire significado na ancoragem interativa com algum conhecimento prévio especificamente relevante.

A clareza, a estabilidade cognitiva, a abrangência, a diferenciação de um subsunçor variam ao longo do tempo, ou melhor, das aprendizagens significativas do sujeito. Trata-se de um conhecimento dinâmico, não estático, que evolui e, inclusive, envolver.

Em linguagem coloquial poderíamos dizer que “nossa cabeça” está “cheia” de subsunçores, uns já bem firmes outros frágeis, mas em fase de crescimento, uns muito usados outros raramente, uns com muitas ramificações outros encolhendo. Naturalmente esses conhecimentos interagem entre si e podem organizar-se e reorganizar-se.

Em termos técnicos, ao invés de “cabeça” poderíamos falar de estrutura cognitiva e dizer que o complexo organizado de subsunçores e suas inter-relações, em certo campo de conhecimentos, poderia ser pensado como constituindo a estrutura cognitiva de um indivíduo nesse campo. Poder-se-ia também falar em estrutura cognitiva em termos de subsunçores mais abrangentes, mais geral, aplicáveis a distintos campos de conhecimento. A estrutura cognitiva é um construto (um conceito para o qual não há um referente concreto) usado por diferentes autores, com vários significados, com o qual se pode trabalhar em níveis distintos, ou seja, referido a uma área específica de conhecimentos ou a um campo conceitual, um complexo mais amplo de conhecimentos.

Destaca-se ainda que, no âmbito da teoria da aprendizagem significativa de Ausubel, a estrutura cognitiva é um conjunto de subsunçores hierarquicamente inter-relacionados. Há subsunçores que são hierarquicamente subordinados a outros, mas essa ordem pode mudar se, por exemplo houver uma aprendizagem superordenada, na qual um novo subsunçor passa a incorporar outros. Voltando ao exemplo da Conservação da Energia, pode-se pensar que para um certo estudante esse seja, em uma dada época, um subsunçor hierarquicamente superior a outros conhecimentos de Física que ele adquiriu. Mas ao longo de suas aprendizagens, ele poderá construir o subsunçor Leis de Conservação que abrangerá a Conservação da Energia, ou seja, será hierarquicamente superior.

A estrutura cognitiva, considerada como uma estrutura de subsunçores inter-relacionado e hierarquicamente organizados é uma estrutura dinâmica caracterizada por dois processos principais: a diferenciação progressiva e a reconciliação integradora.

A diferenciação progressiva é o processo de atribuição de novos significados a um dado subsunçor (um conceito ou uma proposição) resultante da sucessiva utilização desse subsunçor para dar significado a novos conhecimentos.

Lembramos que a aprendizagem significativa decorre da interação não-arbitrária e não-literal de novos conhecimentos com conhecimentos prévios (subsunçores)

especialmente relevantes. Através de sucessivas interações, um dado subsunçor vai, de forma progressiva, adquirindo novos significados, vai ficando mais rico, mais refinado, e mais capaz de servir de ancoradouro para novas aprendizagens significativas.

É isso que se entende por diferenciação progressiva de um conceito, uma proposição, de uma ideia, ou seja, de um subsunçor. Por exemplo, consideremos o conceito de força. Qualquer criança já formou esse conceito antes de chegar à escola, mas com significados do tipo puxão, empurrão, esforço físico, “fazer força”, não “ter força”, etc. Na escola, em ciências, aprenderá que existe na natureza uma força que é devida à massa dos corpos - a força gravitacional – e que essa força é muito importante para o sistema planetário, que é atrativa, que é regida por uma determinada lei, etc. Para dar significado a essa força, para entender que os corpos materiais se atraem, o aluno muito provavelmente usará o subsunçor força que já tem em sua estrutura cognitiva com significados de seu cotidiano, mas nessa interação, ao mesmo tempo que a força gravitacional adquirirá significados, o subsunçor força ficará mais rico em significados, pois agora, além do puxão, empurrão, esforço físico, significará atração entre corpos que tem massa. Mais adiante esse aluno poderá receber ensinamentos sobre uma outra força fundamental da natureza – a força eletromagnética - , que é devida a uma outra propriedade da matéria, a carga elétrica. Novamente, se o aprendizado for significativo, haverá uma interação entre o subsunçor força e o novo conhecimento força eletromagnética. Nessa interação a força eletromagnética adquirirá significados para o aluno e o subsunçor força ficará mais diferenciado, pois significará também uma força que pode ser atrativa ou repulsiva e que pode manifesta-se somente como força elétrica ou apenas como força magnética.

Seguindo nessa linha de raciocínio, se o aluno continuar estudando Física, acabará incorporando ao subsunçor força, os significados relativos às forças nucleares forte e fraca. Vários anos terão passado até que esse aluno tenha, no subsunçor força, significados relativos às forças gravitacional, eletromagnética, nuclear fraca e nuclear forte. Ele poderá ter aprendido também que essas forças são as únicas fundamentais da natureza. Esses conhecimentos mais complexos e inclusivos que se chega se relaciona com os mais simples e específicos pela diferenciação progressiva e reconciliação integradora, que vai ser discutida adiante.

### 2.2.1 Instrumentos que facilitam a aprendizagem significativa

Alguns parâmetros facilitam a Aprendizagem significativa: o conhecimento prévio do aluno, a diferenciação progressiva, a reconciliação integrativa, a organização sequencial do conteúdo, a linguagem envolvida no aprendizado, dentre outros. Pode-se falar também de instrumentos didáticos facilitadores da aprendizagem significativa, um é o organizador prévio. Outro instrumento muito frequentemente associado à aprendizagem significativa é o mapeamento conceitual - mapas conceituais (NOVAK e GOWIN, 1984).

Vários são os fatores que influenciam a aprendizagem, mas se pudéssemos isolar um, este seria, mais do que qualquer outro, aquilo que o aprendiz já sabe. Existe duas condições para a aprendizagem ser significativa: novos conhecimentos (veiculados pelos materiais instrucionais) potencialmente significativos e predisposição para aprender. Mas a primeira dessas condições é fortemente dependente do conhecimento prévio do aprendiz, pois se este não existir, nenhum novo conhecimento será potencialmente significativo. No entanto, a segunda condição também tem a ver com o conhecimento prévio, pois quanto mais o indivíduo domina significativamente um campo de conhecimento, mais se dispõe a novas aprendizagens nesse campo ou em campos afins. No caso da aprendizagem mecânica, ocorre o inverso: quanto mais o aprendiz tem que memorizar conteúdos mecanicamente, mais ele se dispõe contra esses conteúdos ou disciplinas (NOVAK e GOWIN, 1984).

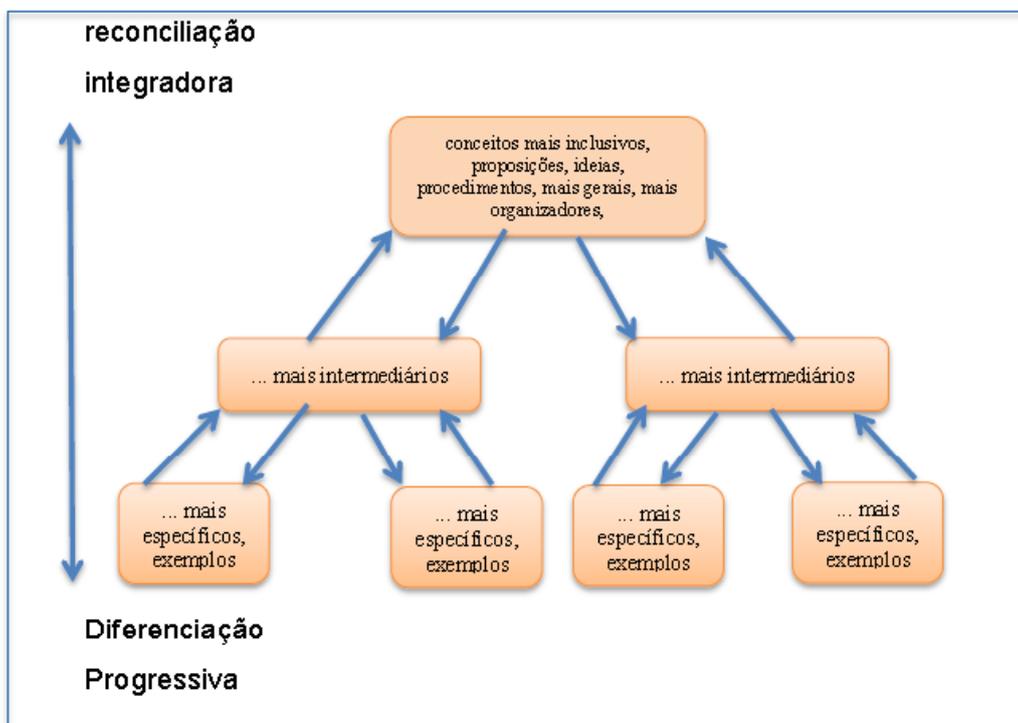
Resumindo, o aluno aprende a partir do que já sabe. É com a utilização da diferenciação progressiva e da reconciliação integrativa que a estrutura cognitiva vai mudando. Se a diferenciação progressiva e a reconciliação integrativa, ou integradora, são processos fundamentais da dinâmica da estrutura cognitiva no decorrer da aprendizagem significativa, a facilitação da aprendizagem em situações de ensino deveriam usá-los como princípios programáticos da matéria de ensino.

Isso significa que o conteúdo curricular deveria, inicialmente, ser mapeado inicialmente de maneira conceitual, de modo a identificar as ideias mais gerais, mais inclusivas, os conceitos estruturantes, as proposições-chave do que vai ser ensinado. Essa análise permitiria identificar o que é importante e o que é secundário, supérfluo, no conteúdo curricular.

Feito isso, o ensino deveria começar com aspectos mais gerais, mais inclusivos, mais organizadores, do conteúdo e, então progressivamente diferenciá-los. Não seria, no entanto, uma abordagem dedutiva. Uma vez introduzidos os conceitos e proposições mais gerais e inclusivos, eles devem, imediatamente, serem exemplificados, trabalhados em situações de ensino. Ao longo de todo um curso de uma disciplina, por exemplo, os conceitos gerais e específicos devem ser trabalhados em uma perspectiva de diferenciação e integração, de descer e subir várias vezes, nas hierarquias conceituais. Também não é uma abordagem indutiva. São as duas coisas, diferenciação progressiva e reconciliação integradora, acontecendo, intencionalmente, ao mesmo tempo, tal como sugere a figura 8.

É importante saber que a reconciliação integradora, ou integrativa, é um processo da dinâmica da estrutura cognitiva, simultâneo ao da diferenciação progressiva, que consiste em eliminar diferenças aparentes, resolver inconsistências, integrar significados. (MOREIRA,2013)

**Figura 8: Diagrama indicando que a diferenciação progressiva e a reconciliação integradora são processos independentes e simultâneos tanto na dinâmica da estrutura cognitiva como no ensino.**



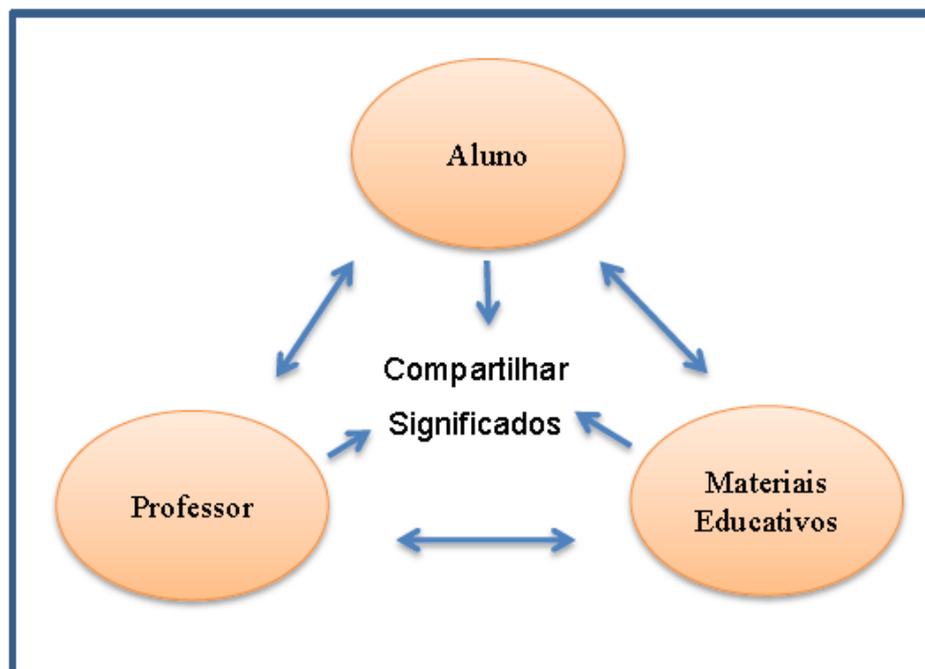
Fonte: MOREIRA (2011).

Observa-se, contudo, que começar com o que é mais geral, mais inclusivo, em uma disciplina não significa apresentá-lo em sua forma final, formal, abstrata, sofisticada matematicamente. Isso estaria contrariando a diferenciação progressiva, a reconciliação integradora e o conhecimento prévio do aluno. No caso de um conteúdo científico, por exemplo, que esteja organizado entorno de duas ou três leis devemos utilizar a diferenciação progressiva e a reconciliação integradora no decorrer da explicação das leis.

### 2.2.2 O modelo de Gowin

D. B Gowin (1981), educador e filósofo da educação que muito contribuiu para a teoria da aprendizagem significativa, vê o processo de ensino aprendizagem como uma relação triádica que ocorre dentro de um contexto, como sugere a figura 9.

**Figura 9: Modelo de ensino de Gowin**



Fonte: MOREIRA (2011).

Nessa relação triádica mostrada na figura cabe algumas relações diáticas:

Professor – Materiais Educativos

Professor – Aluno

Aluno – Aluno (Professor – Professor)

Aluno – Materiais Educativos

Cada uma dessas relações pode ser educativa ou degenerativa. As primeiras são estabelecidas a ter um lugar na relação triádica. As relações degenerativas são aquelas que se tornam tão autocontidas, que interferem com a concretização da relação triádica. O produto dessa relação entre professor, materiais educativos e aluno é o compartilhar significados.

Ainda de acordo com Moreia, Gowin vê uma relação triádica entre professor, materiais educativos e aluno, para ele, uma relação de ensino-aprendizagem se caracteriza pelo compartilhamento de significados entre o aluno e o professor e a respeito dos conhecimentos veiculados pelos materiais educativos do currículo. Em suma, usando materiais educativos do currículo, professor e aluno buscam congruência de significados.

### **2.3 Jogos digitais como recurso para o ensino**

A escolha do produto educacional produzido nesse trabalho se deve ao fascínio que a tecnologia, naturalmente, desperta em crianças, jovens, adultos e até mesmo em alguns idosos, vem tornando-a um recurso essencial para disseminação de informação e comunicação atualmente. Visto isso, uma tendência que avança rapidamente é a do uso de tecnologia no âmbito da Educação. O fato de ter-se em vigência uma “sociedade da informação” unida à inovação tecnológica constante faz com que o uso de recursos tecnológicos na Educação seja necessário para explorar todas as formas de se disseminar conhecimento, instigar a aprendizagem e tornar atrativo esse processo (Vieira 2005).

Desde a origem dos jogos digitais, a sua prática faz com que o jogador exercite o raciocínio e adquira habilidades. No entanto, com a evolução das metodologias de ensino/ aprendizagem, os jogos digitais passaram a ser vistos como ferramenta essencial nesse processo de construção de conhecimento, apresentando assim uma perspectiva

que vai além da diversão, incorporando objetivos educacionais como, por exemplo, provendo meios para ensinar a ler e escrever, exercitar operações aritméticas, entre outros conteúdos interdisciplinares (Pereira, 2008).

Os jogos didáticos, em especial os jogos didáticos virtuais como o que foi construído neste trabalho, aumentam o interesse dos alunos, conseqüentemente melhoram o aprendizado dos mesmos, como explicita Gomes (2001): O jogo didático pode ser utilizado como uma alternativa para melhorar o desempenho dos estudantes em alguns conteúdos de difícil aprendizagem (GOMES,2001).

Através dos Jogos Digitais Educativos é possível criar um ambiente de ensino atrativo e agradável. Combinando entretenimento e educação, eles se tornam um recurso pedagógico ao qual educadores podem se apoiar para a realização de aulas mais dinâmicas, mudando o tradicional modelo de ensino que já não surte grande empolgação nos aprendizes (Tarouco et al. 2004).

É interessante a utilização de jogos digitais, pois os mesmos possibilitam reforçar os conteúdos estudados, despertar o interesse dos alunos, auxiliar no desenvolvimento do raciocínio lógico, potencializar a aprendizagem, possibilitando a construção do conhecimento de forma prazerosa e propiciando uma forma diferenciada de aprendizagem (Falkembach and Geller 2006).

Acredita-se, neste trabalho, que os jogos digitais educativos têm as características necessárias para serem consolidados como um recurso didático-pedagógico, que possa auxiliar o professor no ensino de determinado conteúdo, unindo diversão à transmissão de conhecimento, aquisição de habilidades e facilidade de ensino.

O ambiente do jogo e as interações que ele cria entre os jogadores tem um grande potencial de ambiente de aprendizagem dentro e fora da escola. O ambiente de competição entre os indivíduos contribui para o desenvolvimento dos indivíduos que compõem o grupo.

Em sua Tese de Doutorado Eucidio Pimenta Arruda (2009) afirma que a potencialidade do jogo digital como espaço de desafio, troca de experiências e apresentação de problemas cresce, dessa forma, em nível exponencial, uma vez que

qualquer pessoa, em qualquer lugar do mundo, pode acessar ao mesmo espaço lúdico digitalizado. De maneira geral, é possível inferir que os jogos digitais possibilitam espaços de aprendizagem, criados, sobretudo, pelas demandas postas pelo jogo no que tange à resolução de problemas. Além disso, os jogos digitais contemporâneos, ao inserirem os espaços de comunicação *online*, proporcionam, ainda, espaços de aprendizagem entre jogadores com diferentes experiências, histórias de vida e referências culturais espalhadas pelo mundo (Arruda 2009).

O jogo digital como ferramenta que auxilia o professor na dinâmica da aula, na escola, ou como recurso que facilite o aprendizado do aluno sem a presença do professor, pode ser utilizado como um importante disseminador de conhecimento e trocas de conhecimento entre os jogadores.

Uma realidade da nossa sociedade brasileira é que a quantidade de computadores de mesa (os PC`s) nas residências está diminuindo, porém o número de aparelhos móveis como Tablets e Smartphones tem aumentado significativamente, diante disso e por acreditar que essa mobilidade é um fator crucial para o uso desse tipo de eletroeletrônico o jogo construído para esse trabalho será disponibilizado para ser instalado nesses equipamentos móveis.

Atualmente, muitos dos jovens que frequentam instituições de ensino público ou privadas tem smartphones e/ou Tablets. Os tablets, como são mais portáteis que os computadores de mesa, e normalmente controlados a partir de uma tela de toque (touchscreen) que substitui o mouse e teclado. Eles possuem telas maiores que os smartphones, facilitando a leitura de textos e o uso de aplicativos, mas os dois tipos de aparelho não diferem muito quando se trata da capacidade de processamento e memória. Tablets são mais baratos que os computadores convencionais, e a combinação de preço e portabilidade fez deles os computadores pessoais mais populares no mundo, com vendas superiores às dos laptops e desktops. Smartphones e tablets são bastante difundidos entre os jovens na idade escolar, inclusive no Brasil. São muito utilizados em sala de aula, geralmente de forma inapropriada, gerando frequentes problemas disciplinares e levando algumas escolas a proibir seu uso. Do ponto de vista do ensino de física, o que interessa é que os smartphones e tablets já trazem de fábrica uma variedade de sensores, capazes de medir diretamente grandezas físicas importantes. Atualmente, boa parte desses aparelhos tem os seguintes sensores:

- acelerômetro,
- giroscópio,
- magnetômetro,
- microfone,
- câmera fotográfica e de vídeo,
- luxímetro,
- GPS,
- sensor de proximidade.

Todos esses sensores têm programas que lêem as medidas efetuadas, mostram o resultado em forma gráfica e armazenam os dados em arquivos. Se necessário, os arquivos podem ser enviados por e-mail (ou forma equivalente) a um computador maior para posterior análise. Muitos desses programas são gratuitos e podem ser obtidos facilmente via internet.

