



Deborah dos Santos Franco

**A INFLUÊNCIA DA LINGUAGEM NA APRENDIZAGEM DE
CONCEITOS FÍSICOS: A CONTRIBUIÇÃO DO JOGO DE TABULEIRO
“PHYSICOOOL”**

Juiz de Fora
2018

Deborah dos Santos Franco

A INFLUÊNCIA DA LINGUAGEM NA APRENDIZAGEM DE CONCEITOS FÍSICOS:
A contribuição do jogo de tabuleiro “Physicool”

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, polo 24 - UFJF/IF-Sudeste-MG, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador:
Prof. Dr. José Roberto Tagliati

Juiz de Fora
Março 2018

Ficha catalográfica elaborada através do programa de geração automática da Biblioteca Universitária da UFJF, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Franco, Deborah dos Santos.

A influência da linguagem na aprendizagem de conceitos físicos: a contribuição do jogo de tabuleiro “Physicool” / Deborah dos Santos Franco. -- 2018.

92 f. : il.

Orientador: José Roberto Tagliati

Dissertação (mestrado profissional) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Instituto Federal Sudeste de Minas Gerais, ICE/Engenharia. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, 2018.

1. Ensino de Física. 2. Jogo Pedagógico . 3. Linguagem. I. Tagliati, José Roberto, orient. II. Título.

Deborah dos Santos Franco

A INFLUÊNCIA DA LINGUAGEM NA APRENDIZAGEM DE CONCEITOS FÍSICOS:
A contribuição do jogo de tabuleiro “Physicool”

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, polo 24 - UFJF/IF-Sudeste-MG, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Aprovada em ____/_____/_____, por:

Prof. Dr. José Roberto Tagliati - UFJF
Orientador

Prof. Dr. Cláudio Henrique da Silva Teixeira - UFJF

Prof. Dra. Cristhiane Carneiro Cunha Flôr - UFJF

Prof. Dr. Willian Tassio Gomes Novato - UNIPAC

Juiz de Fora
Março 2018

Dedicatória

Dedico esta dissertação à minha Mãe que sempre me incentivou na busca de conhecimentos.

Agradecimentos

Como em qualquer passo dado, houve diversas pessoas de crucial importância para a realização dessa dissertação. Gostaria de deixar aqui meu mais sincero obrigado.

Agradeço primeiramente a Deus por me segurar em seus braços quando eu pensei em desistir e por me dar forças para continuar.

À minha família que, sempre me apoiou. Em especial, agradeço à minha Mãe Ivani que por vezes me estendeu sua mão e me ajudou a enfrentar o medo e ao meu Amor Fábio, meu grande incentivador nessa jornada.

Aos meus amigos, que por diversas vezes, entenderam minhas ausências.

Aos professores que tive ao longo dos anos, pois cada um deles deixou em mim um pouco de si e a vontade de me superar dedicando minha vida ao aprendizado dos meus alunos.

Ao meu orientador, José Roberto Tagliati, por ser uma inspiração para mim, por todo ensinamento e paciência ao longo do desenvolvimento do trabalho.

Aos alunos que participaram dessa pesquisa.

À FAPEMIG pelo apoio financeiro na realização deste projeto e nas participações em congressos.

Imagine que o mundo seja algo como uma gigantesca partida de xadrez sendo disputada pelos deuses, e que nós fazemos parte da audiência. Não sabemos quais são as regras do jogo; podemos apenas observar seu desenrolar. Em princípio, se observamos por tempo suficiente, iremos descobrir algumas das regras. As regras do jogo é o que chamamos de física fundamental. (Feynman, R. *Feynman lectures on physics* 1963, p. 2).

RESUMO

A INFLUÊNCIA DA LINGUAGEM NA APRENDIZAGEM DE CONCEITOS FÍSICOS: A CONTRIBUIÇÃO DO JOGO DE TABULEIRO “PHYSICOOOL”

Deborah dos Santos Franco

Orientador:
José Roberto Tagliati

O presente trabalho tem por premissa pensar a Física como uma linguagem e, através de um jogo de tabuleiro (*board game*), evidenciar a relação, por parte dos alunos, das palavras usadas nas aulas de Física com o cotidiano dos mesmos. Objetivamos entender a associação que o estudante estabelece diante do conhecimento que ele possui sobre alguns termos científicos que ele utiliza. O produto elaborado para tal investigação se trata de um jogo, intitulado por nós de “Physicool”. A escolha de utilizar um jogo como metodologia está em sua capacidade de desenvolver habilidades operatórias e em promover a interação e a participação dos alunos em sala de aula. A dinâmica de “Physicool” revela que imagens e palavras podem assumir diversos significados de acordo com a vivência de cada um. Essa percepção está em conformidade com a teoria de Mikhail Bakhtin, um influente filósofo da linguagem. A aplicação do produto ocorreu em duas turmas de terceiro ano de escolas do município de Juiz de Fora – MG e, através delas, foram realizadas considerações sobre a eficácia da metodologia envolvida, tanto no que diz respeito ao uso de jogos no ensino de Física quanto à interpretação dos conceitos por parte dos alunos. “Physicool” se revelou como uma atividade estimulante para os alunos. Foi perceptível a capacidade do jogo em contribuir para desenvolver a fala, a interação, o uso pensado dos termos científicos bem como a aprendizagem coletiva. O jogo completo é apresentado ao final dessa dissertação e pode ser reproduzido por professores que procuram por uma metodologia alternativa para abordagem de conteúdos de Ciências, uma vez que ele pode facilmente ser adaptado à discussão de diversos conceitos. Nesse trabalho, o tema central é o conceito “Energia” que, apesar de não possuir definição, está presente em todas as leis de conservação e em praticamente toda a Física no currículo do Ensino Médio. Tal escolha justifica-se pela abrangência do máximo de termos, além de deixar os alunos à vontade com o jogo a fim de estimular a memória, a fala, o raciocínio e, de certa forma, revisar o conteúdo empregado nas aulas de Física.

Palavras-chave: Ensino de Física, Jogo Pedagógico, Linguagem.

Juiz de Fora
Março 2018

ABSTRACT

THE INFLUENCE OF LANGUAGE IN THE LEARNING OF PHYSICAL CONCEPTS: THE CONTRIBUTION OF THE BOARD GAME "PHYSICOOOL"

Deborah dos Santos Franco

Supervisor:
José Roberto Tagliati

The present work is supposed to think Physics as a language and, through a board game, evidencing the relation, on the part of the students, of the words used in the classes of Physics with the daily life of the same ones. We aim to understand the association that the student establishes in front of the knowledge that he own about some scientific terms that he uses. The formulated product for such investigation is a game, entitled by us as "Physicool". The choice of using a game as methodology is in its capabilities to develop operative skills and promote the interaction and the participation of the students in the classroom. The "Physicool" dynamics reveals that images and words can assume several meanings according to each one experience. This perception is in accordance with Mikhail Bakhtin's Theory, an influent philosopher of language. The application of the product occurred in two third year classes in high schools of the county of Juiz de Fora – MG and, through them, considerations were performed about the efficiency of the methodology involved, both in terms of the use of games in Physics teaching and the interpretation of the concepts by the students. "Physicool" revealed itself as a stimulating activity for the students. It was noticeable the game capability to support the speak development, the interaction, the thoughtful uses of scientific terms as well the collective learning. The complete game is presented at the ending of this dissertation and can be reproduced by teachers that search for an alternative methodology for approach contents of Science, once it can easily be adapted to the discussion of several concepts. In this work, the central theme is the concept of "Energy" that, although it does not have definition, it is present in all laws of conservation and in practically all the Physics in the curriculum of the High School. Such a choice is justified by the comprehensiveness of the max of terms, beyond let the students comfortable with the game to stimulate the memory, the speaking, the reasoning and, in a certain way, review the concepts used in Physics classes.

Key words: Physics Teaching, Pedagogical Game, Language.

Juiz de Fora
March 2018

Lista de Ilustrações

Figura 1 - Tabuleiro do jogo <i>Viajando pelo Universo</i>	30
Figura 2 - Exemplos de cartas do jogo <i>Viajando pelo Universo</i>	31
Figura 3 - Exemplo de cartas do jogo <i>Conhecendo a Física</i>	32
Figura 4 - Tabuleiro do jogo <i>Conhecendo a Física</i>	32
Figura 5 - Tabuleiro do jogo <i>Explorando o Lúdico no Ensino Médio</i>	33
Figura 6 - Experiência do Efeito de Seebeck.....	40
Figura 7 - Aparato utilizado na Experiência de Joule.....	41
Figura 8 - Questionário distribuído aos alunos.....	48
Figura 9 - Jogo <i>Dixit</i>	50
Figura 10 - Alguns exemplos de cartas de <i>Dixit</i>	51
Figura 11a - QR Code dos Vídeos explicativos de <i>Dixit</i>	52
Figura 11b - QR Code dos Vídeos explicativos de <i>Dixit</i>	52
Figura 12 - Exemplo de cartas <i>Physicool</i>	53
Figura 13 - Tabuleiro de <i>Physicool</i>	54
Figura 14 - Fotos da primeira aplicação no Centro de Ciências.....	56
Figura 15 - Fotos da segunda aplicação.....	57
Figura 16a - Jogada com o termo “potencial”	58
Figura 16b - Jogada com o termo “campo”.....	58
Figura 17 - Algumas jogadas interessantes.....	59
Figura 18 - Jogada com termo “onda”.....	60
Figura 19a - Jogada com o termo “frequência.”.....	60
Figura 19b - Jogada com o termo “distância”.....	60
Figura 20 - Jogada com a palavra “atração”	62
Figura 21a - Jogada com o termo “massa”.....	62
Figura 21b - Jogada com o termo “circuito”.....	62
Figura 22a - Carta usada pelos alunos para representar a palavra “gravidade”.....	63
Figura 22b - Carta usada pelos alunos para representar a palavra “atrito”.....	63
Figura 23 - Exemplos de rodadas.....	63
Figura 24 - Depoimento dos alunos.....	66

Lista de Gráficos

Gráfico 1 - Gráfico das palavras versus o Número de Ocorrência.....	49
Gráfico 2 - Gráficos das questões 1 e 2.....	67
Gráfico 3 - Gráfico referente às questões 4 e 5.....	68
Gráfico 4 - Gráfico da questão 7.....	68
Gráfico 5 - Gráfico da questão 14.....	69

Sumário

Capítulo 1	Motivação e Introdução	13
1.1	Justificativa	13
1.2	Objetivo	15
1.3	Estrutura da Dissertação	16
Capítulo 2	Considerações Teórico – Metodológicas	18
2.1	Bakhtin e as Palavras	18
2.2	Vygotsky e a Psicologia da Educação	22
2.1	O uso de Jogos como Ferramenta Pedagógica	24
Capítulo 3	Alguns Jogos no Ensino de Física	29
Capítulo 4	Energia e sua Formalização	35
4.1	Um pouco de Contextualização Histórica	35
4.2	Calculando a Energia	38
Capítulo 5	Metodologia	46
5.1	Sobre o Produto Educacional	47
5.2	Questionário	54
Capítulo 6	Relato da Aplicação	56
6.1	Primeira Aplicação	57
6.2	Segunda Aplicação	61
Capítulo 7	Análise de Resultados	65
Capítulo 8	Considerações Finais	70
	Referências Bibliográficas	73
	Apêndice A	77
	Apêndice B	92

Capítulo 1

Motivação e Introdução

Na realidade não são palavras o que pronunciamos ou escutamos, mas verdades ou mentiras, coisas boas ou más, importantes ou triviais, agradáveis ou desagradáveis, etc. A palavra está sempre carregada de um conteúdo ou de um sentido ideológico ou vivencial. É assim que compreendemos as palavras e somente reagimos àquelas que despertam em nós ressonâncias ideológicas ou concernentes à vida. (BAKHTIN, 1981, p. 95).