Na programação do jogo proposto como produto educacional dessa dissertação do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física – MNPEF, polo UFPI foi utilizado o smartphone LG E455f.

As vantagens de se utilizar tablets e smartphones em experimentos didáticos estão sendo gradativamente percebidas pelos professores de Física, e um número crescente de atividades envolvendo esses aparelhos têm sido descritas na literatura. Por exemplo, a revista *The Physics Teacher*, da American Association of Physics Teachers, abriu recentemente uma seção (iPhysicsLabs) inteiramente dedicada a experimentos com tablets e smartphones.

Em um estudo sobre como estudantes respondem à introdução em sala de aula de um conjunto de tablets, Van Dusen e Otero observaram que “ao facilitar a coleta de dados, análise e colaboração, os iPads permitiram que os estudantes tirassem suas próprias conclusões baseados em evidências, ao invés de depender do livro ou professor para chegar a soluções” e que “ao contrário de anos anteriores, os alunos começaram a ir regularmente à sala de aula fora do horário de classe para trabalhar em projetos de Física”. Tablets e smartphones são atraentes como instrumentos de laboratório por motivos que vão além de sua capacidade como ferramenta de medida. Eles fazem parte

da vida e cultura dos estudantes, que estão acostumados a utilizá-los e encaram com interesse novas possibilidades de aplicação. Como já vimos, uma atividade experimental bem sucedida do ponto de vista da aprendizagem exige a participação ativa do aluno, não apenas a execução passiva das instruções de um guia de laboratório. O uso de um aparelho que faz parte do cotidiano fornece aos alunos uma referência familiar, capaz de mediar sua interação com o laboratório didático. Essa mediação facilita não apenas a realização das atividades propostas pelo professor; ela também favorece o desenvolvimento de novas ações investigativas por parte dos alunos, como a proposta de experimentos que estendam a atividade prática original. Nada impede que essas ações sejam, inclusive, realizadas fora da sala de aula ou da escola. Como boa parte dos estudantes carrega um smartphone em seu bolso, eles podem utilizar os recursos do aparelho para analisar fenômenos do seu dia-a-dia, estabelecendo a relação essencial entre a física estudada na sala de aula e a experiência cotidiana.

Por razões demonstradas acima, principalmente o fascínio e a mobilidade, é que é adotado nesse trabalho smartphones e tablets para a utilização do aplicativo intitulado (“Universo da Física – Eletromagnetismo”).

Os jogos causam um fascínio incrível (GIL,2013) nas crianças que ao descobrirem e entrarem para o mundo dos jogos, nunca mais esquecem e nunca mais deixam de gostar de jogar. Pois o jogo traz um desafio para mente, que é a descoberta da lógica de seu funcionamento, e uma vez que consiga descobrir a lógica, passar-se a dominar o jogo ou pelo menos aquele nível ou fase, e à medida que se progride no jogo, em novas descobertas, vai-se avançando também nas fases. Propositalmente o jogo aqui desenvolvido, pelo fato de ter o intuito de ser lúdico foi construído com fases (níveis de aprofundamento) por motivos já mencionados acima.

Joceline Mausolff Grübel e Marta Rosecler Bez em Jogos Educativos faz referência a Lara (2004), que afirma que os jogos, ultimamente, vêm ganhando espaço dentro das escolas, numa tentativa de trazer o lúdico para dentro da sala de aula. Acrescenta que a pretensão da maioria dos professores com a sua utilização é a de tornar as aulas mais agradáveis com o intuito de fazer com que a aprendizagem torne-se algo mais fascinante; além disso, as atividades lúdicas podem ser consideradas como uma estratégia que estimula o raciocínio, levando o estudante a enfrentar situações conflitantes relacionadas com o seu cotidiano. Jogos bem elaborados e explorados

podem ser vistos como uma estratégia de ensino, podendo atingir diferentes objetivos que variam desde o simples treinamento, até a construção de um determinado conhecimento, afirma Lara (2004). A aprendizagem através de jogos, como dominó, palavras cruzadas, memória e outros permite que o aluno faça da aprendizagem um processo interessante e até divertido. Para isso, eles devem ser utilizados ocasionalmente para sanar as lacunas que se produzem na atividade escolar diária. Neste sentido verificamos que há três aspectos que por si só justificam a incorporação do jogo nas aulas. São estes: o caráter lúdico, o desenvolvimento de técnicas intelectuais e a formação de relações sociais. (GROENWALD e TIMM, 2002 *apud* LARA, 2004, p.23).

## Capítulo 3

### Metodologia

Compilando as ideias dos objetivos que se pretende chegar com os modelos sistemáticos elaborados por Ausubel construiu-se, nesse trabalho, um recurso didático baseado na referida metodologia. O universo da Física – Eletromagnetismo é um aplicativo que utiliza a plataforma Android, para ser utilizados em smartphones e tablets. Para a construção do aplicativo utilizou-se o programa “*App inventor2*” que foi desenvolvido por pesquisadores do instituto Tecnológico de Massachusetts (Massachusetts Institute of Technology-MIT). O aplicativo desenvolvido nesse trabalho é um jogo de perguntas e respostas que envolvem o assunto de eletromagnetismo, em que as perguntas estão organizadas em níveis de complexidade, pois a teoria Ausubeliana afirma que para ter um aprendizado significativo é necessário ter um bom aprofundamento nos conceitos básicos. As questões estão organizadas em níveis e cada nível está representado com uma cor diferente, as questões do nível 1 (Formação dos subsunçores) estão representadas com a cor verde, as questões do nível 2 (consolidação dos subsunçores) estão representadas com a cor azul e finalmente as questões do nível 3 (maior elaboração e consolidação dos subsunçores) estão representadas com a cor vermelho.

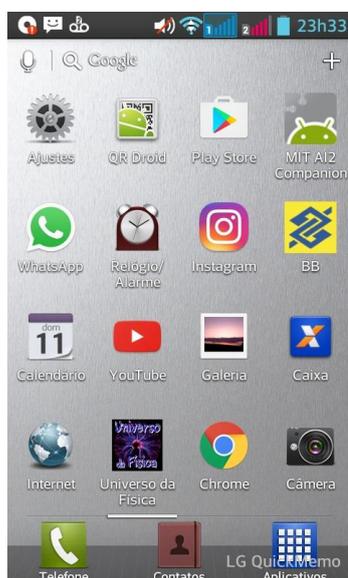
Pretende-se com o uso do aplicativo despertar, em um primeiro momento, o interesse do aluno para o conteúdo, em um segundo momento tornar o aprendizado mais lúdico, mais significativo e com isso facilitar a apreensão do conteúdo. As questões utilizadas no jogo foram retiradas do CD-ROM que vem como material de apoio do livro Fundamentos da Física dos autores Ramalho, Nicolau e Toledo da editora Moderna. Tal escolha se deve ao banco de questões do referido material ser dividido em Níveis: Nível Fácil, Nível Médio e Nível Difícil. Quando foi necessário o autor modificou as questões para adequá-las a proposta do jogo.

#### 3.1 O jogo “Universo da Física – Eletromagnetismo”

O jogo proposto neste trabalho, intitulado “Universo da Física-Eletromagnetismo” é um aplicativo de perguntas e respostas relacionadas com o

conteúdo de eletromagnetismo. O jogo foi disponibilizado em um Aplicativo para Android. Instalado no Smartphone ou Tablet o aplicativo terá a aparência mostrada na figura 10.

**Figura 10: Ícone de atalho do aplicativo na tela do Smartphone.**



Fonte: Autoria própria

Clicando uma vez em cima do ícone do aplicativo já iniciará o jogo, onde sua primeira tela é mostrada na figura 11, logo abaixo.

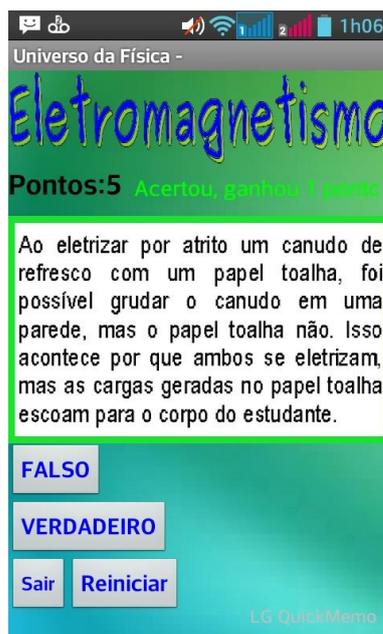
**Figura 11: Primeira tela do jogo Universo da Física – Eletromagnetismo.**



Fonte: Autoria própria

Nessa primeira tela o jogador, para ganhar um ponto, terá que acertar na figura que se move aleatoriamente, caso erre, ele perderá um ponto e continuará tentando até acertar na figura. Superado esse início do jogo (acertando a figura) surgirá outra tela como mostrado na figura 12.

**Figura 12: Aparência do jogo no nível 1**



.Fonte: Autoria própria

No momento de responder as questões o jogador analisará e clicará em verdadeiro ou falso para as afirmações, acertando ganhará três pontos e errando perderá dois pontos. As questões do nível 1 do jogo são de fácil compreensão, como mostra a tabela 3.

**Tabela 3: nível 1- formação de subsunçores.**

QUESTÕES	ENUNCIADO	RESPOSTA
Questão 1	A soma das afirmativas a seguir vale três. (01)Um ponto eletricamente neutro é desprovido de carga elétrica. (02)A carga elétrica é quantizada.	<b>FALSO</b>

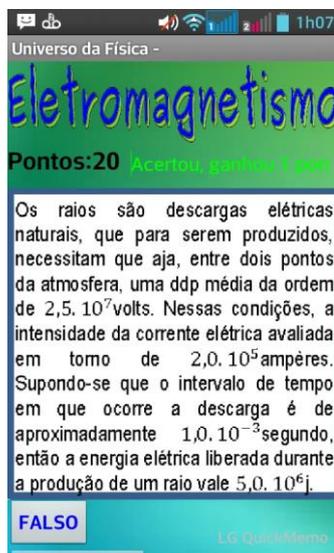
	(03)A carga elétrica de um elétron é, em módulo, menor que a carga do próton.	
Questão 2	Ao eletrizar por atrito um canudo de refresco com um papel toalha, foi possível grudar o canudo em uma parede, mas o papel toalha não. Isso acontece por que ambos se eletrizam, mas as cargas geradas no papel toalha escoam para o corpo do estudante.	VERDADEIRO
Questão 3	Quatro esferas condutoras idênticas, A, B, C e D, estão isoladas uma das outras. Inicialmente, A está com carga $Q$ e as outras estão neutras. Em seguida, faz-se o contato entre as esferas A e B; após, realiza-se o contato entre as esferas A e C e finalmente entre A e D. Após cada contato, as esferas são separadas. Pode-se afirmar que a carga elétrica da esfera D após os contatos é $Q/4$ ?	FALSO.
Questão 4	Em um corpo eletricamente neutro há a mesma quantidade de elétrons e prótons, mas, como a massa do próton é maior do que a massa do elétron, a carga elétrica total do corpo é positiva.	FALSO
Questão 5	O campo elétrico $E_1$ de uma carga puntiforme $q$ a uma distância $d$ tem intensidade $x$ . O campo elétrico $E_2$ de uma carga $4q$ a uma distância $2d$ tem intensidade de $x$ .	VERDADEIRO.
Questão 6	Um fio metálico é percorrido por uma corrente elétrica contínua e constante. Uma seção transversal do fio é atravessada por uma carga de $16c$ em 5 segundos. A intensidade da corrente elétrica nesse fio é igual a $3,2A$ .	VERDADEIRO.

Questão 7	Um condutor é percorrido por uma corrente elétrica de intensidade $i = 800mA$ . Conhecida a carga elétrica elementar, $e = 1,6 \cdot 10^{-19}C$ , o número de elétrons que atravessa uma seção normal desse condutor, por segundo é $2 \cdot 10^{16}$ .	FALSO
Questão 8	Davi mudou-se da cidade de São José dos Campos para São Paulo, levando consigo um aquecedor elétrico. O que deverá ele fazer para manter a mesma potência de seu aquecedor, sabendo-se que a ddp na rede em São José dos Campos é de 220v, enquanto em São Paulo é de 110? Deve substituir a resistência do aquecedor por outra quatro vezes maior.	VERDADEIRO.
Questão 9	O campo magnético no interior de um solenoide tem intensidade $\beta = 8 \cdot 10^{-2}T$ , o comprimento do solenoide é $L = 0,5\pi$ m e a corrente que o atravessa tem intensidade $i = 4A$ . Sabendo que $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$ T.m/A. O número de espiras do solenoide será igual a 25000.	VERDADEIRO
Questão 10	Da palavra <i>aimant</i> , que traduzido do francês significa amante, originou-se o nome ímã, devido à capacidade que esses objetos têm de exercer atração e repulsão. Sobre essas manifestações, considere a proposição: Assim como há ímãs que possuem os dois polos, sul e norte, há ímãs que possuem apenas um.	FALSO

Fonte: Autoria própria

Em seguida irá para a tela onde terá que acertar na figura que se move (Figura 11) e o procedimento ser repete, passando pelos níveis dois e três, até o jogo ser finalizado.

**Figura 13: Aparência do jogo no nível 2.**



Fonte: Autoria própria

No segundo nível do jogo as questões tem um grau de complexidade um pouco maior que no nível 1, no entanto os conhecimentos adquiridos com o estudo realizado durante a partida no primeiro nível ajudarão substancialmente na resolução das questões do segundo nível. Na tabela 4 tem-se as questões carregadas no nível 2 do jogo.

**Tabela 4: nível 2- consolidação dos subunçores.**

QUESTÕES	ENUNCIADO	RESPOSTA
Questão 11	Três cargas positivas iguais de $2,0 \cdot 10^{-6} C$ estão fixas nos vértices de um triangulo equilátero de lado igual a 0,30 m. A constante eletrostática do meio é $K = 9 \cdot 10^9 N \cdot m^2 / C^2 m$ . A força elétrica resultante numa delas tem intensidade 0,71N.	<b>FALSO</b>
Questão 12	Pode-se imaginar o átomo de hidrogênio constituído por um próton fixo, em torno do qual um elétron descreve órbita circular de raio $r =$	<b>VERDADEIRO</b>

	<p><math>5,3 \cdot 10^{-11}m</math>, com velocidade <math>v = 1,0 \cdot 10^7 m/s</math>. A intensidade da força que o próton exerce sobre o elétron e o período do elétron são respectivamente <math>82nN</math> e <math>33 \cdot 10^{-18}s</math>.</p>	
Questão 13	<p>Estima-se que o campo elétrico produzido pela terra, nas vizinças de sua superfície, seja de <math>150N/C</math>, vertical, apontando para baixo. A carga que deveria ter uma moeda de massa <math>1,5 g</math> para que a força elétrica sobre ela equilibrasse a força gravitacional seria <math>10^{-4}C</math>.</p>	FALSO
Questão 14	<p>A intensidade do vetor campo elétrico e potencial elétrico em um ponto <math>P</math> do campo gerado por uma carga elétrica puntiforme <math>Q &gt; 0</math> valem, respectivamente, <math>1,8 \cdot 10^4 N/C</math> e <math>3,6 \cdot 10^4 V</math>. O valor da carga <math>Q</math> é <math>8\mu C</math>.</p>	VERDADEIRO
Questão 15	<p>Três esferas condutoras de raios <math>R</math>, <math>3R</math> e <math>5R</math> e eletrizadas, respectivamente, com quantidade de cargas iguais a <math>-15\mu C</math>, <math>-30\mu C</math> e <math>+30\mu C</math> estão muito afastadas entre si. As esferas são então interligadas por um fio metálico de capacitância desprezível até que o sistema atinge completo equilíbrio. Nessa situação, o valor da quantidade de carga da esfera de <math>3R</math> é aproximadamente <math>1,7\mu C</math>.</p>	FALSO
Questão 16	<p>Os raios são descargas elétricas naturais, que para serem produzidos, necessitam que aja, entre dois pontos da atmosfera, uma ddp média da ordem de <math>2,5 \cdot 10^7</math> volts. Nessas condições, a intensidade da corrente elétrica avaliada em torno de <math>2,0 \cdot 10^5</math> ampères. Supondo-se que o intervalo de tempo em que ocorre a descarga é de</p>	FALSO

	aproximadamente $1,0 \cdot 10^{-3}$ segundo, então a energia elétrica liberada durante a produção de um raio vale $5,0 \cdot 10^6$ j.	
Questão 17	Um aquecedor elétrico, projetado para operar com tensão de 220 V, leva certa quantidade de água à fervura em um tempo $T_0$ . Se utilizarmos uma fonte de 110 V, a mesma quantidade de água é fervida em um tempo igual a $4T_0$ .	FALSO
Questão 18	Um estudante prepara seu café da manhã aquecendo $200\text{cm}^3$ de água em um ebulidor. O ebulidor possui uma resistência elétrica de 50ohms e foi ligado a uma tensão de 125 V. Sabendo que a temperatura da água estava inicialmente a $20^\circ\text{C}$ , o tempo necessário para aquecer essa massa de água até $100^\circ\text{C}$ é igual a 12 segundos. Considere: $4,2 \text{ J/cal}$ ; $c_{\text{água}} = 1,0\text{cal/g}^\circ\text{C}$ ; $d_{\text{água}} = 1,0\text{g/cm}^3$ .	FALSO
Questão 19	Durante o inverno, o chuveiro elétrico da residência de um electricista-aprendiz não esquentava a água o suficiente para proporcionar “aquele” banho. Ele resolve, então, duplicar o comprimento do fio metálico que compõe a resistência do chuveiro, pretendendo, com isso, que ela aqueça mais ainda a mesma quantidade de água. O electricista-aprendiz consegue o seu intento.	VERDADEIRO
Questão 20	Um chuveiro elétrico tem um seletor que lhe permite fornecer duas potências distintas: na posição “verão” o chuveiro fornece 2700 W; na posição “inverno” fornece 4800 W. José, dono do	FALSO

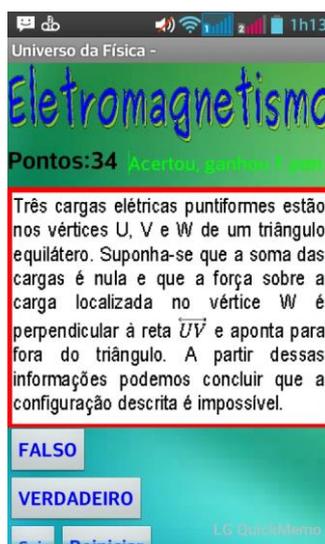
	<p>chuveiro, usa-o na posição “inverno” durante 20 minutos ao dia. Para diminuir o valor da conta de luz José usa o chuveiro na posição “verão”, pelos mesmos 20 minutos diários. Sabendo que o preço do quilowatt-hora seja de R\$ 0,20, isso representa uma economia diária de 1,40 reais.</p>	
--	--	--

Fonte: Autoria própria

A luz da reconciliação progressiva e da reconciliação integradora facilita-se a resolução das questões do nível 2 do jogo, pois conceitos básicos explorados anteriormente fornecem subsunçores que concretizam conteúdos tornando os seus desdobramentos de fácil entendimento.

O nível 3 do jogo é contemplado com as questões de maior complexidade, em que vai ser exigido maior conhecimento e raciocínio do aluno que estiver jogando.

**Figura 14: Aparência do jogo no nível 3.**



Fonte: Autoria própria

O nível 3 foi contemplado com dez questões, que estão expostas na tabela 5.