Como aponta Bakhtin na citação de abertura desse capítulo, a palavra, seja ela qual for, sempre é carregada de um sentido particular para cada pessoa, da vivência de cada indivíduo, bem como de seu contexto histórico e social. Para o sujeito dar sentido a algo ou mesmo ser capaz de opinar sobre determinado assunto é indispensável sua interação com os elementos do seu universo. Assim sendo, é válido considerar que os alunos, reconhecidos como indivíduos participantes de sua aprendizagem, trazem à sala de aula diversos sentidos procedentes de sua vida fora da escola e de suas interações ao longo dos anos.

1.1 Justificativa

Quando somos crianças, pensamos nas diversas possibilidades sobre quando crescermos. Neste exercício, a imaginação passeia por diversas áreas do conhecimento e nos permitimos ser qualquer coisa. Na escola, mais especificamente no Ensino Fundamental, as ideias progressivamente ficam mais concretas, talvez pelo contato com diversas disciplinas com as quais sentimos mais ou menos afinidades.

Apesar de sempre estudar Ciências, a Física apareceu de forma explícita para mim somente no nono ano do Ensino Fundamental, na escola estadual em que estudei durante todo o ensino básico. No decorrer do Ensino Médio, percebi que tinha certa disposição para aprender Física por me interessar pela disciplina e gostar das aulas. No segundo ano do Ensino Médio, ganhei uma bolsa de Iniciação Científica na Feira de Ciências que participei na Universidade Federal de Juiz de Fora, fato que marcou meu primeiro contato com a universidade e que foi um divisor de águas na minha vida acadêmica.

Então, quando ao fim do terceiro ano, era o momento de escolher qual carreira seguir. Minha grande dúvida: Física ou Psicologia? Nem preciso dizer que escolhi a Física, não é mesmo? Escolhi pela experiência que tive durante a minha vida escolar, tanto na escola propriamente dita quanto na bolsa de Iniciação Científica. A Física parecia ser capaz de explicar diversos fenômenos que eu observava ao meu redor, o que satisfazia meu espírito curioso.

Em 2010 ingressei no Bacharelado em Ciências Exatas na Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF), a mesma instituição que frequentava duas vezes por semana como bolsista. Com o difícil início do curso, ser professora não era uma possibilidade que eu cogitava possível. Acredito que quando passei a ser bolsista voluntária no Centro de Ciências da UFJF, onde eu explicava brinquedos científicos para crianças e adolescentes, não me fez desistir completamente deste campo profissional. Ali eu percebi que, mais do que pesquisar, eu poderia auxiliar na desmistificação da ciência e na superação da possível resistência dos alunos quanto à disciplina.

Após a experiência no Centro de Ciências, tive a oportunidade de ingressar no PIBID (Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência), onde vivenciei o dia a dia de uma escola e de um professor, aprendendo coisas que talvez somente a graduação não pudesse me proporcionar. Certamente essa experiência foi definitiva na minha escolha em lecionar. No PIBID fazíamos diversos estudos e diferentes propostas para as aulas e pude ver que era possível, de diversas maneiras, motivar os alunos. Trabalhávamos com alunos do terceiro ano de uma escola estadual do município de Juiz de Fora, procurando incentivar a proximidade entre os alunos e a Física. Com os trabalhos feitos no PIBID, participei de diversos encontros e *workshops* que aumentaram minha vontade de continuar pesquisando e aprendendo.

Entre estes eventos, destaco aqui um trabalho apresentado no XXI SNEF – Simpósio Nacional de Ensino de Física, no ano de 2015, onde pude estudar sobre as teorias de Bakhtin pela primeira vez. A proposta do trabalho em questão consistia em solicitar que os alunos escrevessem uma história em quadrinhos sobre um fato da História da Física. O objetivo era discutirmos como os alunos do Ensino Médio lidavam com a escrita. Apesar de não ter aprofundado muito na teoria de Bakhtin à época, fiquei motivada a seguir seus estudos e aplicá-los novamente. Meu interesse continuou aumentando, pois comecei a lecionar em um Colégio e Curso de Juiz de

Fora e sempre que possível buscava discutir com os alunos conceitos e palavras antes de demonstrar alguma fórmula, chamando a atenção deles para o que as palavras querem nos dizer.

Formada em Licenciatura em Física no ano de 2015, ingressei no Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF) - pólo de Juiz de Fora - no ano de 2016, onde pude realizar meu desejo de trabalhar com questões voltadas à linguagem. No final desse mesmo ano, concebi a ideia de adaptar um jogo trazendo o seu cenário para a disciplina de Física, cujo foco consistiria em trabalhar os termos e palavras utilizados pelos alunos durante seu período escolar. Nesse sentido, busquei apoio nas teorias de Bakhtin e de Vygotsky no que diz respeito aos termos, aos significados e à aprendizagem.

1.2 Objetivo

A presente dissertação tem como principal referencial as ideias de Mikhail Bakhtin, um dos filósofos da linguagem mais influentes no século XX. Seus postulados sobre linguística serão explorados a fim de contribuir no campo das Ciências Naturais, mais especificamente na maneira em que se dá o ensino-aprendizado em Física. Cheia de símbolos, signos, termos e códigos próprios, é notório que a Física possui uma linguagem cientificamente específica embora, diversos termos usados no seu aprender estão presentes no cotidiano dos alunos. Contudo, tais termos adquirem sentidos diferentes fora do contexto do ensino da disciplina.

Para a Física, entendemos o sentido do termo como resultado da interação entre corpos, que produz deformação, variação de velocidade ou equilíbrio, enquanto seu sentido no cotidiano designa a possibilidade de operar, de mover-se, além de estar associada também a palavras como poder, energia, vigor e até mesmo valentia. Torna-se necessário, então, que estejamos atentos aos diferentes sentidos dos mesmos eventos apresentados numa obra científica ou num romance, pois no processo de decodificação não basta reconhecer a forma utilizada do signo, mas compreendê-lo num contexto concreto e preciso, compreendendo seu sentido numa enunciação particular. (SILVA, 2006, p. 6-7).

Conforme a citação acima, a palavra “força” assume significados que dependem de situações particulares e da compreensão pessoal do indivíduo. Assim, procuramos conhecer a fundo as ideias dos alunos quanto aos conceitos de Física a partir do desenvolvimento de um produto capaz de propor uma metodologia de

ensino baseada nos conceitos e termos que são aprendidos ou, muitas vezes, só ouvidos durante o Ensino Médio. O resultado dessa busca foi a criação do jogo “Physicool”, cuja dinâmica relaciona as palavras usadas nas aulas de Física com o dia a dia do aluno. Essa ferramenta nos proporcionou mecanismos para entender a possível relação associativa que o estudante estabelece diante do conhecimento sobre alguns termos que ele próprio utiliza fora da sala de aula.

Consideramos, enfim, que o jogo pode contribuir potencialmente para estimular a leitura e a fala como ferramentas facilitadoras para uma melhor compreensão da Ciência. Além disso, ele pode proporcionar momentos de aprendizagem coletiva e de interação entre os alunos, bem como minimizar o quadro recorrente de aversão de muitos estudantes com relação à disciplina de Física.

1.2.1 Objetivos Específicos

- Identificar palavras consideradas de difícil compreensão científica pelos alunos;
- Elaborar um jogo de tabuleiro como instrumento de investigação;
- Levantar tipos de habilidades operatórias ou inteligências provenientes da aplicação do referido jogo;
- Buscar e interpretar nos relatos dos alunos informações quanto à aplicação da metodologia;
- Estudar a potencialidade do jogo como ferramenta eficiente de ensino.

1.3 Estrutura da Dissertação

Esta dissertação busca descrever as etapas de elaboração do jogo e da execução dos demais objetivos listados. Os fragmentos do jogo estão dispostos no Apêndice A, o que permite sua reprodução a quem interessar. O desenvolvimento do jogo, os estudos prévios e os resultados estão apresentados ao longo da dissertação.

O capítulo 2 traz os referenciais teórico-metodológicos, onde situamos o leitor acerca das ideias principais que norteiam esse trabalho a partir da apresentação dos principais autores que influenciaram nossa pesquisa. Destacamos os estudos elaborados por Bakhtin e por Vygotsky, além de uma gama de autores e artigos que discorrem sobre a utilização de jogos para o ensino.

O capítulo 3 discute um estudo prévio realizado sobre os jogos de tabuleiros já usados no ensino de Física. Nele estão apresentados três jogos pensados para o uso em sala de aula e alguns relatos dos autores dos jogos.

O capítulo 4, intitulado “Energia e sua formalização”, apresenta de forma sistematizada os postulados da Física envolvida na palavra “energia”. Apesar de não possuir uma definição única, o conceito está presente em todas as leis de conservação, o que funciona como um tema direcionador para o estudo de vários ramos da Física.

No capítulo 5 descrevemos a metodologia e o desenvolvimento do produto educacional, o jogo “Physicool”. Partimos da apresentação do jogo que serviu de inspiração para a confecção do nosso produto, explicamos a maneira de jogá-lo e narramos a elaboração das ideias envolvidas no projeto e o resultado obtido com o produto final.

No capítulo 6, relatamos em detalhes as aplicações do produto para facilitar a compreensão e análise de resultados. O jogo foi aplicado em duas turmas e, ao fim de sua aplicação, os alunos foram submetidos a um questionário objetivo sobre a experiência. Fornecemos algumas imagens e trechos de falas dos alunos para ilustrar esta etapa do estudo.

No capítulo 7 realizamos uma avaliação qualitativa e quantitativa do produto e de sua aplicação. Levamos em consideração a interpretação acerca das atividades realizadas e apresentamos gráficos com as respostas dos alunos ao questionário.

O oitavo e último capítulo traz as considerações finais da nossa pesquisa. Nele apresentamos nossas opiniões e pontos de vista sobre o trabalho, bem como suas perspectivas futuras.

Ao final da dissertação encontra-se o Apêndice A, onde está disponibilizado o jogo completo para impressão. No Apêndice B está o questionário entregue aos alunos para a análise da aplicação do jogo.

Capítulo 2

Considerações Teórico – Metodológicas

Este capítulo apresenta as ideias e as teorias que foram significativas para a realização desse trabalho. Diversos autores contribuíram para a pesquisa e para o desenvolvimento do produto, dentre os quais destacamos o filósofo russo Bakhtin. Em seus estudos, o autor mostra como a língua está diretamente ligada ao âmbito social e cultural de cada indivíduo, assim como a dependência das entonações e dos valores atribuídos em um diálogo. Bakhtin nos leva a pensar no signo dentro do campo humanitário, nos domínios da vida e da fala, para além do sentido literal.

Lev Vygotsky também é central nessa dissertação ao lidar com a linguagem dentro de uma perspectiva evolutiva com ênfase no desenvolvimento do indivíduo, lidando com a alteração do significado ao longo do crescimento de uma criança. Essa perspectiva é agregadora ao utilizar diversas questões pedagógicas, diferente do modo como Bakhtin trata a linguagem. A questão central de Vygotsky é a relação do pensamento com a fala e as influências das questões históricas e sociais na evolução do indivíduo.

No capítulo trataremos também alguns referenciais que defendem a utilização de jogos para um ensino mais efetivo. Autores que desenvolveram estudos de credibilidade mostrando como o planejamento de jogos como ferramenta didática é capaz de acelerar e até mesmo de desenvolver diversas habilidades essenciais para a vida e para o processo de aprendizado do aluno.

Pretendemos mostrar de forma breve as teorias e pensamentos que nortearam as ideias para a montagem de um jogo de tabuleiro (*board game*) pedagógico. Com o uso do jogo, esperamos facilitar a interação dos alunos com a Física, a fim de compreender e melhorar a fala e a linguagem do aluno dentro dos símbolos encontrados na disciplina.

2.1 Bakhtin e as Palavras

Mikhail Bakhtin foi um teórico da literatura e da linguagem, nascido em 1895, no sul de Moscou. Graduado em Letras, História e Literatura, abordou diversos temas em suas obras, todos compreendidos dentro dos estudos da

linguagem. A obra completa de Bakhtin, segundo Freitas (1994, p. 119), é composta de trinta e três livros e diversos artigos cuja autoria nem sempre é clara. Alguns livros publicados em nome de Volochinov e Medviediev são reconhecidos como obras de Bakhtin. Tal fato fez surgir a expressão “Círculo de Bakhtin”.