**Tabela 5: nível 3- maior elaboração e consolidação dos subsunçores**

QUESTÕES	ENUNCIADO	RESPOSTA
Questão 21	Três cargas elétricas puntiformes estão nos vértices U, V e W de um triângulo equilátero. Suponha-se que a soma das cargas é nula e que a força sobre a carga localizada no vértice W é perpendicular à reta $\overline{UV}$ e aponta para fora do triângulo. A partir dessas informações podemos concluir que a configuração descrita é impossível.	<b>VERDADEIRO</b>
Questão 22	Duas pequeníssimas esferas condutoras idênticas estão situadas sobre uma mesma reta vertical. A esfera A, suspensa por um fio isolante inextensível e de massa desprezível, tem massa de 2,00 g e está eletrizada com carga $Q_A = 4\mu C$ e está a 3,00 cm da esfera B. A esfera B, presa a uma haste rígida, isolante, está inicialmente neutra. Em seguida, eletriza-se a esfera B com uma carga elétrica $Q_B = -1,0nC$ . Após a eletrização da esfera B, a intensidade da força tensora no fio isolante triplicará.	<b>VERDADEIRO</b>
Questão 23	No vértice A de um quadrado de lado $a$ , está fixada uma carga elétrica puntiforme positiva de valor Q. No vértice C (vértice oposto ao vértice A), uma carga idêntica está fixada. Se E é a intensidade do campo	<b>FALSO</b>

	<p>elétrico gerado por uma das duas cargas no vértice B, então é correto afirmar que no centro do quadrado, a intensidade do campo elétrico resultante das duas cargas é igual a <math>2E</math>.</p>	
Questão 24	<p>Uma esfera de peso <math>20\sqrt{3}N</math>, com carga de <math>2C</math>, está em repouso sobre um plano inclinado, liso, feito de um material isolante com a inclinação de <math>30^\circ</math> em relação a horizontal. Sabendo que o vetor campo elétrico está na horizontal e aponta para direita. A intensidade do campo elétrico é <math>30 N/C</math>.</p>	FALSO.
Questão 25	<p>Dois cargas puntiformes <math>Q_1 = 3\mu C</math> e <math>Q_2 = -12\mu C</math> estão fixas em pontos A e B, no vácuo, separadas de <math>9,0</math> cm e isoladas de outras cargas. Tomando o referencial no infinito, o potencial no ponto M, médio de <math>\overline{AB}</math> é igual a <math>18 \cdot 10^5</math> V.</p>	VERDADEIRO.
Questão 26	<p>Num certo instante, algumas linhas de campo elétrico e algumas superfícies equipotenciais geradas pelo peixe elétrico <i>Eigenmannia virescens</i> tem uma configuração inicial, A e C estão em uma equipotencial <math>X'</math> e B e D estão em uma equipotencial <math>X''</math>. A diferença de potencial entre dois pontos quaisquer A e B, próximo do peixe, é <math>V_A - V_B = 4,0 \cdot 10^{-5} V</math>. Supondo que a distância entre os pontos C e D seja <math>5,0 \cdot 10^{-3} m</math> e</p>	FALSO

	que o campo elétrico seja uniforme ao longo da linha que liga esses pontos. O módulo do campo elétrico entre os pontos C e D tem o valor de aproximadamente $8,0 \cdot 10^{-2} V/m$ .	
Questão 27	A diferença de potencial elétrico existente entre o líquido no interior de uma célula e o fluido extracelular é denominado potencial de membrana (espessura da membrana $d = 80 \cdot 10^{-10} m$ ). Quando esse potencial permanece inalterado recebe o nome de potencial de repouso de uma célula. Supondo que o potencial de repouso de uma célula seja de $80 mV$ . A intensidade do campo elétrico no meio externo, na membrana e no interior da célula são respectivamente $0 V/m$ , $-1 \cdot 10^7 V/m$ e $0 V/m$ .	VERDADEIRO
Questão 28	Considere duas placas condutoras horizontais imersas no vácuo distantes $0,9 m$ e ligadas aos terminais de uma bateria de $450 V$ . Uma partícula de massa $2 \cdot 10^{-6} Kg$ e carga elétrica de $4 \cdot 10^{-6} C$ é lançada com uma velocidade inicial de $100 m/s$ perpendicularmente ao campo elétrico gerado entre as placas e na posição intermediária entre essas ( $d/2$ ). A que distância horizontal da origem do lançamento à partícula atinge uma das	FALSO.

	placas? Resposta 2m. (Desconsidere a força gravitacional sobre a partícula).	
Questão 29	No equador, a radiação solar média, por mês, sobre a superfície da Terra, é de aproximadamente $792MJ/m^2$ . O tempo que deve permanecer ligado um aquecedor com tensão igual a 220 V e corrente elétrica de 20 A para produzir uma quantidade de calor equivalente à energia solar mensal incidente $1,00 m^2$ é igual a 30 horas.	FALSO
Questão 30	Um estudante utiliza-se das medidas de um voltímetro V e de um amperímetro A para calcular a resistência elétrica de um resistor. O amperímetro indicou $3mA$ e o voltímetro 10 V. Sabendo que a resistência elétrica do voltímetro é $10K\Omega$ , o valor da resistência R obtida pelo estudante foi de $50\Omega$ .	FALSO

Fonte: Autoria própria

O participante pode jogar sozinho, em dupla, em trio, o modo que for mais agradável e a qualquer momento ele pode sair “botão no canto inferior esquerdo” ou reiniciar o jogo “botão no canto inferior esquerdo”.

### 3.2 Contribuição dos professores na percepção do jogo

No mês de abril, maio e junho de dois mil e dezesseis foi realizada, com trinta e cinco professores do ensino básico da rede Pública (Escolas Estaduais e Federais) e da Rede Privada do estado do Piauí uma exposição do trabalho da dissertação, onde num primeiro momento os professores participaram de uma partida do jogo “Universo da

Física- Eletromagnetismo”, nessa oportunidade eles responderam o questionário, que se encontra no apêndice B dessa dissertação e que aborda apreensão dos conteúdos, a eficiência do jogo no aprendizado dos alunos, o nível das questões selecionadas e a opinião sobre a praticidade e viabilidade desse produto educacional.

A dinâmica utilizada para realização da partida foi no formato de competição, onde cada pesquisado ou grupo de pesquisados jogava para saber qual dos competidores ou grupo de competidores atingia a maior pontuação. É importante salientar que todos da turma tinham Smartphones e/ou Tablets, porém alguns não conseguiram instalar em seus aparelhos o aplicativo e conseqüentemente o jogo. As partidas foram realizadas em duplas ou trios. A competição motivou a resolução das questões com maior seriedade e desempenho.

### **3.3 Contribuição dos alunos na percepção do jogo**

O questionário, que contempla quesitos que indagam se o jogo é divertido, e a intensidade desse divertimento, se ele ajudou o aluno a entender fatos novos sobre a disciplina e se os motivou a buscarem novas fontes de conhecimento, foi aplicado na Unidade Escolar Professor Pinheiro Machado (escola da rede estadual de ensino do estado do Piauí), com 37 alunos do terceiro ano do Ensino Médio no mês de junho de dois mil e dezesseis.

Inicialmente foi explicado aos alunos que o aplicativo construído era um produto educacional construído pelo aluno do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física – MNPEF, que ele foi produzido utilizando uma plataforma de programação livre desenvolvida pelo instituto tecnológico de Massachusetts. Nesse mesmo momento foram explicadas as regras do jogo e respondidas as dúvidas dos alunos referentes aos questionários e as regras de utilização do jogo, em seguida compartilhou-se, via “Bluetooth”, o jogo Universo da Física – Eletromagnetismo. Com o jogo já instalados nos aparelhos dos alunos iniciou-se a partida. A maioria dos estudantes se envolveu com a dinâmica da aula e utilizaram o recurso didático com entusiasmo, competindo entre si para descobrir qual dos estudantes (casos estivesse jogando sozinho) ou grupo de estudantes (jogando em equipe) atingiria a maior pontuação, porém compartilhando seus conhecimentos e discutindo as questões com outros estudantes de sua equipe.

**Figura 15: Momento de explicação do trabalho da dissertação e das regras do jogo Universo da Física – Eletromagnetismo.**



Fonte: Autoria própria

**Figura 16: Transferência do aplicativo “Bluetooth”**



Fonte: Autoria própria

**Figura 17: Momento de realização da partida.**



Fonte: Autoria própria

**Figura 18: alunos jogando em grupo para compartilhar os conhecimentos.**



Fonte: Autoria própria

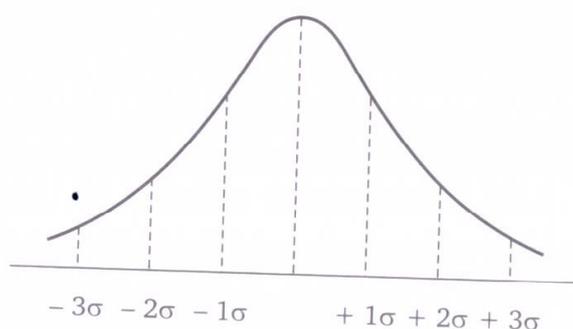
### 3.4 Determinação do tamanho da amostra

De acordo com (GIL,2014) para que uma amostra represente com fidedignidade as características do universo, deve ser composta por um número suficiente de casos. Este número, por sua vez, depende dos seguintes fatores: extensão do universo, nível de confiança estabelecido, erro máximo permitido e percentagem com a qual o fenômeno se verifica.

A extensão do universo. Para tanto, os universos de pesquisa são classificados em finitos e infinitos. Universos finitos são aqueles cujo número de elementos não excede a 100000. Universos infinitos por sua vez, são aqueles que apresentam elementos em número superior a esse. São assim determinados porque, acima de 100000, qualquer que seja o número de elementos do universo, o número de elementos da amostra a ser selecionada será rigorosamente o mesmo.

De acordo com a teoria geral das probabilidades, a distribuição das informações coletadas a partir das amostras ajusta-se geralmente a curva “normal” (Curva de Gauss). Apresenta valores centrais elevados e valores externos reduzidos, conforme indica a figura 19.

**Figura 19: Curva normal da distribuição das informações coletadas**



Fonte: GIL,(2014)

O nível de confiança de uma amostra refere-se à área da curva normal definida a partir do desvios-padrão em relação a sua média. Numa curva normal, a área

compreendida por um desvio-padrão à direita e um à esquerda da média corresponde a aproximadamente 68% do seu total. A área compreendida por dois desvios, por sua vez, corresponde a aproximadamente 95,5% do seu total. Por fim, a área compreendida por três desvios corresponde a 99,7% do seu total. Isso significa que, quando na seleção de uma amostra são considerados dois desvios-padrão, trabalha-se com um nível de confiança de 95,5%. Quando, por sua vez, são considerados três desvios-padrão, o nível de confiança passa a ser de 99,7%.

Os resultados obtidos numa pesquisa a partir das amostras não são rigorosamente exatos em relação ao universo de onde foram extraídas. Esses resultados apresentam sempre um erro de medição, que diminui na proporção em que aumenta o tamanho da amostra. O erro de medição é expresso em termos percentuais e nas pesquisas sociais trabalha-se usualmente com uma estimativa de erro entre 3 e 5%.

A estimativa prévia da percentagem com que se verifica um fenômeno é muito importante para a determinação do tamanho da amostra. Por exemplo, numa pesquisa cujo objetivo é verificar qual a percentagem de protestantes que residem numa cidade, a estimativa prévia desse número é bastante útil. Se for possível afirmar que esse número não é superior a 10%, será necessário um número de casos bem maior do que numa situação em que a percentagem presumível estivesse próxima de 50%.

O cálculo do tamanho de uma amostra pode exigir o concurso de procedimentos estatísticos bastantes especializados. Esses, todavia, tem sempre o seu fundamento nas fórmulas básicas para o cálculo do tamanho da amostra de populações infinitas e finitas.

Quando a população pesquisada não supera 100000 elementos, a formula para o cálculo do tamanho da amostra passa a ser o seguinte:

$$n = \frac{p \cdot q \cdot N \cdot \sigma^2}{e^2(N - 1) + p \cdot q \cdot \sigma^2}$$

Onde:  $n$  = Tamanho da amostra

$\sigma^2$  = Nível de confiança escolhido, expresso em número de desvios-padrão

$p$  =Percentagem com a qual o fenômeno se verifica

$q$  =Percentagem complementar

$N$  =Tamanho da população

$e^2$  =Erro máximo permitido

Para o cálculo do número de amostras (professores/as) que devem ser pesquisadas nessa dissertação para responder a indagação: O jogo didático virtual proposto nesse trabalho facilita o aprendizado de física utilizando a metodologia da aprendizagem significativa de Ausubel? Para tal cálculo presumiu-se que a porcentagem em que o fenômeno se verifica ( resposta sim para a indagação) foi de 90%. Deseja-se, nessa pesquisa um nível de confiança de 95% (dois desvios-padrão) e tolera-se um erro de até 10%.

Logo:

$$n = \frac{90.10.1000.4}{100(999) + 900.4}$$

$$n = 34,78$$

Tendo como referência os cálculos explicitados acima, essa pesquisa será realizada com 35 (trinta e cinco) professores que estão ministrando aula na rede pública ou privada do estado do Piauí.

## **Capítulo 5**

### **Resultados e discussões**

O procedimento utilizado para avaliar a aceitação do aplicativo apresentado como produto educacional nessa dissertação foi baseado nas respostas dos alunos ao questionário específico aos discentes. A qualidade das questões, a viabilidade de aplicação do jogo em sala de aula, também contribuiu para esta análise a partir das respostas dos professores ao questionário.

#### **5.1 Debate com os professores sobre a utilização do jogo**

Antes da utilização do jogo com os alunos é importante que se tenha a contribuição dos Professores sobre a utilização do jogo.

Nesse tópico temos as opiniões de 35 professores das redes públicas e privadas da educação Básica do estado do Piauí.

A metodologia de pesquisa utilizada nesse tópico foi a seguinte: primeiro o autor explicou a proposta do aplicativo aos professores colaboradores, em seguida eles começaram a participar de uma partida do jogo (como nem todos os professores tiveram êxito em instalar o aplicativo em seus aparelhos, as partidas eram jogadas individualmente, em duplas ou em trios) em um segundo momento os professores responderam o questionário que será explorado mais adiante.

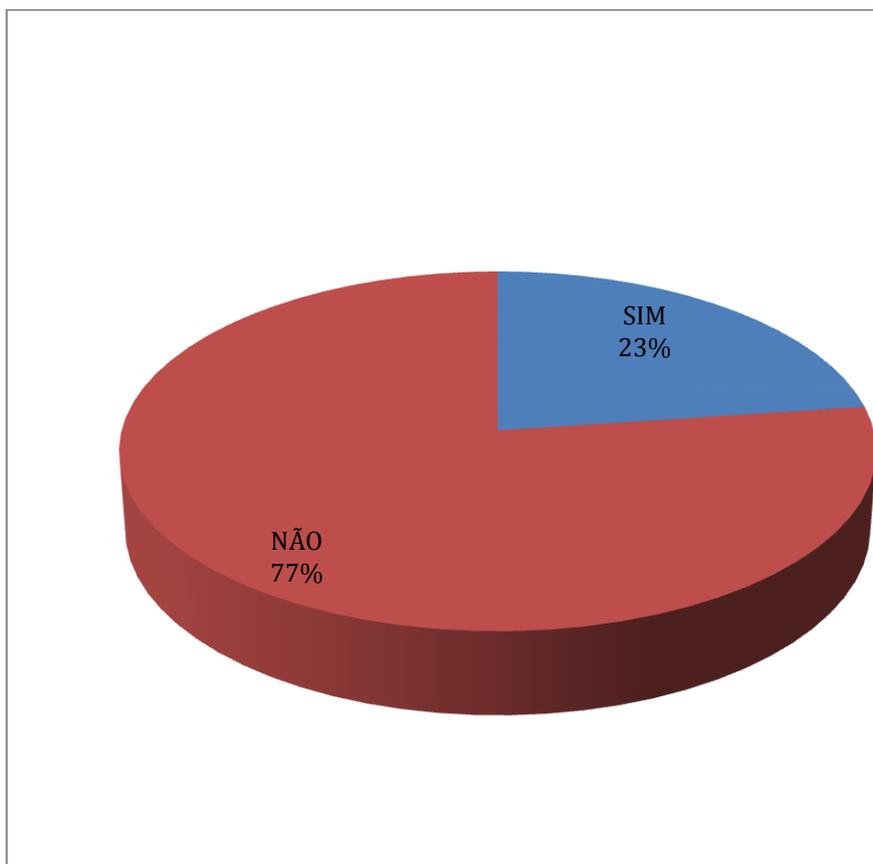
Depois que os professores jogaram as partidas eles responderam o questionário, momento em que relataram suas impressões sobre o jogo: críticas da programação do jogo, da execução, o que pode ser melhorado, como o jogo poderia ser mais útil, em suma o que o professor achar importante. As questões desse questionário são, em sua maioria subjetivas, pois como afirma (SEVERINO et. al,2004), as vantagens da prova discursiva (vamos citar apenas duas mais convenientes para esse trabalho) são:

- Facilita a verificação de habilidades mentais superiores e a capacidade reflexiva ( análise, síntese e julgamento) da pessoa que for responder as perguntas.
- Possibilita verificar a competência em organizar as ideias e em expressa-las por escrito.

Com o intuito de mensurar algumas informações úteis sobre o jogo, foi realizado com os professores que colaboraram com a pesquisa, um questionário sobre a aplicabilidade e utilidade do jogo “Universo da Física – Eletromagnetismo”.

Na primeira pergunta foi questionado se o professor já usou algum jogo didático virtual em sua disciplina.

**Gráfico 1: Utilização de jogo didático virtual**

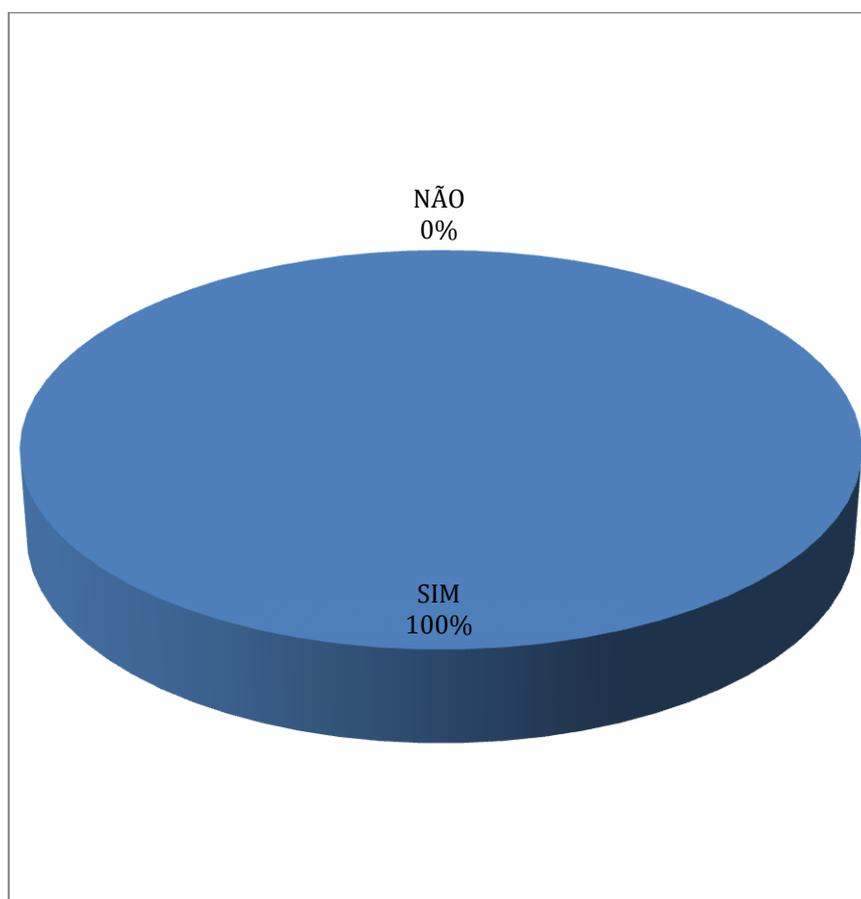


Fonte: Autoria própria

A partir dessas respostas observou-se que a utilização dos jogos didáticos virtuais não é utilizado na prática de sala de aula, dos 35 professores que responderam o questionário apenas 8 professores já utilizaram um jogo digital em sua aula e 27 professores não tinham utilizado esses jogos em suas aulas.

Em seguida foi perguntado se as atividades com jogos didáticos virtuais devem estar inseridas no ensino de física.

**Gráfico 2: Os jogos didáticos virtuais devem ser inseridos no ensino de Física ?**



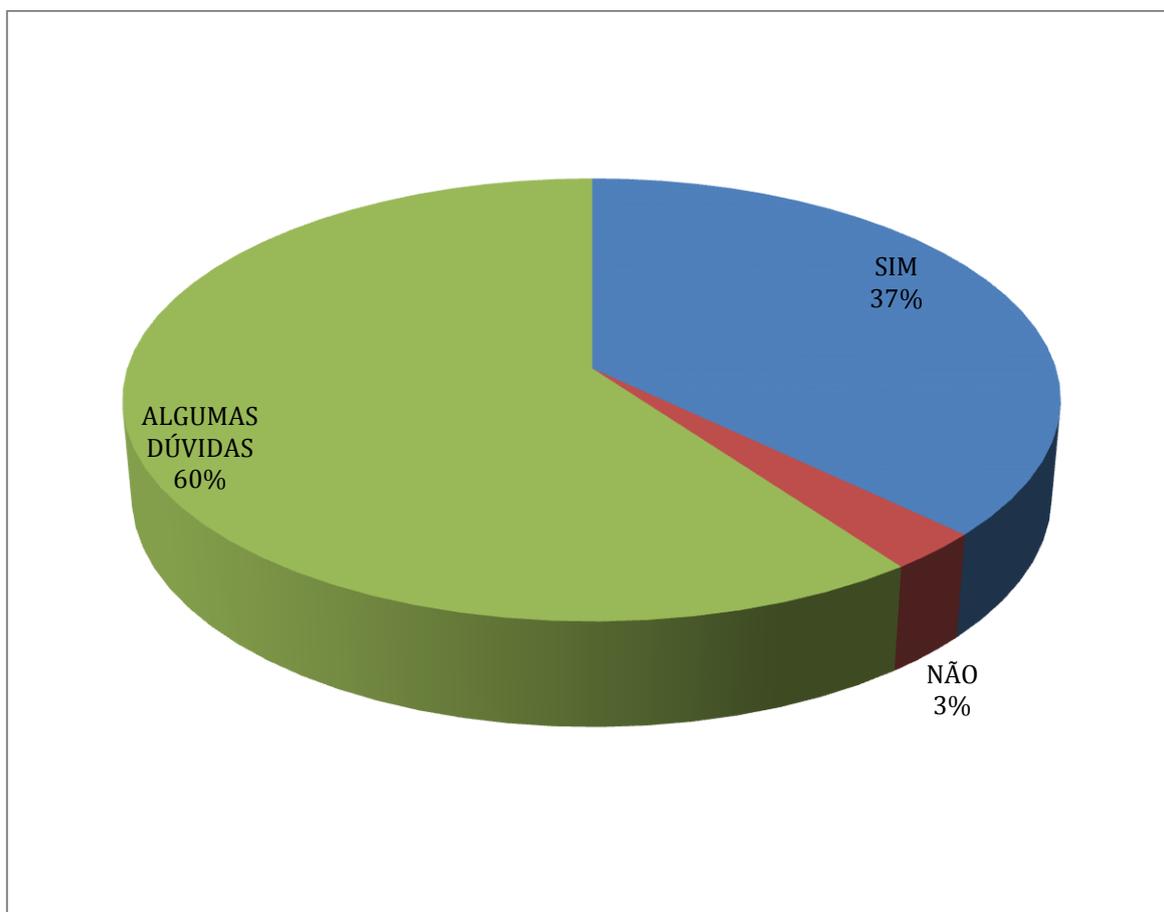
Fonte: Autoria própria

Todos os professores compartilharam a ideia da necessidade de se inserir jogos didáticos virtuais para melhorar o interesse dos alunos do ensino médio na disciplina de física.

Um dos professores pesquisados relata ( $P_{27}$ ): “Os jogos fazem parte do dia-dia do estudante, e até mais do que o necessário, ao inserir o jogo digital no ensino de física as aulas devem se tornar mais atraentes aos estudantes, pois todos tem acesso a smartphones”.

O terceiro questionamento realizado foi se o jogo didático virtual aplicado na física auxilia na aprendizagem do conteúdo abordado. A maioria (60%) responderam que auxiliam em algumas dúvidas, mostrando assim que é uma ferramenta que vai auxiliar a aprendizagem, porem não vai resolver sozinho as dificuldades da aprendizagem.

**Gráfico 3: O jogo didático virtual auxilia na aprendizagem ?**

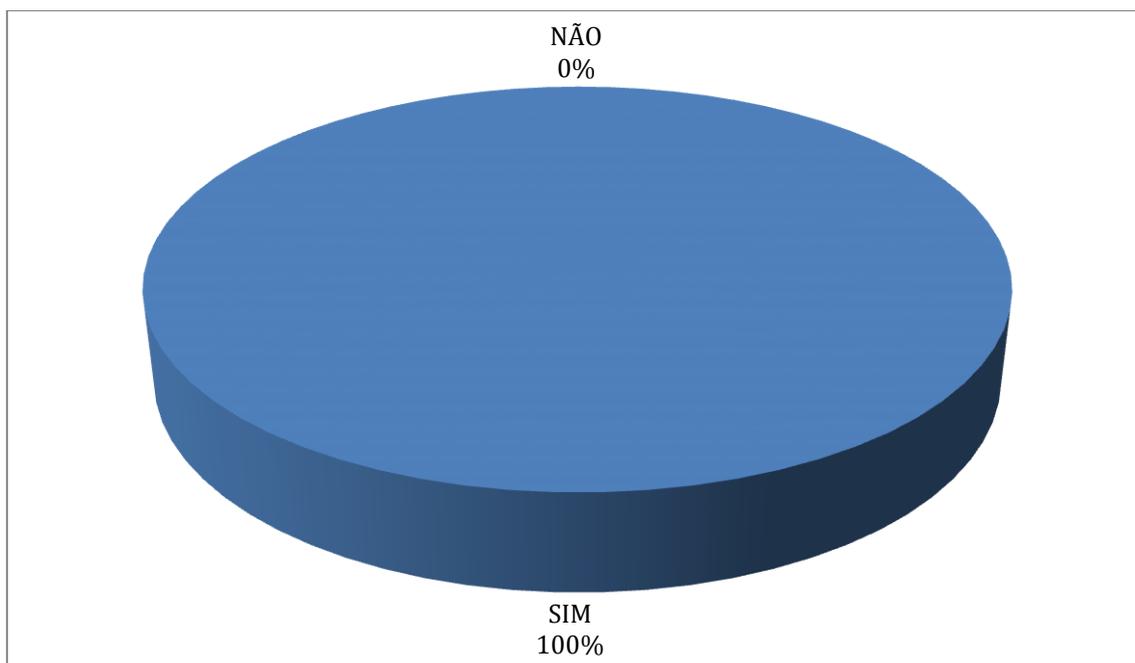


Fonte: Autoria própria

Nesse quesito, é importante exemplificar os argumentos dos professores para cada alternativa. O  $P_{19}$  marcou a opção “sim” e justificou da seguinte forma, “ Como as crianças e jovens atualmente tem um grande interesse pelos tablets e smartphones e pelos jogos instalados nestes dispositivos, é interessante, acredito que esse jogo irá auxiliar na aprendizagem de física”. O  $P_{35}$  marcou a opção “auxilia a sanar algumas dúvidas”, justificou a opção com o argumento de que “ o aluno já deve ter uma habilidade no conteúdo”. O  $P_6$  marcou a opção “não” relatando que “ na aprendizagem não, vejo mais como avaliação. Mas a disputa vai estimular os alunos a estudar mais”.

Em seguida foi perguntado se o jogo didático virtual aplicado na Física faz despertar algum interesse pela disciplina.

**Gráfico 4: Os jogos virtuais digitais despertam o interesse em Física ?**



Fonte: Autoria própria

Sobre o jogo apresentado nesse trabalho foi questionado inicialmente qual a opinião geral que os professores tiveram ao terminar uma partida de Universo da Física – Eletromagnetismo.

O professor  $P_{23}$  expressou sua opinião denotando que é “interessante, na medida em que utiliza, de maneira bem dinâmica, uma plataforma de uso geral por parte de todos, (o celular)”.

Dando continuidade aos questionamentos, foi indagado se o jogo apresentado despertará interesse por parte dos alunos.

O professor  $P_{29}$  explanou que “os alunos anseiam por metodologias que se aproximam cada vez mais de sua vivência”.

Foi perguntado, em seguida, qual a sua atitude dos professores frente à possibilidade de utilizar esse jogo didático virtual em sua aula de física.

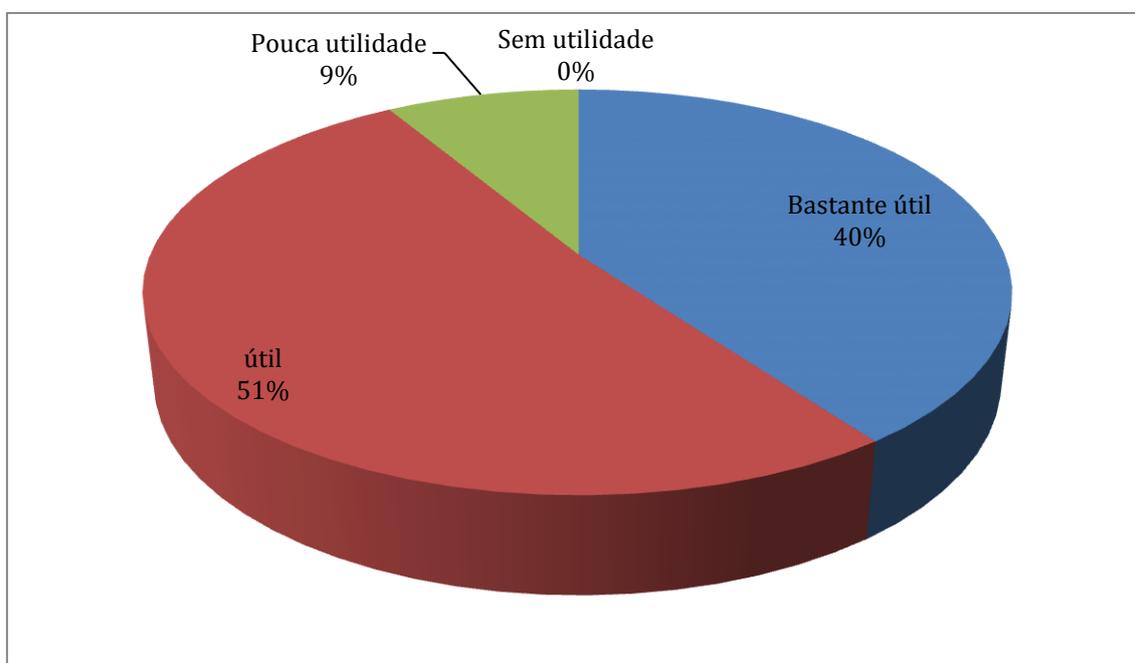
O professor  $P_{15}$  declarou que “poderia utilizar depois de ter dado o conteúdo de eletromagnetismo para os alunos revisarem o conteúdo”.

A oitava pergunta do questionário era se o professor(a) tem alguma sugestão para melhorar o jogo, o professor  $P_{33}$  sugeriu “ uma pontuação extra de acordo com o

intervalo de tempo dado para a resposta”. O professor  $P_{23}$  contribuiu relatando que o jogo deveria “abordar mais questões (situações-problema) que esteja inseridas do dia-a-dia do aluno, tais como consumo de energia, poluição...”.

A pergunta nove indaga de que forma o professor(a) avalia, em relação a utilidade, o jogo universo da física como recurso didático para auxiliar no processo de ensino/ aprendizagem em Física.

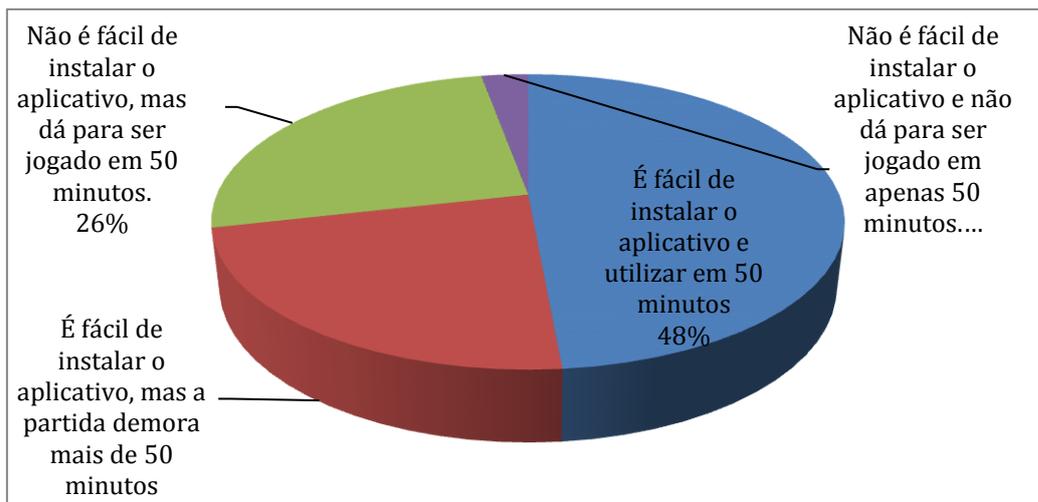
**Gráfico 5: Utilidade do Jogo “Universo da Física – Eletromagnetismo” no processo de ensino/aprendizagem.**



Fonte: Autoria própria

Questionando sobre a viabilidade de uso, foi perguntado se o jogo produzido dá para ser jogado no tempo de uma aula (50 minutos).

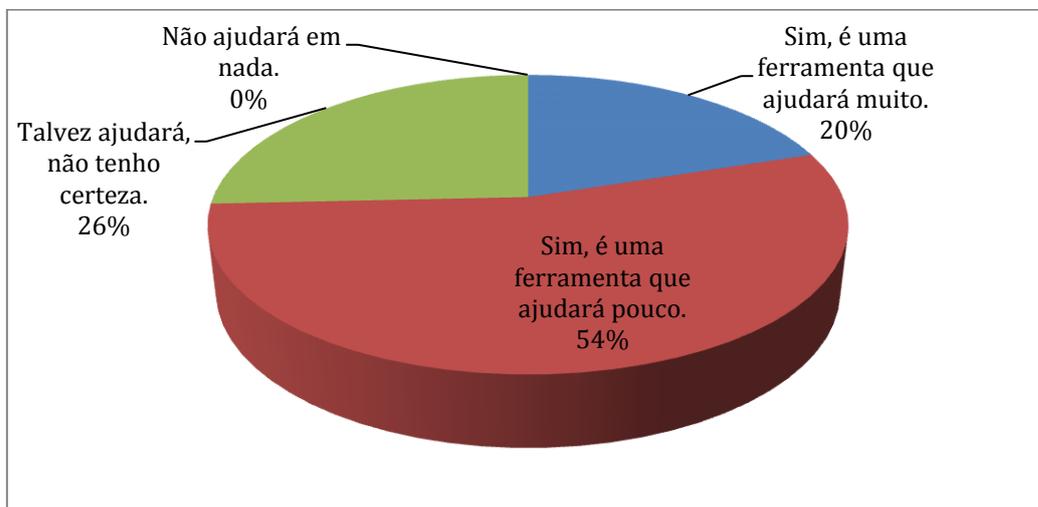
**Gráfico 6: Viabilidade de uso do jogo “Universo da Física – Eletromagnetismo”**



Fonte: Autoria própria

Foi perguntado, também, se o professor acha que o jogo é capaz de ajudar os alunos a passar no ENEM e/ou outras formas de acesso a educação de nível superior.

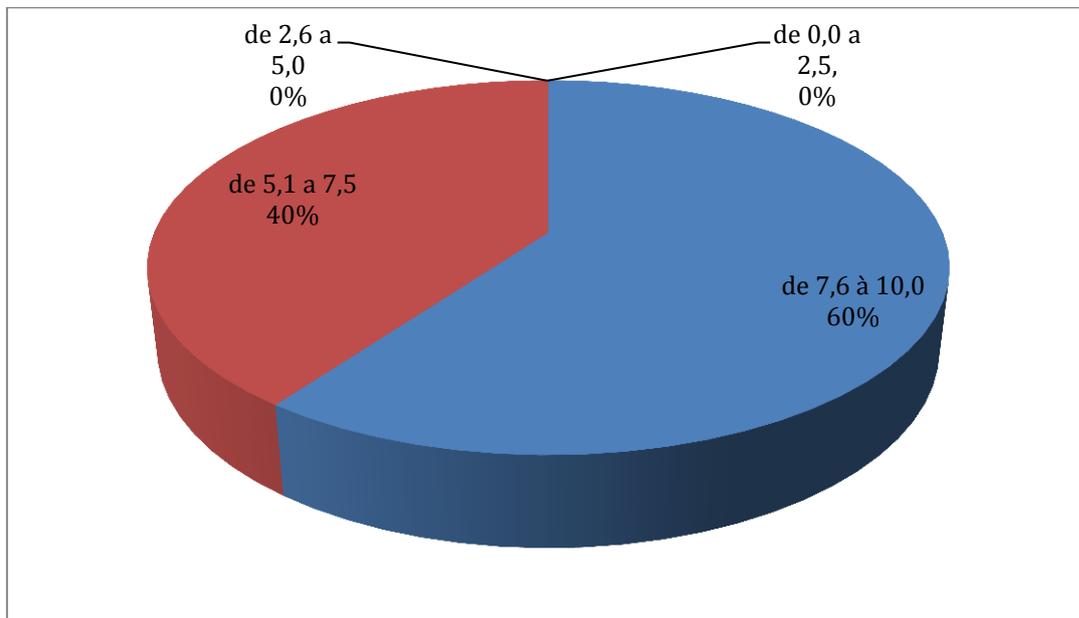
### Gráfico 7: O jogo ajudará o aluno a passar em provas de acesso ao ensino superior?



Fonte: Autoria própria

Por fim questionou-se qual a nota o professor dá para o jogo Universo da Física?, sabendo que 10,0 é a melhor nota e 0,0 a pior nota, considerando, para essa avaliação, o tempo para execução do jogo, o aprisionamento do assunto, a facilidade de leva-lo para a sala de aula e outros aspectos que julgarem importantes.

**Gráfico 8: Faixa de classificação do jogo.**



Fonte: Autoria própria

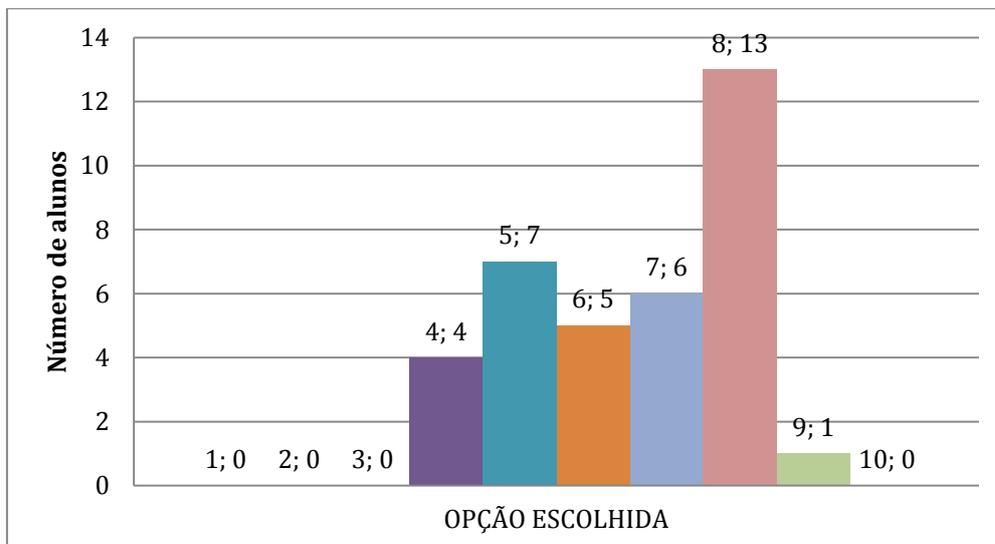
## 5.2 Opinião dos alunos sobre o jogo

o jogo foi usado no fechamento do estudo, tornando possível discutir os resultados obtidos, verificar as dúvidas que persistiram (por meio dos acertos e erros dos alunos). Posteriormente a essa dinâmica o questionário foi aplicado aos alunos para termos informações complementares sobre a aceitabilidade do jogo.

O questionário respondido pelos alunos é do tipo “*likert*” com o intervalo de 1(um) a 10 (dez) e duas opções extras, pouco: quando o aluno tiver a opinião que o quesito analisado tem avaliação menor que a nota 1 (um), e muito quando a nota for maior que dez, ou seja, aquele item superou suas expectativas.