Na perspectiva de Bakhtin, a linguística enquanto ciência tem como objeto a linguagem humana e não pode ser entendida como um fato isolado da esfera histórico-social, tampouco como algo individual e restrito. O ato de se comunicar é uma interação concreta. O filósofo defende que a enunciação¹ deve estar presente em qualquer teoria relacionada à linguagem.

(...) a estrutura da enunciação é uma estrutura puramente social. A enunciação como tal só se torna efetiva entre falantes. O ato de fala individual (no sentido estrito do termo “individual”) é uma *contradictio in adjecto*². (BAKHTIN [Volochinov], 1992, p. 127).

O enunciado está relacionado com a realidade, possuindo sentidos dentro do contexto social. O enunciado é uma relação de interação “após o fim do enunciado do locutor, outro sujeito inicia sua enunciação”, segundo Faur (2013, p.314). Ou seja, o enunciado revela o posicionamento das pessoas, estejam elas na posição de falante, de ouvinte ou de leitor. Em sua teoria não é necessário que todos os participantes estejam efetivamente falando. Nesse sentido, a linguagem é a expressão de interação de um em relação ao outro. A palavra dentro de um enunciado se mostra como uma postura, uma interpretação do falante que depende diretamente da sua historicidade. A palavra carrega em si entonações e valores que não podem ser ignoradas no âmbito de um diálogo.

A palavra, na perspectiva de Bakhtin, é um signo ideológico construído através das relações sociais que refletem diferentes realidades. Um exemplo é mostrado por Beth Brait, em seu livro *Bakhtin: Conceitos-Chave* (2005), em um ensaio que exemplifica a magnitude social da palavra “passear”. Ela mostra a maneira como um estudante aprende sobre a palavra, um verbo formado por seis fonemas, cuja origem é o termo em latim *passare*, que significa movimento das pernas enquanto caminha. Nessas circunstâncias o estudante tem um objeto abstrato na palavra “passear”. A palavra assume diferentes sentidos quando utilizada e ouvida no cotidiano do estudante. Ele pode resolver “passear” na rua,

¹ Enunciado, para Bakhtin, é uma sequência extraverbal que se dirige a alguém.

² Contradição em si mesmo.

“passear” na casa de alguém ou, até mesmo, “passear” em alguns *sites*. Dessa forma, a palavra se apresenta em seus diferentes usos, transformando-se em algo mais concreto. Quando o estudante faz o uso da palavra “passear” ele demonstra assimilação e interiorização do significado da palavra, entrando em contato com diversos sentidos em contextos diferentes.

Como signo, a palavra tem uma significação em cada momento de seu uso, possuindo, de acordo com Brait (2005), quatro propriedades, a saber: pureza semiótica, possibilidade de interiorização, participação em todo ato consciente e neutralidade. Essas propriedades podem ser demonstradas em nosso contexto pela palavra “trabalho”.

A pureza semiótica é o que permite o trânsito da palavra em várias esferas ideológicas, uma vez que ela tem liberdade de ser utilizada e compreendida em diversos enredos. No cotidiano, “trabalho” traz à tona a ideia de labuta, enquanto dentro da disciplina de Física o termo diz respeito, de forma geral, a uma forma de energia gasta em um processo.

A possibilidade de interiorização revela um confronto entre o significado interno e o externo da palavra. Ainda fazendo uso da palavra “trabalho”, na mente de uma pessoa já existe um determinado sentido para ela que, em geral, é o sentido mais imutável, que será chamado aqui de sentido interno. Quando o aluno ouve a palavra com um sentido instável (o sentido externo) ele amplia seus sentidos ao entrar em contato com uma nuance da palavra.

A participação em todo o ato consciente é o resultado do confronto decorrente da possibilidade de interiorização. É quando o significado já conhecido e o sentido elaborado pela comunicação se harmonizam.

A neutralidade da palavra está no fato dela poder adquirir qualquer função ideológica após a acomodação do confronto. Aqui entra a questão social, pois é através da vivência em sociedade que a palavra passa a obter mais de um sentido, de acordo com a cultura e com a entonação da fala.

No livro *Estética da Criação Verbal*, de Bakhtin (1997), o autor afirma que a palavra reúne em si as vozes de todos aqueles que já a utilizaram ao longo da história. Essa presença de múltiplas vozes na teoria bakhtiniana é chamada de polifonia. A polifonia é uma característica do romance que revela as múltiplas vozes e consciências, todas com igual importância dentro de uma fala ou de um enunciado. Outra particularidade da polifonia é sua característica de inacabamento,

ela revela algo que está em constante construção. A palavra vai assumindo significações que dependem das situações, não sendo considerada um produto acabado.

Toda palavra se dirige para alguém, ela “serve de expressão a um em relação ao outro” (BAKHTIN [Volochinov], 2009, p. 117). Cada vez que alguém fala um enunciado, a imaginação do ouvinte é responsável por completar um lapso. Cada palavra ou pensamento do outro estão aptos a se relacionar com inúmeras palavras nossas. A compreensão de um enunciado é responsiva, ou seja, ocorre em uma interação. Qualquer que seja sua natureza, os indivíduos podem discordar, aceitar, ignorar, etc. Assim, a enunciação necessita de interação e todo ouvinte em algum momento se tornará falante e vice-versa.

Na realidade, toda palavra comporta duas faces. Ela é determinada tanto pelo fato de que procede de alguém, como pelo fato de que se dirige para alguém. Ela constitui justamente o produto da interação do locutor e do ouvinte. Toda palavra serve de expressão de um em relação ao outro. Através da palavra, defino-me em relação ao outro, isto é, em última análise, em relação à coletividade. /.../ A palavra é o território comum do locutor e do interlocutor. (BAKHTIN/ VOLOCHINOV, 1981, p. 113).

De acordo com Silva (2006), a interação só se concebe quando as pessoas envolvidas conhecem os signos que envolvem o diálogo. É concebível que no ato de lecionar Física seja semelhante, é necessário que o professor finalize seus enunciados para que os educandos também participem da interlocução evidenciando suas vozes e seus pensamentos. Isso torna possível o compartilhamento dos múltiplos sentidos que os alunos carregam de sua vivência acerca dos termos que, posteriormente, serão oficializados em sala de aula com o conceito científico.

As ideias de Bakhtin, aqui brevemente apresentadas, nos revelam como a língua, a fala e o diálogo são construções sociais e históricas. Trata-se de um processo contínuo e em mutação que não pode ser entendido como algo acabado. É nítido também o quanto o contexto social do falante ou do ouvinte interfere na assimilação de uma determinada palavra. Mendes (2010), apoiado nos pensamentos de Bakhtin e na teoria da linguística, trata a Física como uma linguagem. Segundo ele, tal ciência é uma “língua(gem)”, pois está permeada de códigos, exige treinos e se caracteriza como uma língua bem definida e com estrutura específica. Ela pode ser pensada com o mesmo rigor e aprofundamento

que uma segunda língua. O aluno precisa ser um leitor crítico e incumbir sentidos aos conceitos. Somente o uso dos conceitos não implica em sua compreensão.

As particularidades da leitura da Física são caracterizadas não somente pela forma como a ciência é ministrada, mas também como ela se apresenta de uma maneira geral, i.e., permeada por códigos específicos, associações múltiplas com linguagens outras (português, francês, inglês etc.) e características próprias que a definem como linguagem. (MENDES, 2010, p. 27).

Entre os teóricos abrangidos no estudo de Mendes está Vygotsky. Esse autor estudou a linguagem, dentre outros assuntos e, diferente de Bakhtin, voltou seus estudos para o processo de aprendizagem.

2.2 Vygotsky e a Psicologia da Educação

Lev Semenovich Vygotsky é considerado um psicólogo ligado às questões de desenvolvimento humano e, por consequência, ligado ao processo de ensino. Apesar de não ser psicólogo nem pedagogo por formação, o autor se tornou referência em assuntos ligados a essas duas áreas. Vygotsky nasceu em 1896 em Orsha, cidade de Bielorrússia e estudou Direito, História e Filosofia. Apaixonado por Artes e Literatura, é proposto pelo autor a acreditação da arte para a possível construção de ideias e sentimentos capazes de modelar a vida do indivíduo. Na época, não havia nenhuma psicologia que fosse voltada para a cultura ou para o histórico do ser humano, motivando-o a trazer algo novo para o estudo da psicologia a partir de suas preocupações acerca do comportamento humano.

Elaborando uma psicologia nova, ele foi o precursor nos estudos sobre como as interações sociais e as condições de vida podem influenciar a aprendizagem e o desenvolvimento de uma criança.

Todas as funções no desenvolvimento da criança aparecem duas vezes: primeiro, no nível social, e depois, no nível individual; primeiro, entre pessoas (interpsicológica), e, depois, no interior da criança (intrapicológica). (VYGOTSKY, 1984, p.64 apud FREITAS 1994, p. 91).

Assim como em Bakhtin, a linguagem teve papel crucial nos estudos de Vygotsky. Ele a encara como um objeto psicológico capaz de construir o indivíduo e seu foco era na relação pensamento-linguagem³ que, com origens diferentes, estas estruturas se unem no caminho onde o ser humano busca se comunicar.

³ Cf. Freitas, 1994, p.92.

Segundo Vygotsky, no desenvolvimento da criança se estabelece a relação entre fala e pensamento a partir de uma determinada idade. Entre dois e três anos a criança começa a perceber o propósito da fala, dos signos, dos nomes das coisas e dos objetos. O autor defende ainda que a fala não é simplesmente um reflexo do que a criança pensou. A fala é o que torna o pensamento algo palpável e ambos, pensamento e fala, tendem a se modificar ao longo do tempo à medida que a criança utiliza palavras em situações distintas. Para entendermos melhor, vamos ao conceito de fala interior e fala exterior.

A fala interior é considerada por Vygotsky uma atividade intelectual, é a fala para si mesmo, é pensamento. Ela não pode ser considerada um produto social por não depender do outro. Quando uma criança, por exemplo, quer pegar um objeto que está fora do seu alcance, ela utiliza a fala interior a fim de criar conexões que a leva a maneiras para resolver tal impasse. Já a fala exterior é dirigida para os outros, é o som emitido. A passagem da fala interior para a exterior é um processo extenso, pois nem sempre a fala interior coincide de forma exata com as palavras. Sendo assim, o pensamento e a fala não podem ser considerados a mesma coisa, embora estejam relacionados, ou seja, “a transição do pensamento para a palavra passa pelo significado. Um pensamento pode ser expresso por várias frases e uma frase pode expressar vários pensamentos” (FREITAS, 1994, p. 98).

A palavra, segundo o autor tem um importante papel no desenvolvimento do pensamento e na aprendizagem. Além disso, a palavra tem uma função social, pois é a partir da palavra que a criança ou o indivíduo entra em contato com o mundo ao seu redor. Sem a palavra, sem a fala, o indivíduo não é social, muito menos cultural.

Em sua teoria, Vygotsky faz ainda a diferenciação entre signos e significados. Os signos trazem a ideia de contexto que está diretamente ligado à cultura e às pessoas de determinado meio social. É como se os signos fossem o que encontramos no dicionário enquanto o significado de uma palavra “é a soma de todos os eventos psicológicos que a palavra desperta em nossa consciência” (VYGOTSKY, 1987, p. 125). O sentido da palavra depende do meio e do momento em que ela aparece e pode facilmente ser modificado. É no significado que a fala verbal e o pensamento se unem, no significado está a parte mais estável e precisa na formação de um conceito.

Se considerarmos a Física como uma linguagem podemos recorrer ao que Vygotsky diz sobre a aprendizagem da criança com relação a uma língua estrangeira. Para o autor, “O êxito no aprendizado de uma língua estrangeira depende de certo grau de maturidade na língua materna. A criança pode transferir para a nova língua o sistema de significados que já possui na sua própria” (VYGOTSKY, 1998, p. 137 apud MENDES, 2010, p. 219). Os termos físicos e científicos exigem treino do indivíduo, já que somente o uso das palavras não garante que ele compreende o que diz. É preciso que ele seja realmente fluente, que entenda, que seja crítico e que seja capaz de atribuir significados.

2.1 O uso de Jogos como Ferramenta Pedagógica

São diversos os referenciais que apontam ideias favoráveis à utilização de jogos como uma ferramenta pedagógica. Ao analisar alguns textos e artigos é fácil perceber como os jogos, bem como sua cultura, existem há muito tempo. Volpato (2002) nos mostra que os jogos na antiguidade ocupavam um papel de destaque, despertando valores e relações sociais capazes de transparecer os costumes e diferenças culturais. O autor ainda ressalta como Platão (427⁴ - 347 a.C.) e Aristóteles (385 – 322 a.C.) colocam em evidência a importância das atividades lúdicas. Platão via o uso de jogos como um meio de aprendizagem mais prazeroso e Aristóteles considerava o jogo como um meio de relaxamento, de recreação e de diversão.

Na modernidade, pedagogos como o alemão Frederico Fröbel⁵ e Edouard Claparède⁶ reconhecem e defendem o jogo como um excelente recurso pedagógico, sobretudo na infância durante o desenvolvimento da aprendizagem, em que as funções motoras e psicológicas se tornam mais potentes com a utilização de jogos que estejam voltados para uma determinada habilidade.

Um jogo, segundo a etimologia, é uma brincadeira, um passatempo composto de regras, o que o difere de um brinquedo. Qualquer que seja sua natureza, o jogo possui um caráter de liberdade que, em conjunto com o prazer de se alcançar um objetivo, é utilizado como uma forma de estímulo para quem o joga.

⁴ Data estimada. Algumas bibliografias reconhecem 428 a.C como seu ano de nascimento.

⁵ Fröbel (1782 – 1852) foi um pedagogo alemão, fundador do primeiro Jardim de Infância.

⁶ Claparède (1873 – 1940) foi neurologista e psicólogo do desenvolvimento infantil.

É muito mais eficiente aprender por meio de jogos e, isso é válido para todas as idades, desde o maternal até a fase adulta. O jogo em si, possui componentes do cotidiano e o envolvimento desperta o interesse do aprendiz, que se torna sujeito ativo do processo. (LOPES, 2011, p. 28).

Conforme Lopes, o conhecimento pode ser adquirido de maneira significativa através de jogos, independentemente da idade, proporcionando interação entre os indivíduos. O jogo pode ser utilizado para desenvolver habilidades operatórias como, por exemplo, refletir, criar, conceituar, interagir, discriminar, descobrir, levantar hipóteses, entre outras.

De acordo com Antunes (1998, p. 38) "Entende-se por habilidade operatória uma aptidão ou capacidade cognitiva e apreciativa específica, que possibilita a compreensão e a intervenção de indivíduo nos fenômenos sociais e culturais e que o ajude a construir conexões". As habilidades operatórias podem servir de apoio para que características individuais possam ser a floradas e, se estimuladas da maneira correta, podem ser de grande auxílio na geração de entusiasmo e curiosidade por parte do aprendiz, que se sentirá motivado a fazer algo que o leve a desenvolver o seu melhor. O autor também afirma que, na criação de um jogo, podemos separá-lo de acordo com a inteligência que se espera evoluir com ele. Tem-se assim as características linguísticas, lógica-matemática, espacial, musical, corporal-cinestésica, naturalista, pictórica e pessoal.

Aqui serão expostas aquelas com maior relevância para esse estudo. A característica linguística, por exemplo, diz respeito à fluência e memória verbal que podem ser reveladas na escrita ou na fala. A característica naturalista revela os momentos de curiosidade e exploração em intensa relação com o ambiente ao redor do indivíduo. Já a característica pictórica associa-se diretamente às manifestações artísticas, pois ela usa do reconhecimento de objetos, cores e formas, contemplando a parte viso-motora do indivíduo.

Como afirma Gardner (1995; apud MELO, 2015), as inteligências sempre funcionam em conjunto e um adulto completo é uma combinação de várias delas. Logo, se o jogo ainda é capaz de auxiliar nas situações que buscam desenvolver tais inteligências, novamente ele se mostra como um aliado não só da parte educacional, mas também da parte formativa do ser humano. Na visão de Kishimoto (2011), o aspecto lúdico engloba jogos e brincadeiras e cabe ao professor fazer o intermédio da brincadeira com o currículo escolar. Lopes (2011), nessa mesma perspectiva, assinala que para obter êxito nos resultados, é preciso que o professor

esteja atualizado constantemente, fazendo do jogo um espaço de pensamento e aprendizagem para o estudante.

Em muitos jogos encontram-se componentes do cotidiano do aprendiz que podem ser usados como um motivador adicional para despertar o atrativo necessário para o processo de aprendizagem. Lopes (Ibid., p. 34) mostra que “enquanto a criança está simplesmente brincando, incorpora valores, conceitos e conteúdos”. Portanto, a metodologia ativa de um jogo pode ser capaz de provocar algumas estruturas cognitivas no aluno. Se a criança e o adolescente aprendem enquanto brincam, o jogo se torna um recurso qualificado para explorar seu potencial com um caráter livre. Apesar dessa liberdade em um jogo, as regras e os princípios são fundamentais, pois as regras de qualquer jogo não são vistas como obstáculos, sendo de grande importância para definir as dificuldades e o objetivo em que se quer chegar ao final do jogo.

Quando as situações lúdicas são intencionalmente criadas pelo adulto com vistas a estimular certos tipos de aprendizagem, surge a dimensão educativa. Desde que mantidas as condições para a expressão do jogo, ou seja, a ação intencional da criança para o brincar, o educador está potencializado as situações de aprendizagem. (KISHIMOTO, 2011, p. 41).

Kishimoto propõe que o objetivo do jogo não deve tirar sua ludicidade e sua diversão, fatores de interesse independente da faixa etária. O jogo deve permitir um ambiente crítico, possibilitando aos alunos trabalharem em cima das regras da melhor maneira possível. A ferramenta pedagógica em questão tem se mostrado muito eficiente em diversos estudos, se combinada com outras práticas e com um bom direcionamento do professor.

Os jogos lúdicos permitem uma situação educativa cooperativa e interacional, ou seja, quando alguém está jogando está executando regras do jogo e ao mesmo tempo, desenvolvendo ações de cooperação e interação que estimulam a convivência em grupo. (FRIEDMAN, 1996, p. 41 apud AZZOLIN, 2012, *on-line*.)

Os jogos utilizados para o ensino de uma disciplina atuam no aprendizado efetivo do aluno e também na sua ação como indivíduo em uma sociedade. Esta característica tem um papel importante na formação do discente e pode ser trabalhada de forma conjunta com o interesse em aprender uma determinada matéria ou conteúdo.

O jogo, brinquedo ou brincadeira, por terem a característica comum de serem prazerosos, constituem instrumentos naturais de aprendizagem para crianças, adolescentes ou adultos. Todas as pessoas gostam de jogar em

qualquer etapa da vida, e as emoções suscitadas pelo jogo são espontâneas e geram motivação. Desta forma, se o professor, com o intuito de desenvolver potencialidades, habilidades ou ensinar conceitos, souber transformar o jogo em processo educativo, galgará resultados além dos esperados com suas turmas. (LOPES, 2011, p. 64).

Os métodos lúdicos criam um ambiente natural para que ocorra a aprendizagem e através deles o professor pode alcançar diversos objetivos pedagógicos. Lopes (2011) lista 14 objetivos que podem ser conquistados durante o uso e/ou confecção de um jogo. São eles: 1- trabalhar a ansiedade; 2- rever os limites; 3- reduzir a descrença na autocapacidade⁷ de realização; 4- desenvolver autonomia; 5- aprimorar a coordenação motora; 6- desenvolver a organização espacial; 7- melhorar o controle segmentar; 8- aumentar a atenção e a concentração; 9- desenvolver antecipação e estratégia; 10- trabalhar a discriminação auditiva; 11- ampliar o raciocínio lógico; 12- desenvolver a criatividade; 13- perceber figura e fundo; e 14- trabalhar o jogo.

Estes objetivos, principalmente no que diz respeito às crianças, são fundamentais para um bom desenvolvimento escolar. Por exemplo, o primeiro objetivo refere-se a crianças ansiosas e o jogo pode auxiliá-las a lidar com a frustração de perder ou até mesmo no simples fato de esperar a sua vez de jogar. O segundo objetivo concerne ao fato dos jogos possuem regras que levam a criança a segui-las. O objetivo de número oito é bastante pertinente, uma vez que uma das principais causas da falta de atenção é o desinteresse do aluno. De fato, este não é o único motivo, mas entendemos que pode ser um fator considerável na hora de avaliar uma determinada atividade. O jogo, por ser uma atividade dinâmica e diferente, age no intuito de contribuir com a geração de entusiasmo pelas atividades em sala de aula.

Os objetivos nove e onze possuem finalidades semelhantes. Em geral, as crianças apresentam tendência à “preguiça mental”⁸, principalmente com o amplo acesso à tecnologia disponível atualmente. Jogos que exigem delas planejamento e estratégia estimulam o raciocínio. “Raciocinando, criando hipóteses, aplicando-as e verificando os resultados” (Ibid., p. 42), a criança desenvolve habilidades para ser capaz de resolver algumas situações de sua realidade. O décimo segundo objetivo revela a necessidade de haver um momento para liberar a imaginação. Para isso, segundo o autor, é necessário que o professor esteja disposto a dar espaço e

⁷ (sic).

⁸ Cf. Op. cit., p. 43.

permissão para o educando. Todos os objetivos são pertinentes ao desenvolvimento da criança e do aluno e se alinham aos objetivos que a escola, em geral, almeja alcançar. Por mais triviais que possam parecer, eles são fundamentais para o desenvolvimento motor, cognitivo e afetivo completo do indivíduo.

Como fica evidente, o jogo bem direcionado pode desenvolver habilidades e atingir objetivos valiosos que auxiliam no aprimoramento das potencialidades que o indivíduo possui. Trabalhar os conteúdos programáticos de forma lúdica aumenta a probabilidade de que estes sejam aprendidos ou, pelo menos, estimulam maior disposição nos alunos em aprender.

Diante de diversos materiais pedagógicos existentes, tais como livros didáticos, apostilas e até mesmo *sites*, o jogo se mostra uma ferramenta diferente para estabelecer significado ao que foi ou ao que é assimilado durante o próprio jogo. Nas mais diversas áreas do conhecimento existem defensores dos jogos, mais explicitamente em artigos relacionados ao ensino infantil. Especificamente para a Física não existem muitos jogos publicados. Os exemplares levantados durante as pesquisas desta dissertação se encontram expostos de forma breve no próximo capítulo.

Capítulo 3

Alguns Jogos no Ensino de Física

Este capítulo apresentará o estudo de alguns artigos e livros que abordam o uso de jogos como um elemento pedagógico em potencial no ensino de Física. Durante a realização da pesquisa foi possível perceber que existe uma vasta literatura sobre o uso de jogos pedagógicos de uma maneira geral, sendo a grande maioria voltada para a educação infantil. Estudiosos e pensadores de diversas áreas discorrem contra e a favor da utilização de jogos no decorrer do processo de aprendizagem. Contudo, ao procurarmos jogos na área de Ciências, especificamente em Física, percebemos uma escassez de materiais voltados para a área.

“Jogo” no dicionário⁹ possui o significado de uma atividade física ou mental fundada em um sistema de regras que define a perda ou o ganho; é uma atividade cuja natureza é a diversão, o entretenimento e o passatempo. Desde os primórdios da civilização os jogos assumem papel importante na cultura humana, unindo várias gerações em torno de uma brincadeira. Segundo Kishimoto (1994), é no início do século XIX que se difunde a preocupação com o desenvolvimento de propostas de ações pedagógicas. O uso de jogos para o ensino aparece entre elas a fim de estabelecer uma participação ativa do aluno, bem como produzir uma maior predisposição em aprender.

Segundo o artigo 21 da Lei 9394/96, conhecida como “Lei de Diretrizes e Bases para a Educação Brasileira” (BRASIL, 1996), a educação básica é dividida em Educação Infantil, Ensino Fundamental e Ensino Médio. É nesse último que está formalmente o ensino de Física. Normalmente, a Física conta com enfoque formal e processo de aprendizagem mecânica, em que alunos e professores encontram-se, muitas vezes, desmotivados. A partir deste cenário, alguns educadores e pesquisadores procuram avaliar como um jogo educativo pode possibilitar um ambiente melhor para que ocorra o processo de aprendizagem e de compreensão.