As respostas dos alunos foram organizadas na representação gráfica de histograma, e no cume de cada retângulo colocou-se um par ordenado onde o primeiro elemento indica a nota que os alunos deram no quesito e o segundo elemento indica a quantidade de alunos que deram a nota associada ao par ordenado. Na primeira pergunta questionou-se refere à diversão ao jogar universo da Física: Qual a sua opinião inicial sobre o quanto divertido é o jogo?

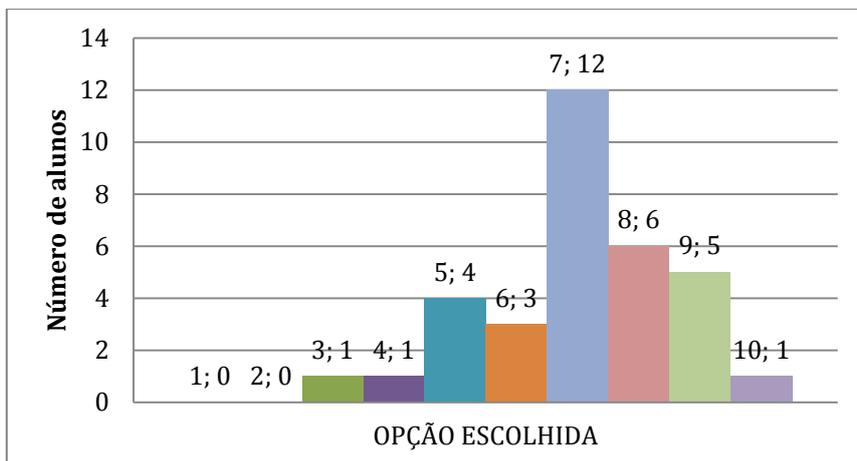
**Gráfico 9: Opinião dos aluno quanto a diversão do jogo**



Fonte: Autoria própria

Na avaliação de um aluno foi registrado “pouco”, o que equivale dizer que o jogo não tem nota nesse quesito. Em seguida foi perguntado se o jogo lhe ajudou a compreender algum(ns) fato(s) novo(s) da disciplina.

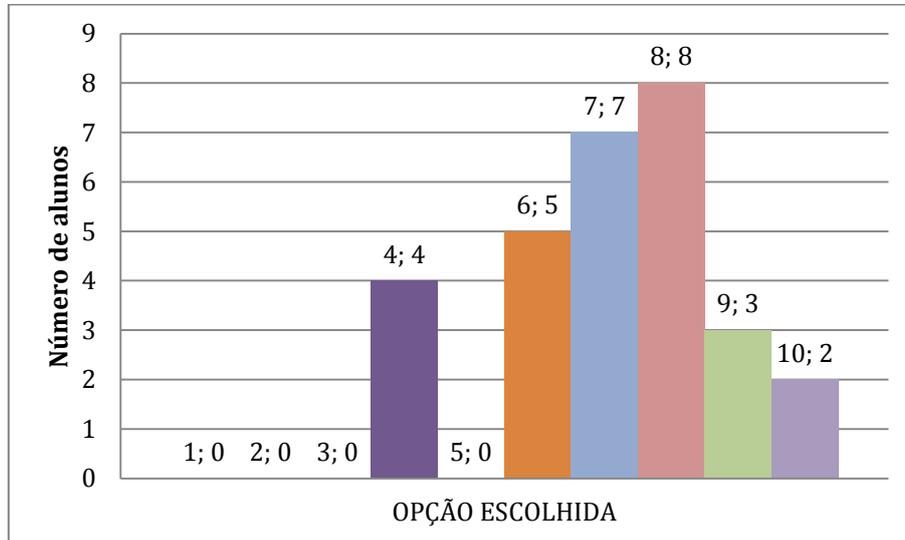
**Gráfico 10: O jogo lhe ajudou a compreender algum(ns) fato(s) novo(s) da disciplina ?**



Fonte: Autoria própria

Nesse item a opção “muito” foi marcada quatro vezes. Posteriormente foi questionado, aos alunos, se o jogo “Universo da Física - Eletromagnetismo” motivou a obtenção de conhecimentos novos referentes aos temas abordados.

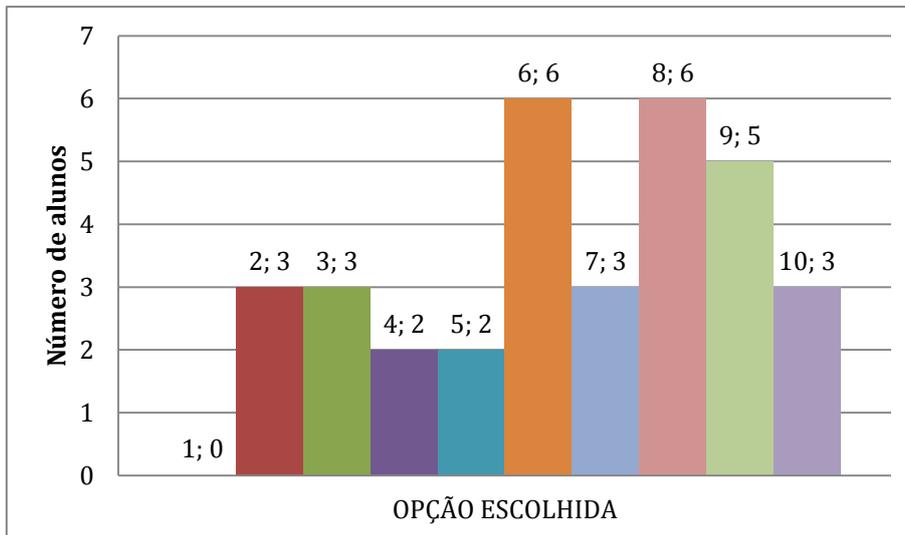
**Gráfico 11: O jogo “Universo da Física - Eletromagnetismo” lhe motivou a obtenção de conhecimentos novos referentes aos temas abordados ?**



Fonte: Autoria própria

Foi registrada a opção “pouco” uma vez e Três vezes a opção “muito”. Adiante foi questionado quantas vezes você jogaria “universo da Física – Eletromagnetismo”

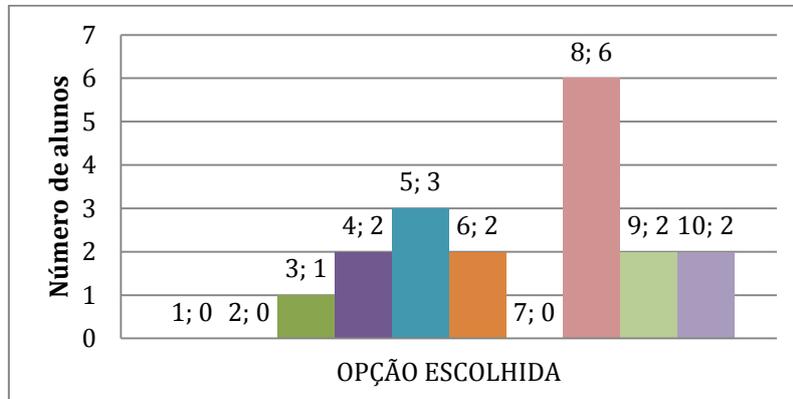
**Gráfico 12: quantas vezes você jogaria “universo da Física – Eletromagnetismo”**



Fonte: Autoria própria

Nessa pergunta, os alunos marcaram quatro vezes o item “muito”. Continuando os questionamentos, indagou-se se os alunos acharam as regras do jogo fácil de entender.

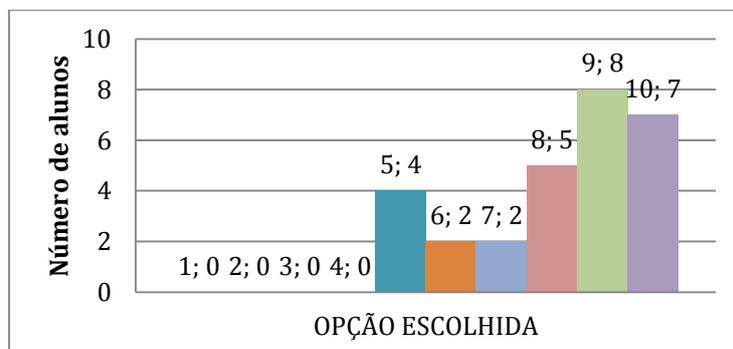
**Gráfico 13: Facilidade de entender as regras do jogo**



Fonte: Autoria própria

Quatorze vezes foi marcada a opção “muito”, logo podemos interpretar que a maioria dos alunos absorveram com facilidade as regras do jogo. Por fim, perguntou-se aos alunos se o jogo os fez recordarem dos assuntos já estudados?

**Gráfico 14: O jogo os fez recordarem dos assuntos já estudados?**



Fonte: Autoria própria

Nove alunos marcaram a opção “muito” para esse item.

O questionário respondido pelos alunos contém 6 (quatro) perguntas objetivas. As perguntas são objetivas para possibilitar um julgamento rápido e fidedigno à opinião dos alunos, pois como expõe Mauro M. Severino, Adson F. Rocha, Francisco A. O. Nascimento, Wilson H. Veneziano e Ícaro dos Santos no artigo “*Metodologias para avaliação em Engenharia Elétrica*”, as vantagens dos itens objetivos são:

- Possibilita julgamento rápido e objetivo, com fidedignidade: Nesse caso a isonomia e a justiça do processo avaliativo são maximizadas, pois a avaliação é feita sem julgamentos subjetivo pelo professor.

Possibilita um vasto tratamento estatístico: Os resultados de provas objetivas podem ser facilmente analisados pela Teoria Clássica dos Testes (TCT) ou pela Teoria de Resposta ao Item (TRI), que contribuem significativamente para o entendimento do processo avaliativo. Porém, no mesmo questionário abriu-se espaço para os alunos darem suas opiniões em relação ao jogo, as quais estão expostas abaixo.

Aluno  $A_1$ : “Ajudou a ter conhecimento”

Aluno  $A_2$ : Não deu sua opinião

Aluno  $A_3$ : “Bom. Mais precisa melhorar o gráfico e deixar um pouco mais dinâmico”.

Aluno  $A_4$ : “ Deveriam comentar as questões”

Aluno  $A_5$ : “Gostei muito, pois nos motiva na aprendizagem diferente de alguns”.

Aluno  $A_6$ : “Ótimo, pois ajuda na compreensão e tirar duvidas de muitos assuntos”.

Aluno  $A_7$ : “Bom, falta só um desing gráfico melhor”.

Aluno  $A_8$ : “Tendo umas melhorias no gráfico e facilitando um pouco as perguntas tá de boa”.

Aluno  $A_9$ : “Jogo ajuda a conhecer e relembrar as questões da física muito bom pra estudar, melhorar no gráfico, deveria ter como escolher os nível das questões. Fácil (1º ano), médio (2º ano), difícil (3º ano)”.

Aluno  $A_{10}$ : “Precisa melhorar a parte gráfica do jogo para poder chamar a atenção”.

Aluno  $A_{11}$ : “O jogo é divertido, muito interessante e produtivo”.

Aluno  $A_{12}$ : “Muito bom”.

Aluno  $A_{13}$ : “ O jogo é bom de ótima aprendizagem sobri a física”.

Aluno  $A_{14}$ : “Uma ótima forma de aprendizado, divertido”.

Aluno  $A_{15}$ : “muito bom, pois é uma excelente ferramenta para entender mais sobre o mundo da física”.

Aluno  $A_{16}$ : não deu a opinião.

Aluno  $A_{17}$ : não deu a opinião.

Aluno  $A_{18}$ : “Eu acho que o jogo é uma forma divertida de se aprender o assunto. Ele nos motiva a buscar outros conhecimentos para responde-lo”.

Aluno  $A_{19}$ : “Bom! porém precisa colocar maior dificuldade nas perguntas, com reprises mais demoradas nas perguntas”.

Aluno  $A_{20}$ : “O jogo precisa de mais incentivo, tipos diferentes de assunto e mais diversão”.

Aluno  $A_{21}$ : “ Quando a pessoa errar, ensina a resolução da questão”.

Aluno  $A_{22}$ : “Uma melhoria nos gráficos seria muito bom e se colocasse tempo no jogo seria mais desafiador”.

Aluno  $A_{23}$ : “O jogo é ótimo para servir de motivo para estudo”.

Aluno  $A_{24}$ : “ Que ele ensina muito e tira as dúvidas que temos sobre o assunto”.

Aluno  $A_{25}$ : “O jogo me ajudará a fixar o que eu já aprendi na matéria de física de uma maneira mais fácil”.

Aluno  $A_{26}$ : “O jogo é muito legal e me fez lembra de alguns assuntos”.

Aluno  $A_{27}$ : “O jogo é legal, mas poderia melhorar”.

Aluno  $A_{28}$ : “Jogo muito bom ajuda a estudar e torna mais fácil aprender certos assuntos”.

Aluno  $A_{29}$ : “minha opinião geral sobre o jogo, achei legal e deveriam criar mais, estimula os alunos a fazer atividade na sala de aula”.

Aluno  $A_{30}$ : “ Tem que melhorar”.

Aluno  $A_{31}$ : “O jogo é muito interessante, porque ajuda a revisar alguns conteúdos e transmite mais conhecimentos”.

Aluno  $A_{32}$ : “O jogo é bom e faz gente aprender se divertindo”.

Aluno  $A_{33}$ : “O jogo é bom, faz a gente aprender se divertindo”.

Aluno  $A_{34}$ : “É um bom aplicativo, pois utiliza uma forma divertida de estudar desafiando os conhecimentos do usuário”.

Aluno  $A_{35}$ : “Bem legal, porem Albert A me deu trabalho”.

Aluno  $A_{36}$ : “Bom, pois nos incentiva aprender de uma maneira divertida”.

Aluno  $A_{37}$ : “Ele é um modo divertido de aprender o assunto”.

## Capítulo 6

### Conclusões

A partir dos dados coletados com a aplicação dos questionários respondidos pelos professores, pelos questionários respondidos pelos alunos e observações adquiridas durante a realização dessas atividades podem-se inferir algumas considerações referentes ao produto educacional “Universo da Física – Eletromagnetismo”. Algumas informações colhidas com os professores chamaram atenção: A expressiva incoerência na situação em que 100% dos professores pesquisados afirmam que os jogos didáticos virtuais devem ser inseridos no ensino de Física, entretanto apenas 23% desses professores já utilizaram esses tipos de jogos em suas aulas, na maioria dos casos eles atribuem esse fato a falta de tempo para ministrar uma grande quantidade de conteúdos; 51% dos professores acreditam que o jogo apresentado é útil, ou seja, acreditam que é um artifício importante para ajudar o processo de ensino/aprendizagem, porém não supervalorizam o uso dos jogos digitais tornando-os agentes que irão sozinhos, melhorar substancialmente o que é absorvido pelos alunos; outro fato que chamou atenção foi que 29% dos professores tiveram dificuldades de instalar o jogo produzido nos Smartphones e Tablets dos alunos, esse fato chamou atenção pois foi utilizado o *Bluetooth* para a transferência do jogo.

A partir das informações obtidas com os alunos percebeu-se que a maior concentração de respostas foi no quesito que avaliava a facilidade de entender as regras do jogo: dos 37 (trinta e sete) alunos pesquisados 14 (quatorze) consideraram com regras muito fácil de entender e outros 15 (quinze) classificaram com notas de 8 (oito) a 10 (dez); outro quesito que tem uma grande concentração de respostas foi na pergunta que tratava sobre o quanto o jogo era divertido, 13 (treze) alunos deram a nota 8(oito) e 20 (vinte) deram notas de 7(sete) para cima, o que reflete que 54% dos alunos tiveram a opinião de que o jogo é divertido; uma peculiaridade importante de ser destacada foi observada na última questão do questionário respondido pelos alunos, que perguntava se o jogo faz recordar os conteúdos estudados em aulas anteriores, aproximadamente 84% com nota 7(sete) ou mais, fato bastante importante de acordo com a teoria da

aprendizagem significativa de Ausubel (diferenciação progressiva – reconciliação integradora).

Observando esses valores descritos acima, conclui-se que o produto educacional elaborado nessa dissertação: o jogo “Universo da Física – Eletromagnetismo” despertou o interesse dos alunos pelo assunto, tornando as aulas mais lúdicas e conseqüentemente melhorou o aprendizado dos alunos. Vale ressaltar, porém, que o jogo tem limitações, entre as quais a atualização das questões, pois nessa primeira versão o jogo foi carregado com 30 questões, entretanto a programação permite a complementação do número de questões e a substituição dessas questões por outras de outros assuntos.

A principal contribuição desse trabalho para a área de ensino de Física é tornar disponível um Recurso didático digital (Produto educacional) lúdico que aborda um assunto que notoriamente é de difícil compreensão e que desperta pouco interesse devido a escassez de material que motive o estudo do eletromagnetismo.

Outra característica do jogo que abre possibilidade para ser bastante difundido entre os professores e alunos é o fato de que na programação existe a possibilidade de facilmente substituímos as questões por outros assuntos de Física ou até mesmo de outras disciplinas.

## Referências

ALVES, Welliton dos R., LOBATO, Luanna L; BITTAR, Thiago J. Desenvolvimento de jogos digitais educativos e sua aplicação como ferramenta de ensino, Universidade Federal de Goiás (UFG),2013.

AUSUBEL, David Paul et al. Educational psychology: A cognitive view. 1968.

BRASIL. Ministério da Educação – Secretaria de Educação Média e Tecnológica. Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio. Vol.2: Ciências da Natureza, Matemáticas e suas Tecnologias. Brasília: Mec,2008.

DEWEY, John; DE CAMARGO CAMPOS, Haydée. Como pensamos: como se relaciona o pensamento reflexivo com o processo educativo: uma reexposição. 1959.

FALKEMBACH, Gilse Antoninha Morgental; GELLER, Marlise; SILVEIRA, Sidnei Renato. Desenvolvimento de Jogos Educativos Digitais utilizando a Ferramenta de Autoria Multimídia: um estudo de caso com o ToolBook Instructor. RENOTE, v. 4, n. 1, 2006.

GIL, Antonio Carlos. Métodos e técnicas de pesquisa social. In: Métodos e técnicas de pesquisa social. Atlas, 2010.

GIL, Antonio Xavier; KALHIL, J. B. Ensino de Física com abordagem CTS através de jogos educativos. Lat. Am. J. Phys. Educ. Vol, v. 7, n. 1, p. 83, 2013.

GOMES, R. R. et al. Contribuição dos jogos didáticos na aprendizagem de conteúdos de Ciências e Biologia. Erebio, v. 1, p. 389-92, 2001.

GRÜBEL, J. M.; BEZ, M. R. Jogos educativos: novas tecnologias na educação: CINTED. 2006.

HALLIDAY, David; WALKER, Jearl; RESNICK, Robert. Fundamentals of Physics. John Wiley & Sons, 2010.

MOREIRA, Marco Antonio. Aprendizagem significativa: a teoria e textos complementares. São Paulo: Ed. Livraria da Física, 2011.

MOREIRA, Marco Antonio. Aprendizagem significativa, organizadores prévios, mapas conceituais, diagramas V e unidades de ensino potencialmente significativas. Material de apoio para o curso Aprendizagem Significativa no Ensino Superior: Teorias e Estratégias Facilitadoras. 2013.

PEREIRA, Daniervelin Renata. O ensino através do computador: os tipos de softwares educativos e seu uso. Texto Livre: linguagem e tecnologia, v. 1, n. 2, 2008.

RAMALHO, F, J ; NICOLAU, G. F.; TOLEDO, P. A. Os Fundamentos da Física. 9ª edição, Vol. 3. São Paulo, Editora Moderna, 2007.

RESNICK, R.; HALLIDAY, D.; KRANE, K. física. Vol. 3, 4ª ed. Livros Técnicos Científicos Editora S.A , Rio de Janeiro, 1997.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, K. Fundamentos de Física –vol. 3, 8ª ed. Rio de Janeiro: LTC–Livros Técnicos e Científicos Editora Ltda., 2009.

SEVERINO, Mauro M; ROCHA, Adson F; NASCIMENTO, Francisco A O; VENEZIANO, Wilson H; SANTOS, Ícaro dos. Metodologias para avaliação em Engenharia Elétrica. COBENGE, 2004.