Como ressalta Kishimoto (1994), um jogo, qualquer que seja a sua natureza, possui um caráter lúdico e um caráter educativo e ambos devem estar balanceados. Deve-se evitar que o caráter lúdico sobressaia ao educativo, com

⁹ Cf. Ferreira, 2001, p. 408.

finalidade prioritária de diversão. Caso o contrário aconteça, a ferramenta se tornará apenas mais um método de aula.

Como já dito anteriormente, jogos para o ensino de Física são escassos, sobretudo os jogos de tabuleiro. Durante a pesquisa realizada por meios digitais, nos deparamos com poucos jogos de tabuleiro na área e optamos por discorrer aqui sobre aqueles que, de alguma forma, mais influenciaram e que mais nos chamaram atenção.

Um dos jogos é o *Viajando pelo Universo* (Figura 1), um jogo direcionado para o estudo da Astronomia, desenvolvido por Marcos G. de Azevedo Melo (2015). Ele foi idealizado para atuar como um organizador prévio nos anos finais do Ensino Fundamental durante o estudo das Leis de Kepler e da Gravitação Universal, abordando também um pouco da Óptica Geométrica.

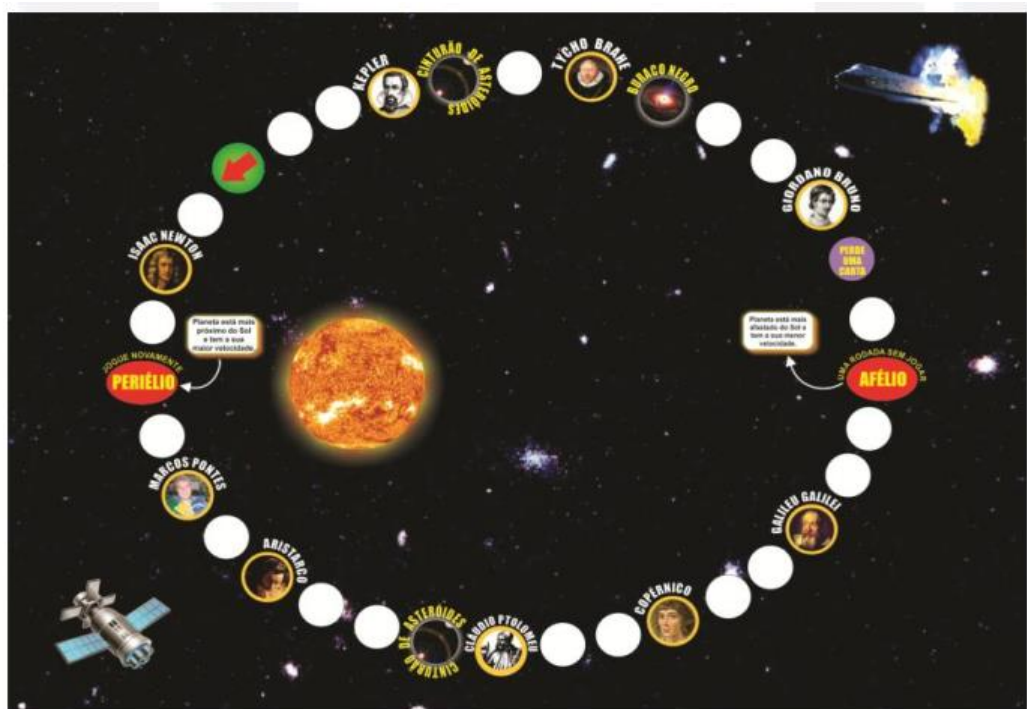


Figura 1 - Tabuleiro do jogo *Viajando pelo Universo*.
Fonte: Melo (2011, p. 46).

O jogo é voltado para perguntas e respostas, no qual os jogadores jogam dados e compram as cartas de acordo com a casa em que eles se encontram. Ao acertar a pergunta disponível na carta, o jogador fica com a mesma e prossegue o jogo andando sobre o tabuleiro. As cartas possuem valores agregados a cada uma delas, como mostra a Figura 2, que será somado ao final da partida. Algumas casas

do tabuleiro são especiais, possuindo dizeres que ditarão o que o jogador deve fazer. São casas que contam com a sorte, como por exemplo, a casa “Periélio”. Ao cair no periélio, o jogador pode jogar novamente, pois o planeta encontra-se próximo ao Sol e apresenta maior velocidade (Ibid., p. 67). O jogo se encerra quando as cartas acabam, e o vencedor será aquele que somar, ao final, a maior pontuação com as cartas em sua mão.



Figura 2 - Exemplos de cartas do jogo *Viajando pelo Universo*.
Fonte: Melo (2011, p.47).

Outro jogo por nós analisado foi o *Conhecendo a Física* (Figura 3), parte de um estudo amplo que procurava o desenvolvimento de jogos educativos de tabuleiro (PEREIRA, 2009). Também é um jogo de perguntas e respostas envolvendo diversos assuntos da Física, como Mecânica, Termodinâmica, Óptica, Ondulatória e Eletromagnetismo. A maioria das perguntas foram retiradas da coleção de livros do Grupo de Reelaboração do Ensino de Física (GREF). No desenrolar do jogo, os jogadores percorrem as casas do tabuleiro e algumas dessas casas possuem obrigações que deverão ser cumpridas, como indicado na Figura 4. Ganha o jogo aquele que primeiro completar o circuito no tabuleiro.

Segundo o autor, o jogo *Conhecendo a Física* possui duração média de uma hora se jogado por cinco participantes. O autor ainda apresenta o jogo como uma atividade de alto dinamismo e, por envolver questões do cotidiano dos alunos, faz com que eles desenvolvam a capacidade de imaginar e de resolver problemas. (Ibid., p. 18).

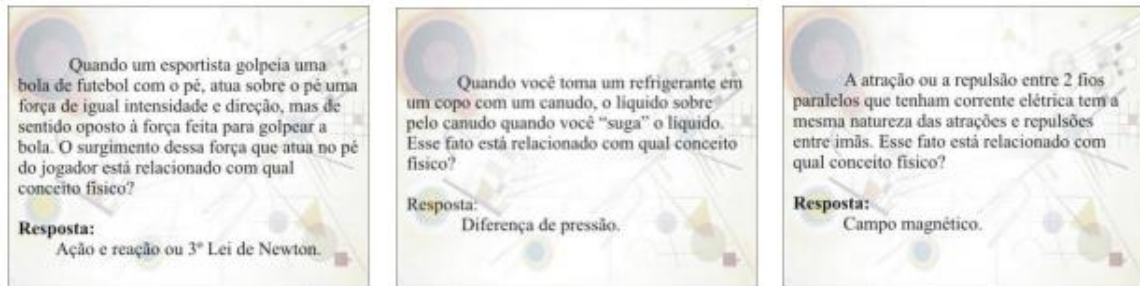


Figura 3 - Exemplo de cartas do jogo *Conhecendo a Física*.
Fonte: Pereira (2009, p.20).



Figura 4 - Tabuleiro do jogo *Conhecendo a Física*.
Fonte: Pereira (2009, p.19).

Outro exemplo de jogo de tabuleiro na área de Física é *Explorando o Lúdico no Ensino Médio: A competitividade como Motivação ao Aprendizado de Física* (AZZOLIN; ÁVILA; MACKEDANZ, 2012). Esse jogo foi elaborado por alunos do PIBID (Programa Institucional de Bolsas de Incentivo à Docência/CAPES) e por mestrandos da Universidade Federal do Rio Grande (FURG). Esse jogo, diferente dos outros dois apresentados anteriormente, tem como objetivo avaliar os alunos substituindo, de fato, uma avaliação. O jogo deve ser jogado por cinco alunos, um deles no papel de juiz e os outros quatro como competidores. Cada grupo recebe um tabuleiro como o apontado na Figura 5.

O objetivo do jogo é acumular pontos. O jogador escolherá estrategicamente o melhor caminho entre as casas para poder arrecadar o maior

valor que ele conseguir. Cada casa do tabuleiro possui um valor adequado ao nível da pergunta, sendo “1” o nível mais fácil e “3” o mais difícil. O jogador responde a pergunta a fim de validar sua jogada e assim ganhar os respectivos pontos. O jogador que tiver a maior pontuação ao final do jogo vence. Como é possível perceber, apesar da dinâmica diferente, esse jogo também se revela como um jogo de perguntas e respostas.

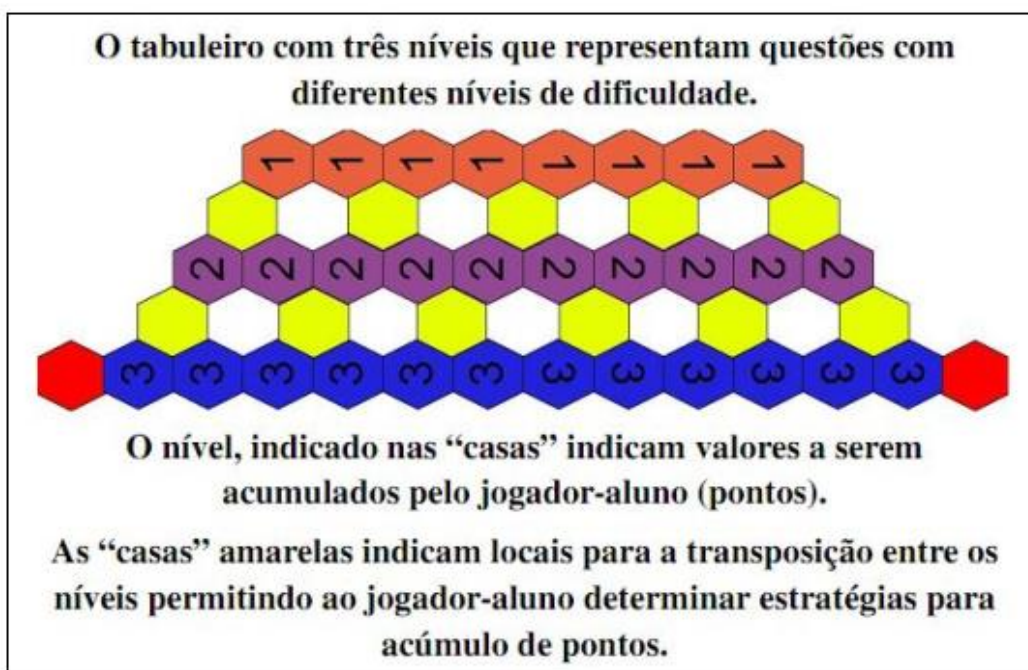


Figura 5 - Tabuleiro do jogo *Explorando o lúdico no Ensino Médio*.
Fonte: Azzolin, Ávila e Mackedanz (2012, *on-line*).

Nos relatos das aplicações dos jogos disponíveis nestes artigos e livros ficou evidente que, no início, há resistência por parte dos alunos em relação aos jogos. Esta resistência se dá por diversos fatores, como a falta de hábito e o engessamento geral da sala de aula. Os alunos necessitam de um impulso inicial para se envolverem na atividade proposta. Mas após sua realização, eles alegam ter gostado da experiência e, em sua grande maioria, dizem que foi uma aula diferente e divertida. Nas observações realizadas pelos idealizadores de cada um desses jogos é evidenciado como o aluno se tornou agente do seu aprendizado e como a aula foi dinâmica. Alguns relatam ainda como foi fácil reconhecer a habilidade despertada pelo jogo em cada grupo de alunos.

Os jogos educativos demonstram a capacidade de atrair a atenção dos alunos, o que pode, por consequência, auxiliar no interesse do aluno pelo conteúdo

implícito no jogo. Deixo bem claro, em concordância com as referências aqui já apresentadas, que o objetivo de um jogo pedagógico não é, de forma alguma, substituir as aulas tradicionais, mas contribuir no ensino e na motivação dos alunos e também dos professores.

Os jogos aqui apresentados trazem, em essência, perguntas e respostas voltadas ao ensino de Física. Mesmo se tratando de jogos de tabuleiro, eles possuem um modelo com foco bem diferente do jogo adaptado para a produção do nosso produto educacional. O produto está baseado no jogo francês *Dixit*, que trabalha a criatividade e a imaginação dos jogadores, demonstrando a diversidade de ideias e pensamentos que as pessoas podem ter em relação a uma imagem ou a uma situação. Aproveitando dessas características, pretendemos explorar de maneira lúdica as ideias e concepções que o aluno tem acerca de determinados conceitos da Física a partir de imagens e palavras, tal como é feito em *Dixit*. Ambos, o jogo original e nossa adaptação, serão devidamente explorados no capítulo 5, onde é descrita toda a metodologia envolvida no processo de criação do produto. O jogo produzido (*Physicool*) tem como tema principal os conceitos envolvidos nos processos de conservação de energia. Escolhemos “energia” como tema central por acreditar que o conceito pode fazer um elo com praticamente todas as áreas da Física. Isso torna o jogo amplo no que diz respeito aos termos e palavras que podem aparecer no momento da aplicação.

No âmbito da Física, a conservação de energia entrelaça conceitos desde a mecânica à relatividade. Ousamos dizer aqui que praticamente todos os termos da disciplina possuem alguma relação com energia. Sendo assim, o próximo capítulo transitará pela evolução do conceito de energia e sua formulação.

Capítulo 4

Energia e sua Formalização

Se nos perguntarmos o que faz o presente tão diferente do passado, uma possível resposta é a energia, que fez e faz uma enorme diferença na humanidade e no mundo. Até meados do século XVIII, as transformações que envolviam energia estavam quase sempre relacionadas ao trabalho manual ou animal até que surgiram as primeiras máquinas, como os moinhos de água e de vento, utilizados para substituírem a mão-de-obra humana. Depois, a humanidade passou a usar a energia química, de fósseis (carvão e petróleo), as máquinas a vapor e o motor de explosão. Com o avanço da ciência, atualmente contamos com a energia elétrica, a energia nuclear e até mesmo observamos fenômenos “estranhos”, como o fato de que a energia é capaz de tornar as coisas mais “pesadas”, fenômeno expresso na famosa equação de Einstein: $E = mc^2$.

Não se tem um único conceito que descreva a palavra “energia”. Trata-se de um modelo compartilhado pela sociedade científica de tamanha abstração e importância, podendo ser assim assunto central de uma aula temática ou de uma proposta pedagógica diferente.

4.1 Um pouco de Contextualização Histórica

O termo “energia” como destaque para a evolução científica aparece em 1807, através dos estudos do físico e médico Thomas Young (BUCUSSI, 2007, p. 06). Do grego *enérgeia*, o conceito revelava a ideia de trabalho e foi utilizado a fim de substituir o termo “*vis viva*” (força viva), amplamente utilizado em diversas áreas do conhecimento. O precursor do termo *vis viva* foi Leibniz, em meados do século XVII ao estudar a colisão entre dois corpos, definindo seu resultado como igual ao produto da massa de um corpo pelo quadrado de sua velocidade, ou seja, $vis\ viva = m \cdot v^2$, observando que em diversas colisões essa tal grandeza se conservava.

Aliás, diversos cientistas e pensadores da época já buscavam identificar qual era e o que era a grandeza que se conservava em múltiplos casos por eles

estudados. Entre 1837 e 1844¹⁰, esses casos começaram a ser descritos como uma manifestação de uma “força” capaz de se manifestar de diversas formas. Essa “força”, porém, não podia ser criada e nem destruída, somente convertida. A conservação de energia não é nada menos do que a contrapartida teórica dos processos de conservação laboratoriais, descobertos durante as primeiras quatro décadas do século XIX. (KUHN,1977, p. 112).

Segundo Kuhn (Op.cit.) o Princípio de Conservação de Energia foi descoberto simultaneamente por quatro rapazes, nenhum deles físico: Mayer, Joule, Colding e Helmholtz. Algumas conservações já eram conhecidas, como as apresentadas na Tabela 1. Havia muita preocupação na época acerca da construção dos motores, além da linha filosófica que buscava um princípio único para todos os fenômenos naturais. Estas características contribuíram de forma significativa para a imagem que temos hoje sobre energia.

Tabela 1 - Tabela de conversões conhecidas até meados do século XIX.

Ano	Pesquisador	Conversão
1768	Watt (1736-1819)	Térmica → Cinética (máquina térmica)
1800	Volta (1745-1827)	Química → Elétrica (pilha)
1820	Oersted (1777-1851)	Elétrica → Magnética (eletroímã)
1821	Seebeck (1770-1831)	Térmica → Elétrica (termopar)
1831	Faraday (1791-1867)	Magnética → Elétrica (indução eletromagnética)
1840	Joule (1818-1889)	Elétrica → Térmica (efeito Joule)

Fonte: Bucussi (2006, p.46).

Os estudos do movimento e do calor são considerados os mais significativos no que diz respeito à concretização da ideia de conservação de energia. Então, no início do século XX, o mundo microscópico começa a se revelar para os estudiosos da época com o surgimento da Física Moderna. Max Planck (1858 – 1947) e Albert Einstein (1879 – 1955) foram de grande importância para os estudos relativos à energia. Planck, em 1900, buscava solucionar um problema chamado “catástrofe do ultravioleta”, em que os valores experimentais de radiação de um buraco negro não condiziam com a teoria clássica. O pesquisador propôs então que a cavidade só poderia emitir energia em determinada quantidade e não de

¹⁰ Cf. Ibid., p. 09.

forma contínua, como previa a teoria clássica. De forma mais precisa, essa energia seria múltipla de hf , onde f é a frequência da radiação emitida e h é a chamada Constante de Planck, uma constante fundamental da Física nomeada em sua homenagem. A Constante de Planck (h) é usualmente encontrada na equação de Schrodinger e na relação da frequência (f) com a energia de fóton $E = hf$.

Em continuidade a essas novas ideias, Einstein publicou em 1905 uma série de artigos relatando o desenvolvimento da teoria da relatividade especial, harmonizando as equações da eletricidade e do magnetismo com as equações da mecânica para velocidades próximas à velocidade da luz (c). Como consequência, ele apresentou uma equivalência entre massa e energia, que ficou mais evidente em 1920, quando o físico publica um artigo sobre geração de energia proveniente de reação nuclear. Einstein revela que é possível uma grande quantidade de energia ser liberada da matéria. Se os fragmentos (nêutrons) resultantes de um átomo quebrado colidirem em outros núcleos, esses também se quebrariam liberando mais nêutrons que fariam o mesmo processo inúmeras vezes. Esse fato recebeu o nome de “reação em cadeia”, dando, assim, os primeiros passos para a geração de energia atômica.

Uma das equações mais conhecidas da Física diz que a matéria é energia aprisionada e a energia, matéria liberada. “O tal do c^2 mostra que existe uma ENORME quantidade de energia em cada porção de matéria” (GOLDSMITH, 2002, p. 168). Esse fragmento revela a equação descoberta por Einstein, $E = mc^2$. Segundo a Física clássica, se um impulso for capaz de mover a partícula a uma velocidade v , um impulso quatro vezes maior deveria movê-la a uma velocidade de $4v$. Mas Einstein mostrou que isso estava errado.

Suponha que você seja capaz de atirar na parede um grão de areia com um impulso capaz de fazer esse grão alcançar uma velocidade de 90% o valor da velocidade da luz ($0,9c$). Se você quaduplicar esse impulso o que vai acontecer? Bom, segundo as ideias clássicas, esse grão terá agora 360% a velocidade da luz ($3,6c$). Esse resultado, porém, é impossível, uma vez que não se pode ultrapassar a velocidade da luz ($c = 3 \cdot 10^8$ m/s)¹¹.

O que Einstein revelou foi que a energia dada aquele grão de areia não se converte completamente em energia cinética, ela serve também para tornar o

¹¹ Cf. *Albert Einstein e seu universo inflável*, Goldsmith (2002).

grão de areia mais “pesado”! Isso significa que, sempre que atiramos uma coisa, parte dessa energia acelera e a outra parte causa um aumento de massa, imperceptível em velocidades normais. Essa relação entre massa e energia pode ser considerada uma recente significação para Energia.

Assim como a evolução de um conceito, a humanidade está sempre em busca de novas descobertas e, principalmente, de novas formas de energia. Hoje fala-se muito de energia sustentável, um tipo de energia obtida a partir de recursos inesgotáveis e que não compromete as gerações futuras por ser uma forma de energia limpa. Ninguém vive sem energia, seja qual for sua natureza, por isso acreditamos ser a energia um bom ponto para levantar a discussão de diversos conceitos físicos por estar presente em tudo.

4.2 Calculando a Energia

Como visto, o termo físico “energia” não possui definição única ou único estudo e origem. Na Tabela 1, é possível ver as transformações de energia, foco de nosso estudo agora. A Energia pode ser um elo entre diferentes partes da Física por estar presente nos processos de conservação, na Mecânica, na Termodinâmica, no Eletromagnetismo, na Ondulatória e na Física Moderna. Há várias formas de energia e sua nomenclatura depende do fenômeno que ela provoca e que é perceptível por nós.

A energia mecânica, por exemplo, é conhecida como a medida da capacidade de um corpo de executar trabalho, revelando a soma da energia cinética (K) somada com a energia potencial gravitacional (E_p) da partícula em qualquer ponto da sua trajetória. A energia cinética é dada pela equação (1) a seguir. Já energia potencial gravitacional se refere à posição de um objeto em relação a outro. Por exemplo, quando uma maçã está no galho de uma árvore ela possui energia potencial gravitacional com relação ao solo, como pode ser definida como visto na equação (2).

$$K = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}\frac{p^2}{m} \quad (1)$$

$$E_p = mgh \quad (2)$$

Ainda na equação (1), o termo (p) é uma grandeza definida como a quantidade de momento linear de um corpo. A quantidade de movimento pode ser escrita como $p = mv$ ou ser igualada ao impulso (I). Essa relação se torna útil quando a força é variável no tempo e para se obter essa relação, como mostra a equação (3). Podemos partir da segunda Lei de Newton, temos então que:

$$F = \frac{dp}{dt} = m \frac{dv}{dt} \therefore Fdt = mdv \therefore Fdt = dp$$

Integrando ambos os lados, obtemos a definição de impulso

$$I = \int_{t_0}^t Fdt = \int_{p_0}^p dp \quad (3)$$

Outra grandeza que nos remete ao conceito de energia é o trabalho. Diferente da ideia de labuta, o termo físico trabalho (W) refere-se à energia que um corpo possui quando sobre ele aplica-se uma força (F). O trabalho feito sobre um corpo é capaz de produzir diversos efeitos, inclusive vencer a inércia e gerar energia cinética. O trabalho de uma força pode ser escrito conforme a equação (4) a seguir. A partir dele, ainda é possível calcular a variação da energia cinética de um corpo através do Teorema do Trabalho-Energia Cinética, desenvolvido utilizando resultados já apresentados, dos quais resultam a equação (5).

$$W = \int_{x_0}^x F(x)dx \quad (4)$$

$$W = \int_{x_0}^x \frac{dp}{dt} dx = \int_{x_0}^x \frac{mdv}{dt} dx = \int_{v_0}^v mvdv = m \int_{v_0}^v vdv = m \left[\frac{v^2}{2} \right]_{v_0}^v$$

$$W = m \frac{v^2}{2} - m \frac{v_0^2}{2} = \Delta K \quad (5)$$

A equação acima é utilizada sempre que temos uma força (F) que varia em relação à distância (x). Dentro dessa ideia temos a conservação da energia mecânica para sistemas conservativos, apresentada de forma clara pela primeira vez, segundo Bucussi (2006), em 1788 por Joseph Louis Lagrange como $\Delta K + \Delta E_p = 0$.