REZENDE, Flávia, Fernanda OSTERMANN, and Gleice FERRAZ. "Ensino-aprendizagem de física no nível médio: o estado da arte da produção acadêmica no século XXI." *Revista Brasileira de Ensino de Física* 31.1 (2009): 1402

SQUIRE, Kurt. Open-Ended Video Games: A Model for Developing Learning for the Interactive Age. In: SALEN, Katie. *The Ecology of Games: Connecting Youth, Games, and Learning*. The John D. and Catherine T. MacArthur Foundation Series on Digital Media and Learning. Cambridge, MA: The MIT Press, 2008.

TAROUCO, Liane Margarida Rockenbach et al. Jogos educacionais. CINTED, UFRGS, 2004.

VIEIRA, Maria Alexandra Nogueira. Educação e Sociedade da Informação: uma perspectiva crítica sobre as TIC num contexto escolar. 2005. Tese de Doutorado.

VIEIRA, Leonardo Pereira, Experimentos de Física com Tablets e Smartphones, Instituto de Física, UFRJ, 2013. Dissertação de Mestrado.

## Apêndice A

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ- UFPI  
CENTRO DE CIÊNCIAS DA NATUREZA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA-UFPI  
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA- POLO UFPI

### Carta de Apresentação

Orientador: Renato Germano Reis Nunes

Mestrando: Renato Cesar de Carvalho Quarto

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: UNIVERSO DA FÍSICA - ELETROMAGNETISMO: uma proposta inovadora e lúdica para um aprendizado significativo de física no ensino médio.

SUJEITOS DA PESQUISA: Docentes que ministram aulas no Ensino Médio da rede pública e privada do estado do Piauí.

Caro Professor, o senhor está sendo convidado(a) para participar, como voluntário(a) de um questionário da dissertação intitulada “UNIVERSO DA FÍSICA - ELETROMAGNETISMO: uma proposta inovadora e lúdica para um aprendizado significativo de física no ensino médio”. Este questionário é um componente indispensável da minha dissertação, como parte curricular da minha obtenção do grau de mestre em ensino de Física. Tem como objetivo coletar dados referentes à aplicação do jogo digital educacional de Eletromagnetismo. Os dados aqui coletados serão usados estatisticamente, sempre visando uma análise geral do uso do recurso (jogo digital) no ensino de Física.

Em caso de dúvida sobre a pesquisa, o senhor poderá em contato com o pesquisador pelo e-mail [renato.quarto@ifma.edu.br](mailto:renato.quarto@ifma.edu.br).

#### Consentimento livre e esclarecido

Declaro que compreendi os objetivos dessa pesquisa, como ela será realizada e concordo em participar voluntariamente. Foi-me garantido que posso tirar meu consentimento a qualquer momento, sem que isso acarrete qualquer penalidade. Dou meu consentimento para que o pesquisador que elaborou o questionário utilize os dados, por mim fornecidos, de forma anônima, na dissertação, em relatórios, artigos e apresentações.

---

Assinatura do Professor(a) que irá responder o questionário

Obrigado pela Colaboração.

## Apêndice B

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ- UFPI  
CENTRO DE CIÊNCIAS DA NATUREZA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA-UFPI  
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA- POLO UFPI

### QUESTIONÁRIO PARA OS PROFESSORES

1. O senhor já usou algum jogo digital em sua disciplina?

Sim  Não

2. As atividades com jogos digital devem estar inseridas no ensino de física? Justifique.

Sim  Não

---

---

---

---

---

---

---

---

3. O jogo digital aplicado na física, em sua opinião, auxilia na aprendizagem do conteúdo abordado? Justifique.

Sim  Auxilia a sanar algumas dúvidas  Não

---

---

---

---

---

---

---

---

4 O jogo digital aplicado na Física faz despertar algum interesse pela disciplina?

Sim  Não

5. O que você achou do jogo apresentado?

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

6. Em sua opinião, o jogo apresentado despertará interesse por parte dos alunos?

---

---

---

---

---

---

---

7. Qual a sua atitude frente à possibilidade de utilizar esse jogo digital em sua aula de física?

---

---

---

---

---

---

---

8. O senhor(a) tem alguma sugestão para melhorar o jogo?

---

---

---

---

---

---

---

9. De que forma o senhor(a) professor(a) avalia, em relação a utilidade, o jogo universo da física como recurso didático para auxiliar no processo de ensino aprendizagem em Física?

- A) Bastante útil
- B) Útil
- C) Pouca utilidade
- D) Sem utilidade

10. quanto sua viabilidade de uso? O jogo foi produzido para ser jogado no tempo de uma aula (50 minutos).

- A) É fácil levar para sala de aula e utilizar em 50 minutos
- B) É fácil levar para sala de aula, mas a partida demora mais de 50 minutos
- C) Não é fácil de levar para sala de aula, mas dá para ser jogado em 50 minutos.
- D) Não é fácil de levar para sala de aula e não dá para ser jogado em apenas 50 minutos.

11 O senhor professor acha que o jogo é capaz de ajudar os alunos a passar no ENEM e/ou outras formas de ingresso de acesso na educação de nível superior?

- A) Sim, é uma ferramenta que ajudará muito.
- B) Sim, é uma ferramenta que ajudará pouco.
- C) Talvez ajudará, não tenho certeza.
- D) Não ajudará em nada.

12. que nota o senhor professor dá para o jogo Universo da Física?, sabendo que 10,0 é a melhor nota e 0,0 a pior nota. Considere o tempo para execução do jogo, o aprisionamento do assunto, a facilidade de leva-lo para a sala de aula e outros aspectos que o senhor julgar importante.

- A) de 0,0 à 2,5
- B) de 2,6 à 5,0
- C) de 5,1 à 7,5
- D) de 7,6 a 10,0

## Apêndice C

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ- UFPI  
CENTRO DE CIÊNCIAS DA NATUREZA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA-UFPI  
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA- POLO UFPI

### Questionário para os alunos do ensino médio.

1. No que se refere à diversão ao jogar universo da Física. Qual a sua opinião inicial sobre o quanto divertido é o jogo?

Pouco	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Muito
-------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	-------

2. O jogo lhe ajudou a compreender algum(ns) fato(s) novo(s) da disciplina?

Pouco	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Muito
-------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	-------

3. O jogo Universo da Física lhe motivou a buscar conhecimentos novos dos temas abordados?

Pouco	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Muito
-------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	-------

4. Quantas vezes você jogaria “universo da Física – Eletromagnetismo” ?

Pouco	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Muito
-------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	-------

5. Você achou as regras do jogo fácil de entender?

Pouco	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Muito
-------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	-------

6. O jogo fez você recordar dos assuntos já estudados?

Pouco	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Muito
-------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	-------

Observação: Qual sua opinião geral sobre o jogo?

-----  
-----

## Apêndice D

### Programação

O procedimento de construção do jogo desenvolvido nesse mestrado e todos os passos, são mostrados minuciosamente detalhados adiante. Partindo da página inicial do Google.

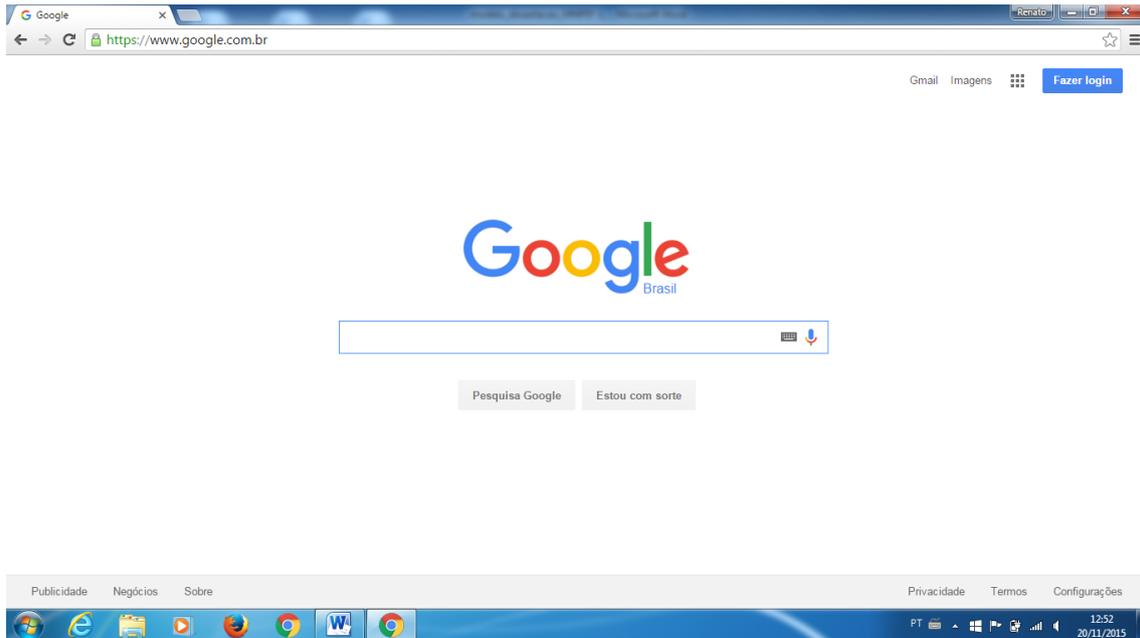


Figura 1: Captura da tela do “notebook” – procedimento 1 para acessar a plataforma de programação do app inventor 2.  
Fonte: Autoria própria

E seguida, no canto superior direito da tela tem-se o ícone “Fazer login” clica-se nesse ícone para acessar uma conta de e-mail. Deixa-se a conta aberta e abre-se outra aba de internet, nessa aba inicial da página do google, digitar-se “ app inventor”, aparece a tela abaixo.

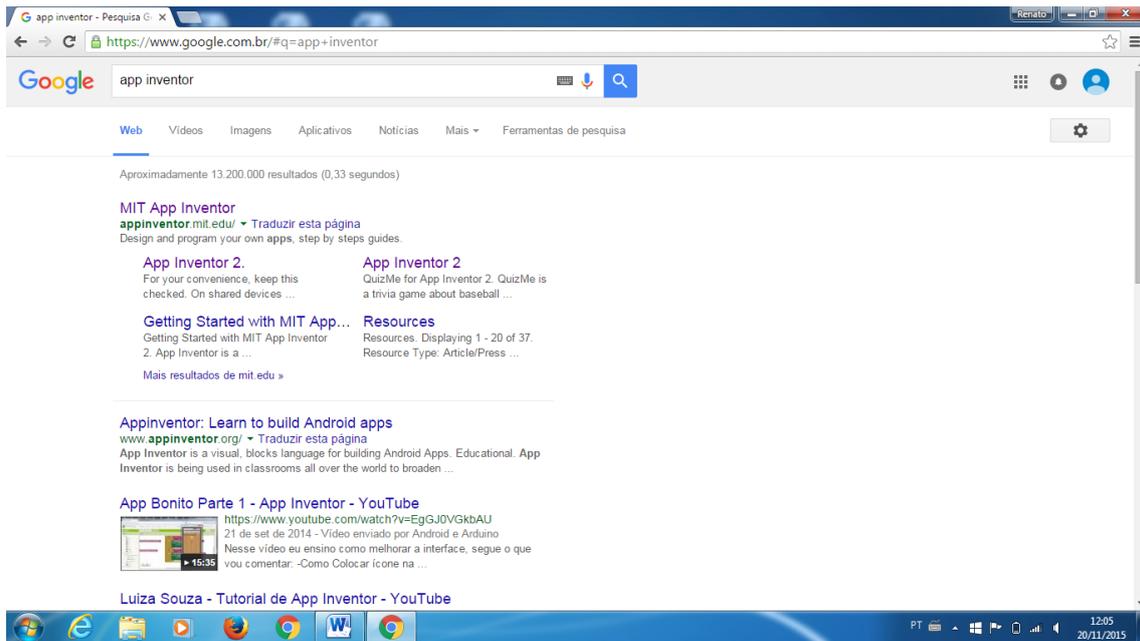


Figura 2: Captura da tela do “notebook” – procedimento 2 para acessar a plataforma de programação do app inventor 2.  
Fonte: Autoria própria

Nessa tela clica-se em “app inventor 2” e abrirá a tela abaixo.

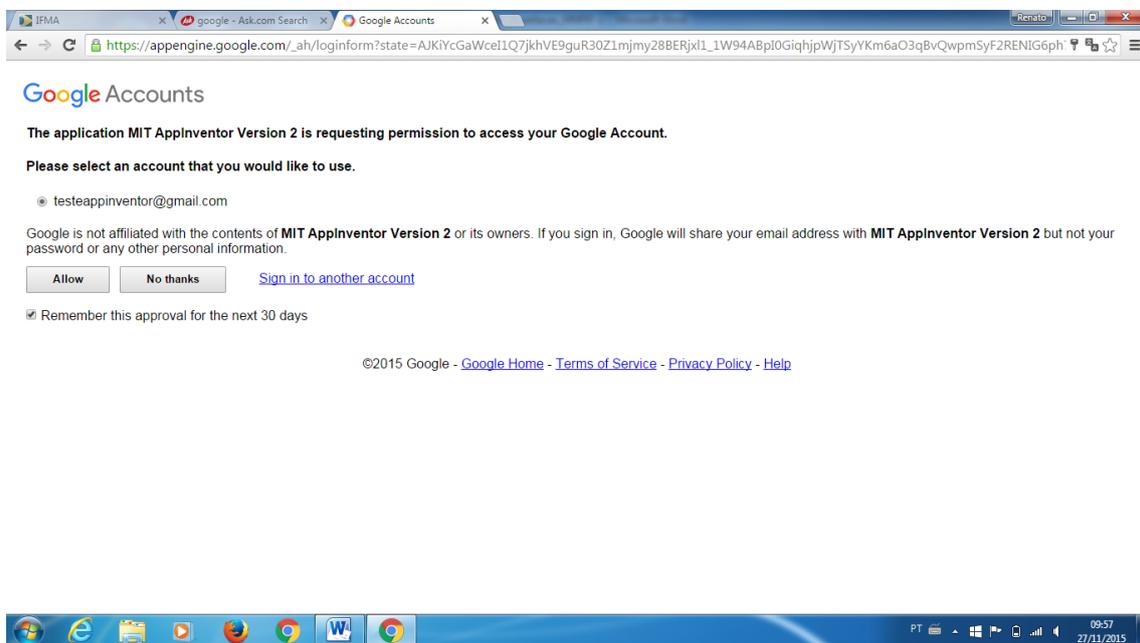


Figura 3: Captura da tela do “notebook” – procedimento 3 para acessar a plataforma de programação do app inventor 2.  
Fonte: Autoria própria

Clica-se em *allow* ( permitir)

Em seguida aparecerá o “*Terms of Service*” (Termo de Serviço)

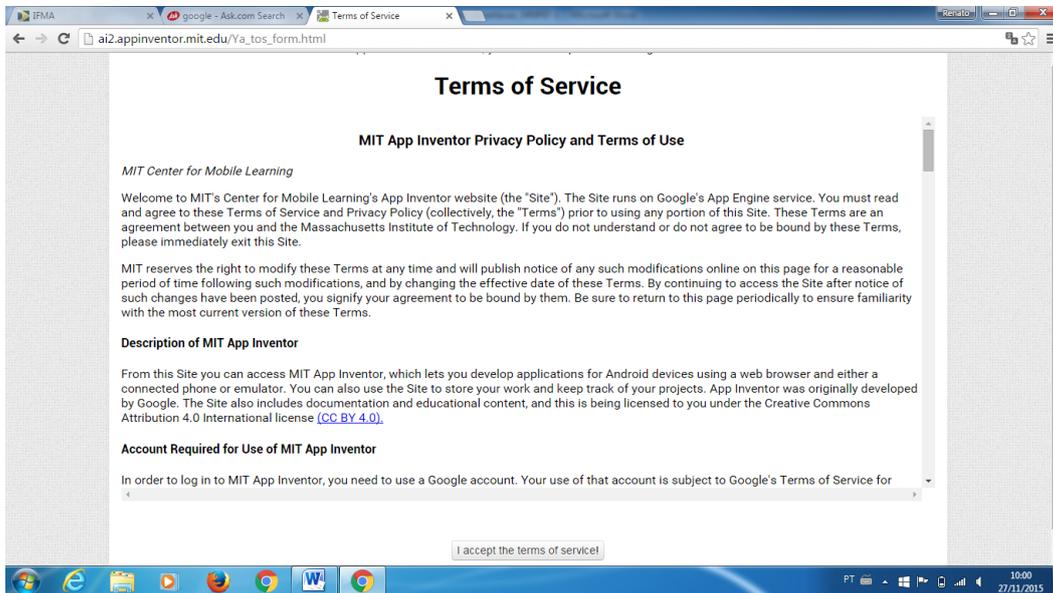


Figura 4: Captura da tela do “notebook” – procedimento 4 para acessar a plataforma de programação do app inventor 2.

Fonte: Autoria própria

Clica-se no botão: “*I accept the terms of service!*”

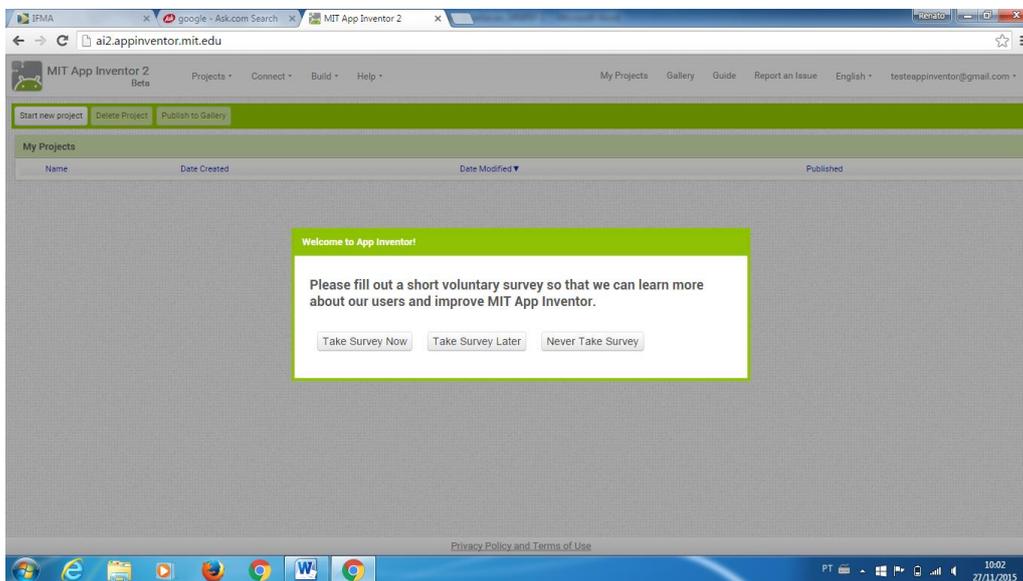


Figura 5: Captura da tela do “notebook” – procedimento 5 para acessar a plataforma de programação do app inventor 2.

Fonte: Autoria própria

Aparecerá essa tela deve-se clicar em “Take Survey Later”, então surgirá na tela do computador

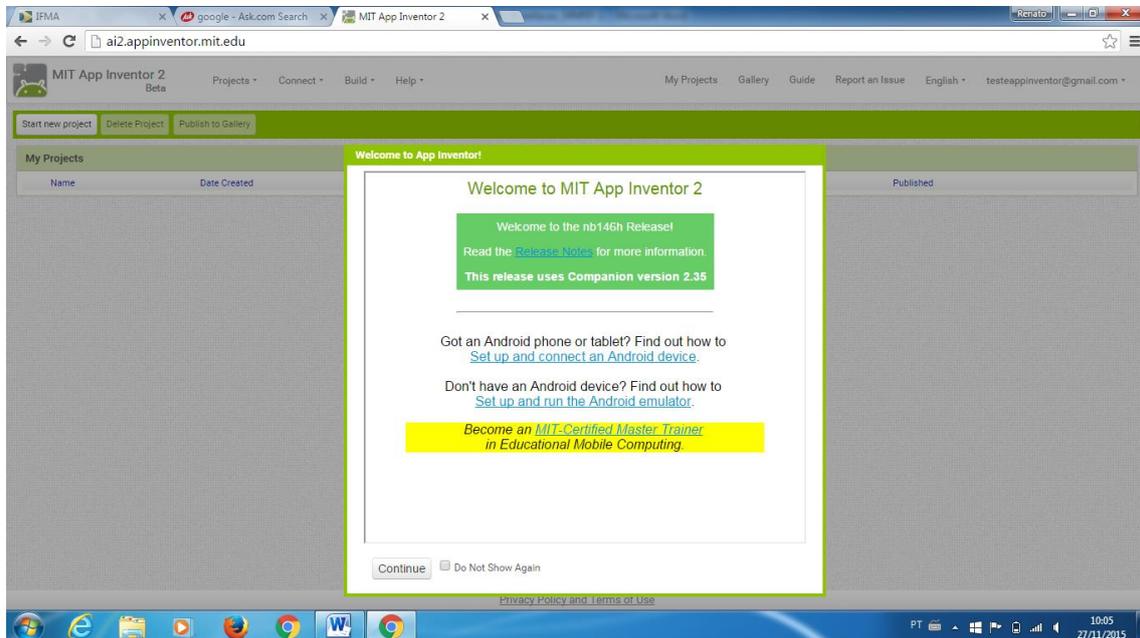


Figura 6: Captura da tela do “notebook” – procedimento 6 para acessar a plataforma de programação do app inventor 2.  
Fonte: Autoria própria

Clica-se em “Continue e aparecerá a seguinte tela

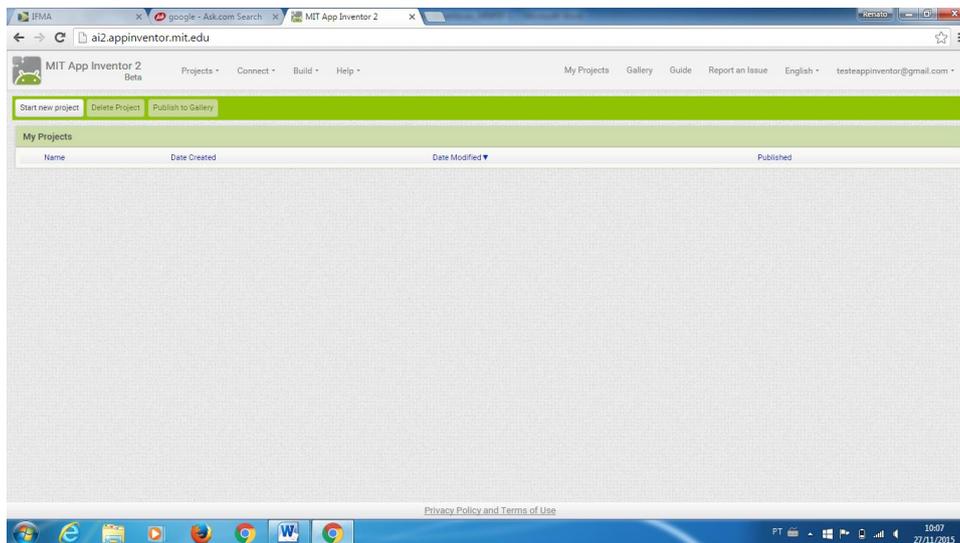


Figura 7: Captura da tela do “notebook” – procedimento 7 para acessar a plataforma de programação do app inventor 2.  
Fonte: Autoria própria

Essa tela já é a plataforma de programação. No canto superior direito clica-se em “start new Project”. então surgirá.

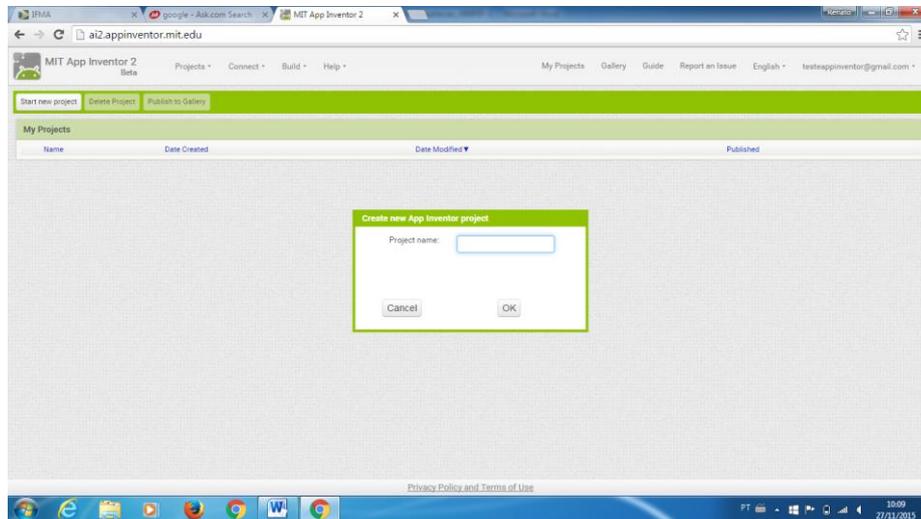


Figura 8: Captura da tela do “notebook” – procedimento 8 para acessar a plataforma de programação do app inventor 2.  
Fonte: Autoria própria

Nesse espaço do lado direito de “Project name” deve-se colocar o nome do projeto que irá ser construído. No caso dessa dissertação o nome do projeto é Universo da Física.

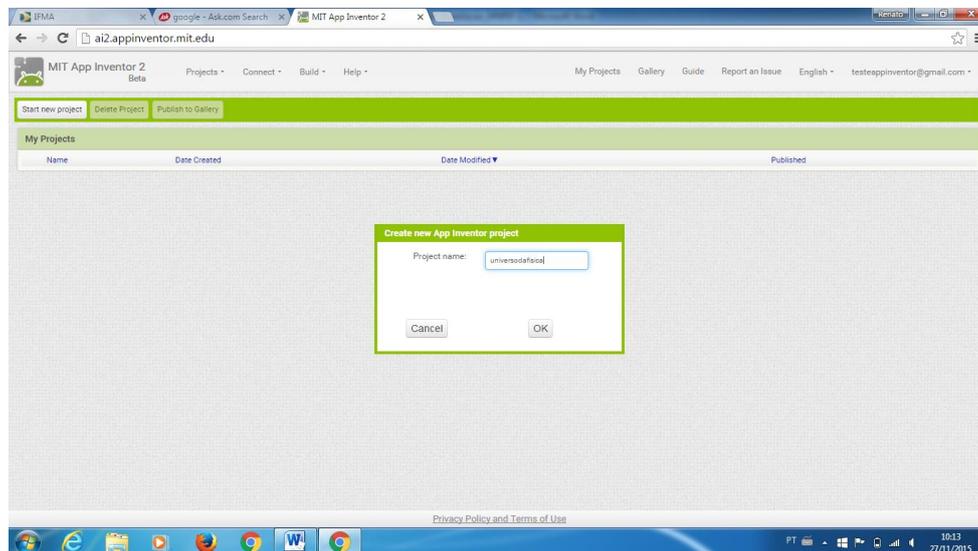


Figura 9: Captura da tela do “notebook” – procedimento 9 para acessar a plataforma de programação do app inventor 2.  
Fonte: Autoria própria

É importante saber que no nome do projeto nessa tela não pode conter espaço.

Clica-se em “ok”

Aparecerá então

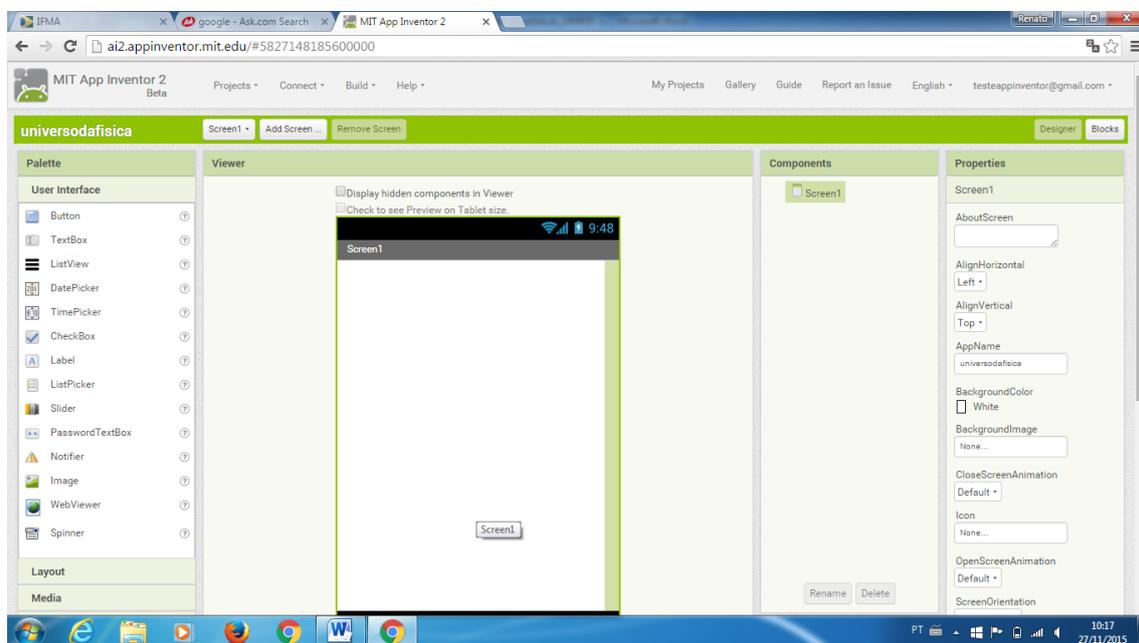


Figura 10: Captura da tela do “notebook” – procedimento 10 para acessar a plataforma de programação do app inventor 2.

Fonte: Autoria própria

Aparece a “screen 1” (tela 1). Nota-se que no canto direito superior existem dois botões: “Designer” e “Blocks”, o primeiro botão (que já está ativado, pois a tela mostrada já é a de Designer) é onde vai-se fazer toda a aparência do jogo. O segundo botão(Blocks) é para começar a programação.

Nessa primeira tela, vamos iniciar a aparência do jogo. Primeiro clica-se em “Layout” (esboço). Aparece então a tela abaixo.

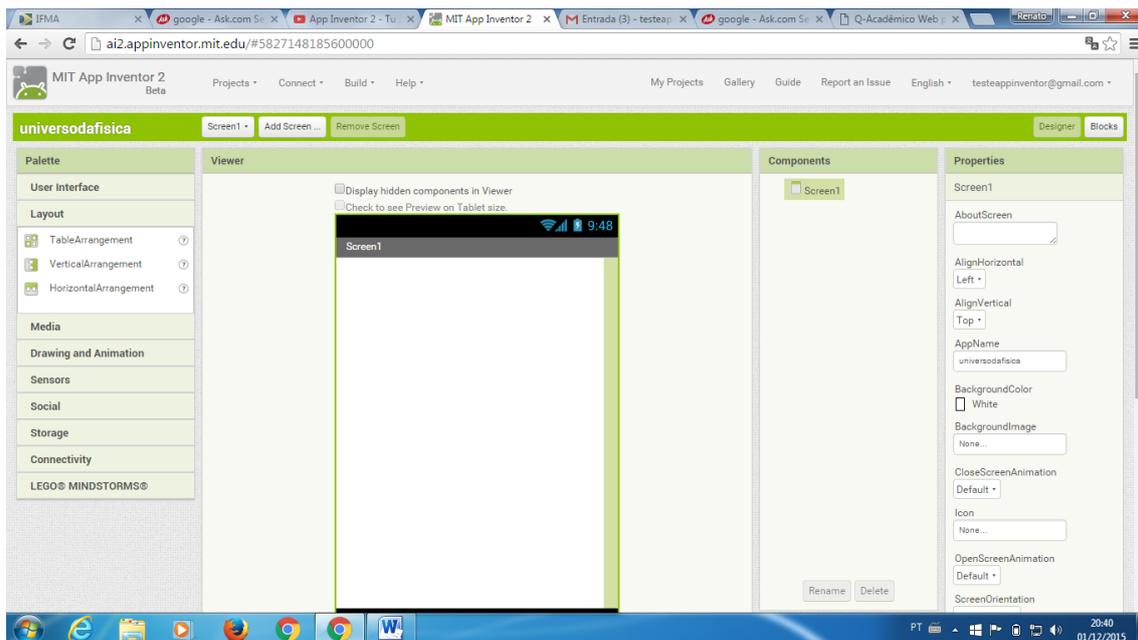


Figura 11: Captura da tela do “notebook” – procedimento 11 para acessar a plataforma de programação do app inventor 2.  
Fonte: Autoria própria

Nessa tela, o programador irá desenvolver a aparência do aplicativo. Para o jogo “universo da física – eletromagnetismo” a aparência construída está mostrada abaixo.

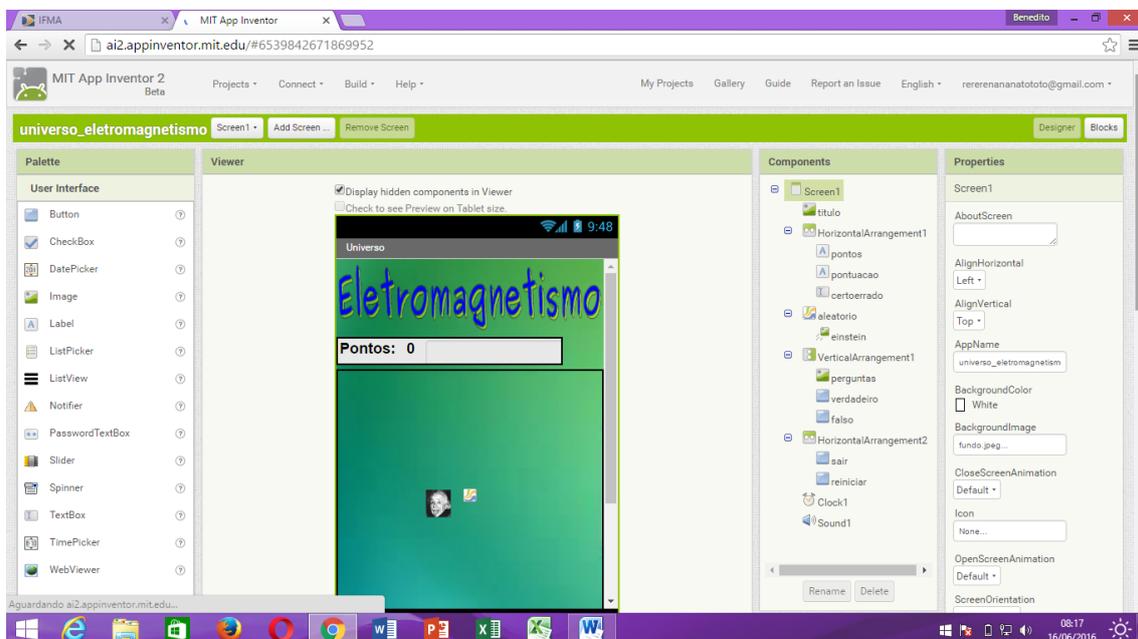


Figura 12: Captura da tela do “notebook” – procedimento 12 para acessar a plataforma de programação do app inventor 2.  
Fonte: Autoria própria

Por fim, a programação do jogo é mostrada abaixo.

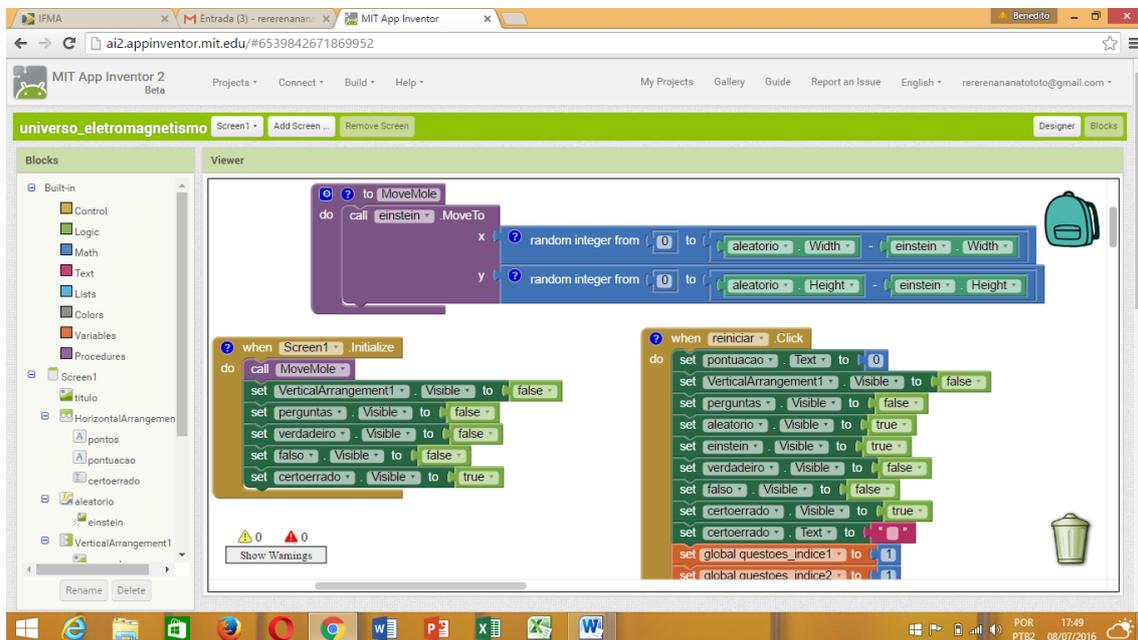


Figura 13: Captura da tela do “notebook” – programação utilizada no jogo “Universo da Física – Eletromagnetismo” realizada no app inventor 2.

Fonte: Autoria própria

Essa figura mostra a programação do movimento aleatório da Einstein e dos botões verdadeiro e falso. Continuando temos a programação do ponto de bônus ao acertar a figura de Einstein e a mudança de nível ao atingir pontuação maior que quinze, para a segunda fase e maior que trinta para a terceira fase.

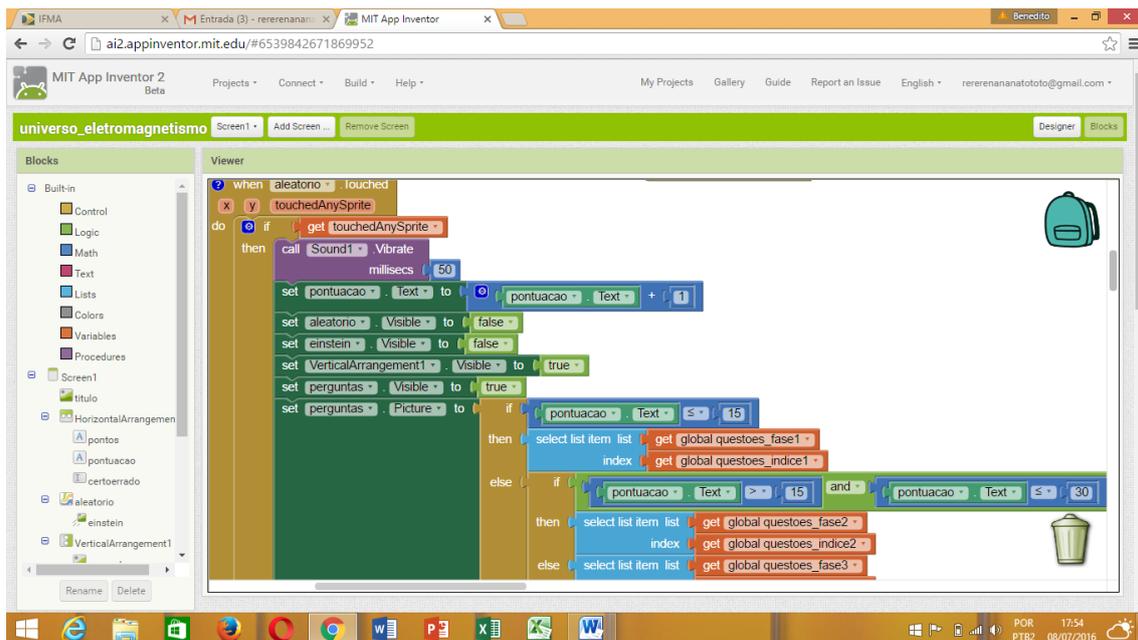


Figura 14: Captura da tela do “notebook” – Continuação da programação utilizada no jogo “Universo da Física – Eletromagnetismo” realizada no app inventor 2.  
Fonte: Autoria própria

Em seguida tem-se a programação dos finais possíveis do jogo: ganhar ou perder.