O Princípio da Conservação de Energia é algo geral que não se restringe somente à energia mecânica. Existem, por exemplo, alguns efeitos que tratam da conversão de energia térmica em elétrica e vice-versa, chamados de efeitos termoelétricos. O Efeito Seebeck explica o funcionamento dos termopares. Ele foi descoberto acidentalmente em 1821 quando Thomas Seebeck percebeu que entre dois condutores de materiais diferentes submetidos a uma diferença de temperatura ($\Delta T = T_2 - T_1$) aparece entre eles uma tensão (V), como demonstrado na Figura 4.2. Já o Efeito Peltier é o inverso do Seebeck, em que dois condutores também desiguais expostos a uma tensão diferente (ΔV) apresentam uma diferença de temperatura e, como consequência, há troca de calor.

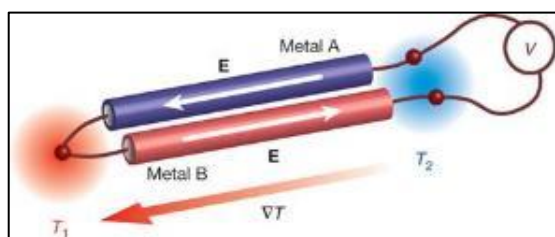


Figura 6 - Experiência do Efeito de Seebeck.
Fonte: [Imagens - Seebeck 2017]¹².

Em 1851, Willian Thomson (Lord Kelvin) uniu os dois efeitos, dizendo que eles estão intimamente relacionados. O chamado Efeito Thomson ou Efeito Termoelétrico estabelece uma relação da taxa de produção de calor com a intensidade e direção da corrente elétrica, do gradiente de temperatura e também do tipo de material utilizado.

$$q = \rho J^2 - \beta J \nabla T \quad (6)$$

Na equação acima, q equivale à quantidade de calor por unidade de volume, J se refere à densidade de corrente que pode ser definida como $J = i/A$,

¹² Disponível em: <[https://www.google.com.br/search?q=efeito de seebeck](https://www.google.com.br/search?q=efeito+de+seebeck)>. Acesso em: 25 jul. 2017.

onde i é a intensidade da corrente elétrica e A é a área da seção reta do condutor. Nessa equação ainda, ρ é a resistividade do material e, por fim, β é o chamado coeficiente de Thomson. O primeiro termo da equação (6) refere-se ao calor do efeito Joule, que é irreversível, e o segundo termo é o calor de Thomson.

O fato do efeito Joule ser irreversível não é algo ruim como aparenta ser, pois é através dele que conseguimos tomar um banho quente e passar nossas roupas. Ele ocorre quando uma corrente elétrica atravessa um resistor transformando energia elétrica em térmica. Esta lei foi estudada por James Joule em 1840¹³, podendo ser definida pela equação (7), onde Q é o calor gerado pela corrente (i) ao percorrer um condutor de resistência elétrica R :

$$Q = R \int_{t_0}^t i^2 dt \quad (7)$$

Outro feito de extrema importância realizado por Joule foi sua experiência, em 1850, sobre a equivalência entre trabalho mecânico e calor. De acordo com Alves (2008), ele fez um aparato composto por uma roda de pás que seria colocada em uma cuba com água. Essa roda seria colocada em movimento através de um molinete ao qual se acoplavam duas massas, segundo o esquema elaborado por ele exposto na Figura 7. Quando soltavam as massas, o molinete se movimentava e como consequência a roda de pás se movia dentro da água e essa fricção era capaz de aquecê-la.

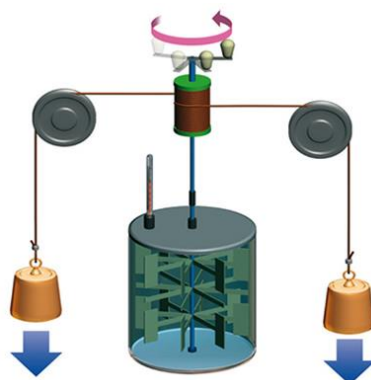


Figura 7 - Aparato utilizado na Experiência de Joule.
Fonte: [Bol - Joule 2017]¹⁴.

¹³ Cf. Santos (s.d, *on-line*).

¹⁴ Disponível em: <<http://mundoeducacao.bol.uol.com.br/fisica/experiencia-joule.htm>>. Acesso em: 25 jul. 2017.

Segundo Shamos (1987, apud ALVES, 2008, p. 20), “A quantidade de calor capaz de aumentar, em 1°F, a temperatura de 1 libra de água é equivalente à energia produzida por uma força mecânica responsável pela queda de 772 lbs de uma altura de um pé(...)”. Com essa experiência Joule foi capaz de chegar à equivalência de que 1 caloria seria igual a 4,150J. Valor esse muito próximo do valor aceito nos dias de hoje, que é 4,186J. O cálculo simplificado realizado por Joule foi:

$$K_i + Ep_i = K_f + Ep_f + E_{transferida} \quad (8)$$

Nessa equação o índice i refere-se a inicial, de modo análogo f quer dizer final. Joule em seus cálculos apresentados na equação (8), considerou $K_i = 0$; $Ep_f = 0$; $K_f \cong 0$, o que resultou em:

$$Ep_i = E_{transferida} \rightarrow Mgh = mc\Delta T \quad (9)$$

De acordo com a equação (9), Joule mostrou que a energia potencial gravitacional dos corpos de massa M se transforma em energia térmica, ou seja, uma forma de calor capaz de elevar a temperatura T de uma massa m de água que está contida na cuba. Usando as unidades que eram usuais na época e isolando o calor específico c , o pesquisador chega na equivalência de caloria (energia térmica) para Joule (energia mecânica).

Até o início do século XX permaneceu a ideia de conservação de energia restrita a energia mecânica e ao calor. Einstein, em 1905, apresentou um artigo com sua mais famosa equação. A Teoria da Relatividade Especial de Einstein, bem como sua equivalência massa-energia, surgiu posteriormente à proposição de Planck para explicar a radiação de um corpo negro. Segundo Planck, a energia deveria ser quantizada por $E = hf$, onde $h = 6,626 \cdot 10^{-34} J \cdot s$ é a constante de Planck. Assim ficou definida como *quantum* de energia a quantidade de energia que um fóton pode carregar.

A equação mais conhecida da Física Relativística foi formulada por Einstein. Ela revela que a perda de massa em transformações radioativas pode ser interpretada como uma forma de energia, calculada conforme a equação (10).

$$E = mc^2 \quad (10)$$

Vieira (2004) traz em seu artigo quatro deduções a fim de chegar na equação acima apresentada. A primeira dedução parte do Teorema do Trabalho-Energia. Para atingir ao intuito dessa dissertação de apresentar conceitos científico, esta foi a dedução que consideramos mais viável para apresentar em detalhes.

Suponhamos uma partícula de massa m , partindo do repouso com v_0 nulo e de um $x_0 = 0$, onde sobre ela atua uma força F que a impulsiona. Pelo teorema do Trabalho-Energia, temos a equação (5) já apresentada anteriormente. Se considerarmos as mesmas condições para uma partícula no caso relativístico, onde seu momento linear p passa a ser

$$p = \frac{mv}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

A partir da equação (4) anteriormente mostrada, chegamos em outra forma de escrever a equação do trabalho, como apresentado em (11):

$$W = \int_0^p v dp \quad (11)$$

Podemos usar a integração por partes para resolvê-la, uma vez que o momento p é função da velocidade.

$$W = \int_0^p v dp = vp - \int_0^v p dv$$

$$W = v \frac{mv}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} - m \int_0^v \frac{v dv}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \quad (12)$$

Para facilitar a resolução da equação (12), vamos separar a integral que está contida nela e resolvê-la pelo método da substituição. Seja então:

$$I = \int_0^v \frac{v dv}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \quad (13)$$

Chamando

$$u = 1 - \frac{v^2}{c^2} \therefore du = \frac{-2v dv}{c^2}$$

Substituindo em (I):

$$I = \frac{-c^2}{2} \int_1^{(1-\frac{v^2}{c^2})} \frac{du}{\sqrt{u}} = -c^2 \sqrt{u}$$

Voltando com os limites de integração,

$$I = -c^2 \left(\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} - 1 \right)$$

Aplicando esse resultado à equação (11) que evidencia o trabalho e realizando algumas operações matemáticas, teremos:

$$W = \frac{mv^2}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} + mc^2 \left(\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} - 1 \right) = \frac{mv^2}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} + mc^2 \left(\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} \right) - mc^2$$

$$W = m \left(\frac{v^2 + c^2 \left(1 - \frac{v^2}{c^2} \right)}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \right) - mc^2 = \frac{m}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} (v^2 + c^2 - v^2) - mc^2$$

$$W = \frac{mc^2}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} - mc^2 = \Delta K \quad (14)$$

A equação acima retorna ao Teorema do Trabalho-Energia, porém para uma partícula que se encaixa no caso relativístico. Para essa equação podem ser feitas algumas observações:

(a) Quando $v = 0 \rightarrow \Delta K = 0$;

(b) Quando $v \ll 1 \rightarrow \frac{v}{c} \ll 1$; usando expansão binomial¹⁵ encontra-se exatamente a definição para o caso clássico, $K = \frac{1}{2}mv^2$;

(c) Se definirmos $\frac{mc^2}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} = \varepsilon$, teremos da equação (14) que

$$\varepsilon - mc^2 = K \quad (15)$$

Quando a partícula estiver em repouso, ou seja, quando $K = 0$, de acordo com a equação (15) ainda resta uma forma de energia dada por $\varepsilon = mc^2$. E aí está uma das equações mais conhecida da Física.

Certa vez, segundo Vieira (2004), Einstein foi questionado sobre o motivo pelo qual a sua equação mais famosa e importante demorou tanto tempo para ser notada. Naquela época a Lei da Conservação das Massas era aceita por toda a comunidade acadêmica e o próprio Einstein chegou a perder as esperanças. Entorno de 1910 ele conseguiu provar sua teoria, mas, ainda assim, ele respondeu à pergunta da seguinte maneira:

Enquanto nenhuma parte da energia é emitida externamente, passa despercebida, não pode ser observada. É como se um homem que é fabulosamente rico nunca desse ou gastasse um centavo; ninguém poderia calcular a sua riqueza. (EINSTEIN, 1946, apud VIEIRA, 2004, p. 94).

Einstein foi um importante colaborador para o desenvolvimento e para os estudos acerca da Energia Nuclear. De fato, em 1939, a cientista Lise Meitner conseguiu realizar a fissão átomos de Urânio, algo que já estava previsto em artigos publicados por Einstein.

E assim, mesmo sem possuir definição única e muito menos definição precisa, a energia está presente em tudo que fazemos e em todos os campos da Física. Todos os conceitos aqui apresentados entrelaçados com os conceitos de energia são discutidos durante o Ensino Médio, segundo as diretrizes do ensino brasileiro.

¹⁵ Expansão binomial: $(1 + x)^n = 1 + nx$.

Capítulo 5

Metodologia

Apoiada nos referenciais, conceitos e exemplos apresentados nos capítulos anteriores, foi possível estabelecer uma metodologia para a realização do nosso trabalho, bem como a elaboração do produto educacional.

Tratando a disciplina Física como uma língua e/ou uma linguagem e fazendo uso dos jogos pedagógicos como instrumentos em potencial, foi possível construir um jogo para auxiliar no ensino e aprendizado dos conceitos físicos. Além disso, o jogo pode diagnosticar os pré-conceitos dos alunos, bem como a relação dos significados estabelecida por eles. Neste capítulo irei relatar toda a metodologia utilizada para chegar ao resultado final, o jogo *Physicool*.

Como já visto anteriormente, os jogos com fins pedagógicos são instrumentos que podem ser utilizados na sala de aula se voltados a contribuir para a formação do estudante. O jogo é resultado da cultura e dos fenômenos sociais que envolvem um povo, sua essência se dá na distração, na alegria e excitação que ele provoca aos jogadores, características que podem ser atreladas e utilizadas para um engajamento positivo no ensino.

O jogo é uma atividade ou ocupação voluntária, exercida dentro de certos limites de tempo e espaço, segundo regras livremente consentidas, mas absolutamente obrigatórias, dotado de um fim em si mesmo, acompanhado de um sentimento de tensão e alegria e de uma consciência de ser diferente da vida cotidiana. (HUIZINGA, 1990, p. 33 Apud LIMA, 2008, p. 40).