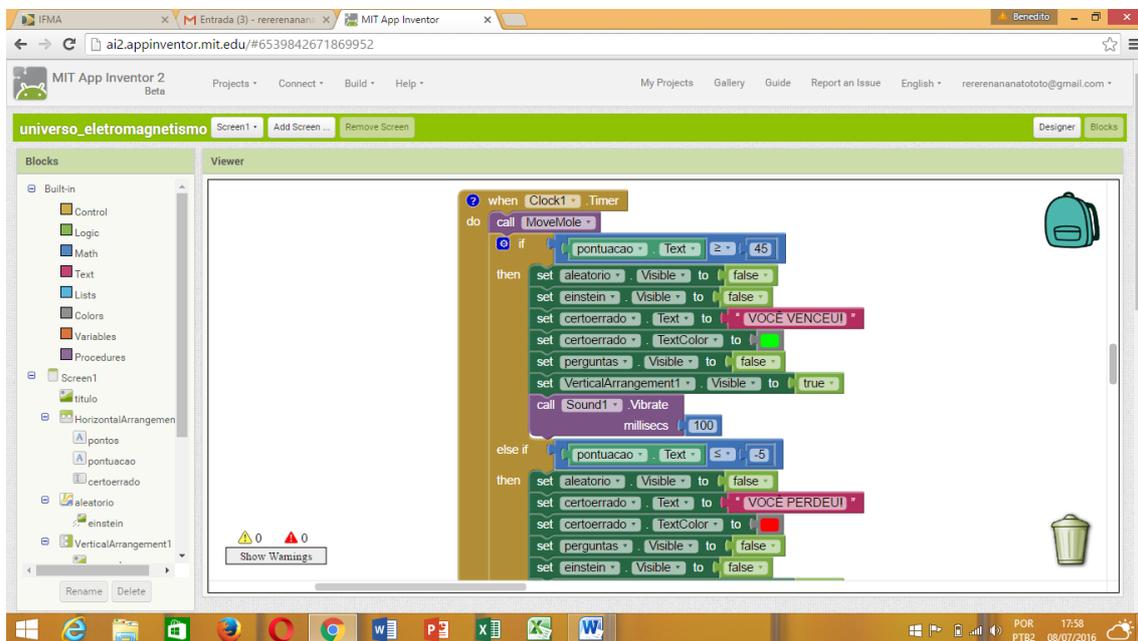


Figura 15: Captura da tela do “notebook” – Finalização da programação utilizada no jogo “Universo da Física – Eletromagnetismo” realizada no app inventor 2.  
Fonte: Autoria própria

## Apêndice E

### Questões utilizadas no jogo universo da Física - Eletromagnetismo

A seguir estão apresentadas questões que serão utilizadas no aplicativo. O motivo para ser utilizadas no jogo questões em níveis de complexidade crescente é o fato de esse tipo de apresentação ser adequada à metodologia da aprendizagem significativa de David Paul Ausubel (metodologia que foi utilizada na aplicação do jogo).

As questões utilizadas no jogo foram retiradas do CD-ROM que vem como material de apoio do livro Fundamentos da Física dos autores Ramalho, Nicolau e Toledo da editora Moderna. Tal escolha se deve ao banco de questões do referido material ser dividido em Níveis: Nível Fácil, Nível Médio e Nível Difícil. Quando foi necessário o autor modificou as questões para adequá-las a proposta do jogo.

#### NÍVEL 1- FORMAÇÃO DE SUBSUNÇORES.

Nessa seção tem-se a construção das ideias-âncora que auxiliarão a resolução das questões dos níveis seguintes, onde pode ser notado que todas as questões, desse nível iniciam-se com uma informação de fácil compreensão relacionada com o assunto seguida de um questionamento.

1. A soma das afirmativas a seguir vale três.
  - (01) Um ponto eletricamente neutro é desprovido de carga elétrica.
  - (02) A carga elétrica é quantizada.
  - (03) A carga elétrica de um elétron é, em módulo, menor que a carga do próton. **FALSO**
2. Ao eletrizar por atrito um canudo de refresco com um papel toalha, foi possível grudar o canudo em uma parede, mas o papel toalha não. Isso acontece por que ambos se eletrizam, mas as cargas geradas no papel toalha escoam para o corpo do estudante. **VERDADEIRO**

3. Quatro esferas condutoras idênticas, A, B, C e D, estão isoladas uma das outras. Inicialmente, A está com carga  $Q$  e as outras estão neutras. Em seguida, faz-se o contato entre as esferas A e B; após, realiza-se o contato entre as esferas A e C e finalmente entre A e D. Após cada contato, as esferas são separadas. Pode-se afirmar que a carga elétrica da esfera D após os contatos é  $Q/4$ ? **FALSO.**
4. Em um corpo eletricamente neutro há a mesma quantidade de elétrons e prótons, mas, como a massa do próton é maior do que a massa do elétron, a carga elétrica total do corpo é positiva. **FALSO.**
5. O campo elétrico  $E_1$  de uma carga puntiforme  $q$  a uma distância  $d$  tem intensidade  $x$ . O campo elétrico  $E_2$  de uma carga  $4q$  a uma distância  $2d$  tem intensidade de  $x$ . **VERDADEIRO.**
6. Um fio metálico é percorrido por uma corrente elétrica contínua e constante. Uma seção transversal do fio é atravessada por uma carga de  $16c$  em 5 segundos. A intensidade da corrente elétrica nesse fio é igual a  $3,2A$ . **VERDADEIRO.**
7. Um condutor é percorrido por uma corrente elétrica de intensidade  $i = 800mA$ . Conhecida a carga elétrica elementar,  $e = 1,6 \cdot 10^{-19}c$ , o número de elétrons que atravessa uma seção normal desse condutor, por segundo é  $2 \cdot 10^{16}$ . **FALSO**
8. Davi mudou-se da cidade de São José dos Campos para São Paulo, levando consigo um aquecedor elétrico. O que deverá ele fazer para manter a mesma potência de seu aquecedor, sabendo-se que a ddp na rede em São José dos Campos é de  $220v$ , enquanto em São Paulo é de  $110$ ? Deve substituir a resistência do aquecedor por outra quatro vezes maior. **VERDADEIRO.**
9. O campo magnético no interior de um solenoide tem intensidade  $\beta = 8 \cdot 10^{-2}T$ , o comprimento do solenoide é  $L = 0,5\pi$  m e a corrente que o atravessa tem intensidade  $i = 4A$ . Sabendo que  $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$  T.m/A. O número de espiras do solenoide será igual a 25000. **VERDADEIRO**
10. Da palavra *aimant*, que traduzido do francês significa amante, originou-se o nome ímã, devido à capacidade que esses objetos têm de exercer atração e repulsão. Sobre essas manifestações, considere a proposição: Assim como há

ímãs que possuem os dois polos, sul e norte, há ímãs que possuem apenas um. **FALSO**

## NÍVEL 2- CONSOLIDAÇÃO DOS SUBSUNÇORES.

11. Três cargas positivas iguais de  $2,0 \cdot 10^{-6}C$  estão fixas nos vértices de um triângulo equilátero de lado igual a 0,30 m. A constante eletrostática do meio é  $K = 9 \cdot 10^9 N \cdot m^2 / C^2$ . A força elétrica resultante numa delas tem intensidade 0,71N. **FALSO**
12. Pode-se imaginar o átomo de hidrogênio constituído por um próton fixo, em torno do qual um elétron descreve órbita circular de raio  $r = 5,3 \cdot 10^{-11}m$ , com velocidade  $v = 1,0 \cdot 10^7 m/s$ . A intensidade da força que o próton exerce sobre o elétron e o período do elétron são respectivamente 82nN e  $33 \cdot 10^{-18}s$ . **VERDADEIRO**
13. Estima-se que o campo elétrico produzido pela terra, nas vizinças de sua superfície, seja de 150N/C, vertical, apontando para baixo. A carga que deveria ter uma moeda de massa 1,5 g para que a força elétrica sobre ela equilibrasse a força gravitacional seria  $10^{-4}C$ . **FALSO**
14. A intensidade do vetor campo elétrico e potencial elétrico em um ponto  $P$  do campo gerado por uma carga elétrica puntiforme  $Q > 0$  valem, respectivamente,  $1,8 \cdot 10^4 N/C$  e  $3,6 \cdot 10^4 V$ . O valor da carga  $Q$  é  $8\mu C$ . **VERDADEIRO**
15. Três esferas condutoras de raios  $R$ ,  $3R$  e  $5R$  e eletrizadas, respectivamente, com quantidade de cargas iguais a  $-15\mu C$ ,  $-30\mu C$  e  $+30\mu C$  estão muito afastadas entre si. As esferas são então interligadas por um fio metálico de capacitância desprezível até que o sistema atinge completo equilíbrio. Nessa situação, o valor da quantidade de carga da esfera de  $3R$  é aproximadamente  $1,7\mu C$ . **FALSO**
16. Os raios são descargas elétricas naturais, que para serem produzidos, necessitam que aja, entre dois pontos da atmosfera, uma ddp média da ordem de  $2,5 \cdot 10^7$  volts. Nessas condições, a intensidade da corrente elétrica avaliada em torno de  $2,0 \cdot 10^5$  ampères. Supondo-se que o intervalo de tempo

em que ocorre a descarga é de aproximadamente  $1,0 \cdot 10^{-3}$  segundo, então a energia elétrica liberada durante a produção de um raio vale  $5,0 \cdot 10^6$  J.

**FALSO**

17. Um aquecedor elétrico, projetado para operar com tensão de 220 V, leva certa quantidade de água à fervura em um tempo  $T_0$ . Se utilizarmos uma fonte de 110 V, a mesma quantidade de água é fervida em um tempo igual a  $4T_0$ . **FALSO**
18. Um estudante prepara seu café da manhã aquecendo  $200\text{cm}^3$  de água em um ebulidor. O ebulidor possui uma resistência elétrica de 50ohms e foi ligado a uma tensão de 125 V. Sabendo que a temperatura da água estava inicialmente a  $20^\circ\text{C}$ , o tempo necessário para aquecer essa massa de água até  $100^\circ\text{C}$  é igual a 12 segundos. Considere:  $4,2 \text{ J/cal}$ ;  $c_{\text{água}} = 1,0\text{cal/g}^\circ\text{C}$ ;  $d_{\text{água}} = 1,0\text{g/cm}^3$ . **FALSO**.
19. Durante o inverno, o chuveiro elétrico da residência de um electricista-aprendiz não esquenta a água o suficiente para proporcionar “aquele” banho. Ele resolve, então, duplicar o comprimento do fio metálico que compõe a resistência do chuveiro, pretendendo, com isso, que ela aqueça mais ainda a mesma quantidade de água. O electricista-aprendiz consegue o seu intento. **VERDADEIRO**
20. Um chuveiro elétrico tem um seletor que lhe permite fornecer duas potências distintas: na posição “verão” o chuveiro fornece 2700 W; na posição “inverno” fornece 4800 W. José, dono do chuveiro, usa-o na posição “inverno” durante 20 minutos ao dia. Para diminuir o valor da conta de luz José usa o chuveiro na posição “verão”, pelos mesmos 20 minutos diários. Sabendo que o preço do quilowatt-hora seja de R\$ 0,20, isso representa uma economia diária de 1,40 reais. **FALSO**

### NÍVEL 3- MAIOR ELABORAÇÃO E CONSOLIDAÇÃO DOS SUBSUNÇORES

21. Três cargas elétricas puntiformes estão nos vértices U, V e W de um triângulo equilátero. Suponha-se que a soma das cargas é nula e que a força sobre a carga localizada no vértice W é perpendicular à reta  $\overline{UV}$  e aponta para fora do triângulo. A partir dessas informações podemos concluir que a configuração descrita é impossível. **VERDADEIRO.**
22. Duas pequeníssimas esferas condutoras idênticas estão situadas sobre uma mesma reta vertical. A esfera A, suspensa por um fio isolante inextensível e de massa desprezível, tem massa de 2,00 g e está eletrizada com carga  $Q_A = 4\mu C$  e está a 3,00 cm da esfera B. A esfera B, presa a uma haste rígida, isolante, está inicialmente neutra. Em seguida, eletriza-se a esfera B com uma carga elétrica  $Q_B = -1,0nC$ . Após a eletrização da esfera B, a intensidade da força tensora no fio isolante triplicará. **VERDADEIRO**
23. No vértice A de um quadrado de lado  $a$ , está fixada uma carga elétrica puntiforme positiva de valor Q. No vértice C (vértice oposto ao vértice A), uma carga idêntica está fixada. Se E é a intensidade do campo elétrico gerado por uma das duas cargas no vértice B, então é correto afirmar que no centro do quadrado, a intensidade do campo elétrico resultante das duas cargas é igual a  $2E$ . **FALSO**
24. Uma esfera de peso  $20\sqrt{3}N$ , com carga de  $2C$ , está em repouso sobre um plano inclinado, liso, feito de um material isolante com a inclinação de  $30^\circ$  em relação a horizontal. Sabendo que o vetor campo elétrico está na horizontal e aponta para direita. A intensidade do campo elétrico é 30 N/C. **FALSO**
25. Duas cargas puntiformes  $Q_1 = 3\mu C$  e  $Q_2 = -12\mu C$  estão fixas em pontos A e B, no vácuo, separadas de 9,0 cm e isoladas de outras cargas. Tomando o referencial no infinito, o potencial no ponto M, médio de  $\overline{AB}$  é igual a  $18 \cdot 10^5$  V. **VERDADEIRO**
26. Num certo instante, algumas linhas de campo elétrico e algumas superfícies equipotenciais geradas pelo peixe elétrico *Eigenmannia virescens* tem uma configuração inicial, A e C estão em uma equipotencial X e B e D estão em

uma equipotencial  $X''$ . A diferença de potencial entre dois pontos quaisquer A e B, próximo do peixe, é  $V_A - V_B = 4,0 \cdot 10^{-5} V$ . Supondo que a distância entre os pontos C e D seja  $5,0 \cdot 10^{-3} m$  e que o campo elétrico seja uniforme ao longo da linha que liga esses pontos. O módulo do campo elétrico entre os pontos C e D tem o valor de aproximadamente  $8,0 \cdot 10^{-2} V/m$ . **FALSO**

27. A diferença de potencial elétrico existente entre o líquido no interior de uma célula e o fluido extracelular é denominado potencial de membrana (espessura da membrana  $d = 80 \cdot 10^{-10} m$ ). Quando esse potencial permanece inalterado recebe o nome de potencial de repouso de uma célula. Supondo que o potencial de repouso de uma célula seja de  $80 mV$ . A intensidade do campo elétrico no meio externo, na membrana e no interior da célula são respectivamente  $0 V/m$ ,  $-1 \cdot 10^7 V/m$  e  $0 V/m$ . **VERDADEIRO**
28. Considere duas placas condutoras horizontais imersas no vácuo distantes  $0,9 m$  e ligadas aos terminais de uma bateria de  $450 V$ . Uma partícula de massa  $2 \cdot 10^{-6} Kg$  e carga elétrica de  $4 \cdot 10^{-6} C$  é lançada com uma velocidade inicial de  $100 m/s$  perpendicularmente ao campo elétrico gerado entre as placas e na posição intermediária entre essas ( $d/2$ ). A que distância horizontal da origem do lançamento a partícula atinge uma das placas? Resposta  $2m$ . **FALSO**. (Desconsidere a força gravitacional sobre a partícula).
29. No equador, a radiação solar média, por mês, sobre a superfície da Terra, é de aproximadamente  $792 MJ/m^2$ . O tempo que deve permanecer ligado um aquecedor com tensão igual a  $220 V$  e corrente elétrica de  $20 A$  para produzir uma quantidade de calor equivalente à energia solar mensal incidente  $1,00 m^2$  é igual a  $30$  horas. **FALSO**
30. Um estudante utiliza-se das medidas de um voltímetro  $V$  e de um amperímetro  $A$  para calcular a resistência elétrica de um resistor. O amperímetro indicou  $3mA$  e o voltímetro  $10 V$ . Sabendo que a resistência elétrica do voltímetro é  $10K\Omega$ , o valor da resistência  $R$  obtida pelo estudante foi de  $50\Omega$ . **FALSO**

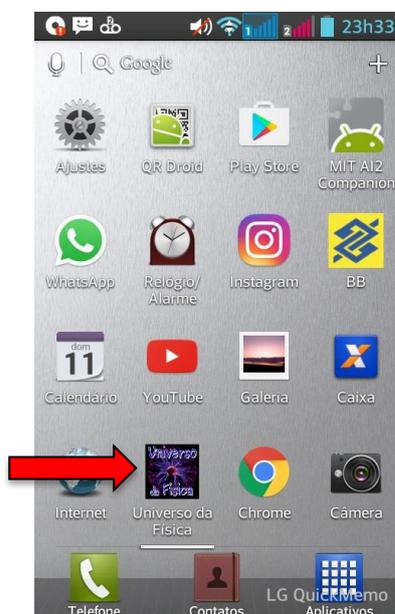
## Apêndice F

### Manual de utilização do jogo “Universo da Física – Eletromagnetismo”

O jogo Instalado no Smartphone ou Tablet tem a aparência mostrada na figura abaixo. Para iniciar o jogo deve-se clicar uma vez no ícone de atalho (ver seta indicativa).

#### PRIMEIRO PASSO:

**Figura AF1: Ícone de atalho do aplicativo na tela do Smartphone.**



Fonte: Autoria própria

Clicando uma vez em cima do ícone do aplicativo já iniciará o jogo, onde sua primeira tela é mostrada na figura AF2, logo abaixo.

#### SEGUNDO PASSO:

**Figura AF2: Primeira tela do jogo Universo da Física – Eletromagnetismo.**



Fonte: Autoria própria

Nessa primeira tela o jogador, para ganhar um ponto, terá que acertar na figura que se move aleatoriamente, caso erre, ele perderá um ponto e continuará tentando até acertar na figura. Superado esse início do jogo (acertando a figura, consequentemente ganhará um ponto) surgirá outra tela como mostrado na figura AF3.

### TERCEIRO PASSO:

**Figura AF3: Aparência do jogo no nível 1**



.Fonte: Autoria própria

No momento de responder as questões o jogador analisará e clicará em verdadeiro ou falso para as afirmações, acertando ganhará três pontos e errando perderá dois pontos. Acertando ou errando a resposta correta, o jogo prossegue para o aluno acertar a figura que se move aleatoriamente, aí então surge outra pergunta para ser respondida e o procedimento se repete até o fim do jogo. Ganha o jogo quem obter maior pontuação.

Nesse manual encontra-se 3(três) sugestões de como deve ser realizadas as partidas, em sala de aula, do jogo produzido, porém, como foi dito acima, são sugestões, ou seja, se o professor que utilizar esse jogo como recurso didático em sua aula entender que é mais apropriado, para os seus alunos, realizar as partidas de uma forma diferente das 3(três) expostas abaixo, isso não invalidará a proposta do jogo, pelo contrário, será uma ramificação das opções abaixo elencadas que enriquecerá o recurso produzido.

Com o jogo instalado nos Smartphones e/ou Tablets dos alunos, temos:

**Primeira opção de utilização:** Fazer com que cada aluno jogue individualmente, fazendo com que aja uma competição para saber qual o aluno atinge a maior pontuação, os três alunos que obtiverem as maiores pontuações receberiam prêmios de reconhecimento pelos esforços em participar do jogo.

**Segunda opção de utilização:** Dividir a turma em Grupos com 4 (quatro) ou 5 (cinco) alunos, para que esses grupos compitam com os demais para saber qual grupo atinge a maior pontuação. O grupo que atingir a maior pontuação recebe um prêmio de reconhecimento pelos os esforços em participar do jogo.

**Terceira opção de utilização:** Dividir a turma em 2 (dois) grandes grupos, tornando-os adversários e o professor fica com o papel de mediador do jogo. O professor escolherá aleatoriamente um dos grupos para responder a primeira pergunta, caso o grupo acerte a resposta da pergunta eles ganham 3(três) pontos e o outro grupo responde a próxima pergunta, caso errem, eles perdem 2(dois) pontos e o outro grupo responde a atual pergunta. Esse procedimento se repete até que o jogo seja finalizado e assim obtenha-se um grupo vitorioso. Da mesma forma da 2(duas) primeiras opções o grupo que atingir a maior pontuação recebe um prêmio de reconhecimento pelos os esforços em participar do jogo.