Como defende Lima (2008, p. 123), os jogos, de forma geral, são significativos para o desenvolvimento da linguagem da criança ou do adolescente, pois requer interação e expressão. Quanto mais o aluno se desenvolve neste aspecto, mais condições ele tem de compreender os fenômenos ao seu redor. As ideias de Bakhtin e Vygotsky a respeito da linguagem ressaltam o que foi dito acima. Uma vez que a linguagem se trata de um processo cultural e inacabado, ela participa de forma ativa no aprendizado do ser humano, sendo esse para além do campo escolar.

5.1 Sobre o Produto Educacional

O produto elaborado se trata de um jogo de tabuleiro que será utilizado como ferramenta para o desenvolvimento de uma melhor aprendizagem dos conceitos de Física, dado que a disciplina em questão possui vários termos que são utilizados também fora de âmbito escolar presentes na vivência do aprendiz. Sendo assim, o jogo busca uma ligação das palavras e dos termos com o cotidiano do aluno, assim como com a imagem e a ideia que os alunos têm de cada termo aprendido na disciplina.

5.1.1 Do Estudo Inicial à Elaboração do Produto

Para a elaboração do jogo, além de toda base teórica anteriormente já apresentada, foi realizada uma pesquisa através de um questionário objetivo. De acordo com Tuckman (2000), as fontes de obtenção de dados que podem ser utilizadas em um estudo de caso são, normalmente, caracterizadas por três tipos, sendo eles entrevistas, documentos vários e através da observação. Utilizamos um questionário, a fim de identificar e contabilizar a ocorrência de cada palavra. Esse questionário possuía caráter investigativo, buscando identificar as palavras ou termos correspondentes à disciplina de Física que, na visão dos alunos, são considerados difíceis de entender. O questionário se tratou de um “pontapé” inicial, um *vo* para amparar e estimular as ideias para elaboração do produto.

A pesquisa em questão está apresentada na Figura 8 e foi realizada no final do primeiro semestre de 2016, com total de cento e quarenta e dois alunos participantes, sendo setenta e sete de escola particular e sessenta e cinco de escola pública, ambas instituições no município de Juiz de Fora, Minas Gerais. Os alunos que responderam o questionário são alunos que estavam cursando o terceiro ano do Ensino Médio regular ou que já haviam terminado o Ensino Básico e estavam em cursos preparatórios para vestibulares. A pesquisa foi aplicada sem qualquer intervenção do professor quanto às respostas dos alunos.

A escolha das palavras foi realizada por nós e norteada de acordo com os temas abordados no primeiro ano do Ensino Médio dentro da nova proposta do BNCC¹⁶, que traz como unidades de conhecimento (UCF) do componente curricular

¹⁶ Base Nacional Comum Curricular; 2ª versão disponibilizada em 3 de maio de 2016.

do primeiro ano em Física: UC1F – Movimentos em sistemas e processos naturais e tecnológicos; UC2F – Energia em sistemas e processos naturais e tecnológicos. Nós utilizamos a ideia central desse documento e os temas explorados por ele. Realizamos uma seleção com aqueles termos que facilmente se encaixariam em algum outro contexto e não a Física somente.

Pesquisa

Idade: _____ Cursei o ensino médio na(s) cidade(s) de: _____

Em escola: () Pública () Particular () Ambas

✓ Sem se importar com a matemática envolvida, marque de 5 a 10 palavras entre as listadas abaixo, ligadas à disciplina Física, que você considera difíceis de entender ou que lhe parecem complicadas.

() Área	() Energia	() Massa	() Temperatura
() Atrito	() Força	() Partícula	() Tempo
() Calor	() Gravidade	() Peso	() Tensão
() Densidade	() Impulso	() Potência	() Trabalho
() Dilatação	() Inércia	() Pressão	() Tração

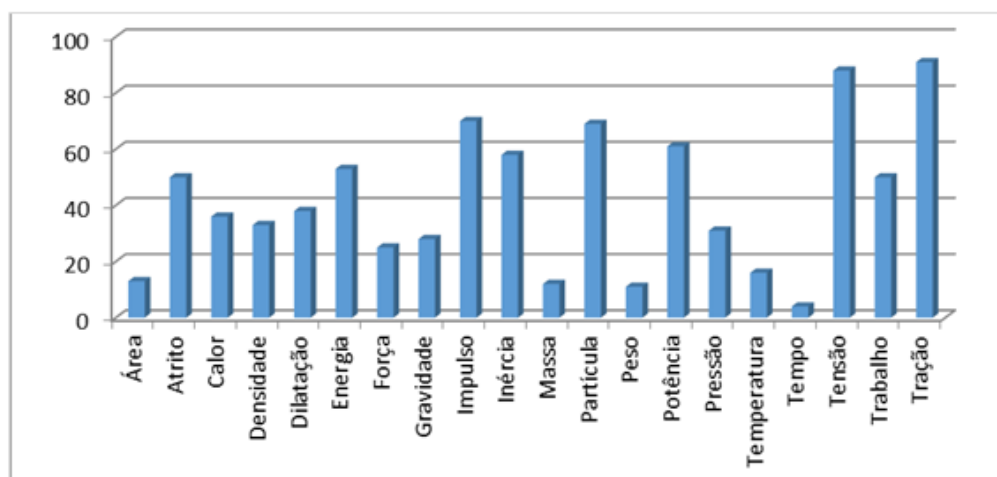
Se alguma(s) das palavras acima você acredita não conhecer ou não saber seu significado, escreva-a(s) na linha abaixo:

Figura 8 - Questionário distribuído aos alunos.

Fonte: Franco; Giron; Tagliati (2017, p.3).

Com o resultado dessa pesquisa em mãos, foi elaborado um gráfico, apresentado a seguir, que relaciona as palavras utilizadas no questionário com o número de vezes que as mesmas foram marcadas pelos alunos. O resultado dessa pesquisa foi apresentado em forma de pôster no Simpósio Nacional de Ensino de Física SNEF – 2017.

Gráfico 1 - Gráfico das palavras versus o Número de Ocorrência.



Fonte: Franco; Giron; Tagliati (2017, Trabalho apresentado. Não paginado)

A análise do gráfico revela que algumas palavras tiveram mais ocorrências do que outras. A palavra “Tração” foi selecionada por, aproximadamente 64% dos alunos; “Tensão”, por aproximadamente 62%; “Impulso”, assim como “Partícula”, foram marcados por quase 50%; a palavra “Potência”, por 43%; e outras palavras como “Inércia”, “Energia”, “Trabalho”, e “Atrito” foram selecionadas em média por 30% dos alunos (FRANCO; GIRON; TAGLIATI, 2017).

É notório que das nove palavras destacadas acima, sete delas já estão presentes no vocabulário dos alunos, não sendo palavras novas para eles. São palavras que eles já utilizaram em seu cotidiano provavelmente. O sentido atribuído a elas pode ser novidade para o aluno, mas seu fonema e sua pronúncia fazem parte da vida do estudante, logo a ideia que ele possui sobre tais palavras precisam ser levadas em consideração no momento da aprendizagem.

Ao tratar esses termos como uma linguagem específica da Física, deixa-se para trás as experiências vividas pelos alunos, o que pode influenciar na aprendizagem. Como afirma Freitas (1994, p. 103) “O conceito espontâneo abre caminho para o conceito científico e este fornece estrutura para o desenvolvimento daquele, tornando-o consciente e deliberado.” Sendo assim, consideramos o questionário uma fonte importante para obtenção de dados, confirmando o que já esperávamos acerca da dificuldade de compreensão dos conceitos e dos termos utilizados na disciplina de Física, sem nos preocuparmos com a formulação matemática nesse momento. A partir desta constatação, as ideias do produto começaram a surgir, considerando essas palavras e a diversidade de sentidos que elas podem ter para cada um dos alunos.

5.1.2 A ideia de Fazer um Jogo (Por que um jogo?)

A ideia de elaborar um jogo como produto educacional surgiu no final do ano de 2016, ao encontrarmos um jogo francês chamado *Dixit* (Figura 9) que se encaixou na proposta de trabalhar com os conceitos a partir de imagens. O *Dixit* exige muita imaginação e criatividade de quem o está jogando e, mais do que isso, é um jogo que revela que o que as pessoas enxergam e pensam diante de uma mesma imagem pode ser muito diferente.



Figura 9 - Jogo Dixit.
Fonte: [Amazon - Dixit 2017]¹⁷.

Dixit foi lançado em 2008 pelo francês Jean-Louis Roubira e ilustrado pela artista Marie Cardouat e foi trazido para o Brasil pela Galápagos Jogos, editora brasileira que atua no mercado de jogos de tabuleiros modernos. O jogo, apesar de novo, vendeu mais de 1,5 milhões de cópias e ganhou mais de 18 prêmios. No ano de 2010 foi o vencedor da maior premiação de jogos de mesa modernos, o *Spiel des Jahres*.

Ele pode ser jogado por pessoas de diversas idades, é fácil de ser aprendido e possui uma dinâmica atrativa. O jogo possui uma arte belíssima, com oitenta e quatro cartas super coloridas, ilustradas com as mais diferentes temáticas, como pode ser visto na Figura 10, onde estão representadas algumas delas.

¹⁷ Disponível em: <<https://www.amazon.com/Dixit-Cover-Art-May-Vary/dp/2914849656>>. Acesso em: 04 set. 2017



Figura 10 - Alguns exemplos de cartas de Dixit.
 Fonte: [Meeple Maniacs - Dixit 2017]¹⁸.

Em cada rodada de *Dixit*, um jogador possui o papel de ser o narrador e deve escolher uma carta em sua mão para dizer uma frase, uma palavra ou mesmo cantar uma música que tenha relação com a carta de sua escolha. Depois disso, os outros jogadores irão procurar em suas mãos, em segredo, uma carta que mais se assemelha a fala do narrador. As cartas serão entregues ao narrador que irá embaralhá-las e apresentá-las a todos os demais jogadores, que deverão tentar descobrir qual delas é a carta do narrador. Os jogadores (com exceção do narrador) irão votar na carta que acreditam ser a carta do narrador, não podendo votar em sua própria carta.

Ser o narrador não é tarefa simples, pois para ele pontuar no jogo, pelo menos um jogador precisa votar na carta dele. Se todos votarem na carta dele, ou seja, se ele for óbvio demais, ele não irá pontuar. Existem diversos vídeos no *site* YouTube® simulando rodadas de *Dixit* e mostrando como pontuar. No QR Code® abaixo (Figura 11) se encontram dois vídeos para auxiliar no entendimento do jogo.

O *Dixit* é um jogo envolvente e divertido, capaz de explorar diversas áreas e temas de acordo com o grupo que estiver jogando. Por esse motivo, acredita-se que ele pode ser utilizado em sala de aula como uma ferramenta auxiliadora.

¹⁸ Disponível em: <<http://onboardbgg.com/2014/08/29/sobre-a-mesa-dixit/>>. Acesso em: 12 abr. 2017.



<https://www.youtube.com/watch?v=P2Ds7SM6dEo>

(a)



<https://www.youtube.com/watch?v=s71d7oYS7wo>

(b)

Figura 11 (a) e (b) – QR Code dos Vídeos explicativos de Dixit

Fonte: Acervo pessoal da autora.

5.1.3 O Jogo: *Physicool*

O jogo *Dixit*, apresentado no item acima, tem alto grau de abstração em relação ao pensamento, a fala e ao significado de uma figura, além de estimular a criatividade a todo tempo. É possível perceber que, de maneira inovadora, ele trabalha a ideia de cada pessoa em relação a uma determinada imagem, uma vez que estão incutidas nos participantes suas vivências, seus conceitos e pré-conceitos. Nossa proposta de produto educacional se trata de uma adaptação deste jogo para o ensino de Física.

O jogo desenvolvido por nós recebeu o nome de “*Physicool*” e pretende trazer toda a energia e os artifícios do *Dixit* para a sala de aula, com foco nas aulas de Física do 3º ano do Ensino Médio. O *Physicool* possui 81 cartas ilustradas como aquelas apresentadas na Figura 12. As cartas encontram-se em sua totalidade Apêndice A ao final dessa dissertação. As imagens buscam se relacionar de alguma maneira com signos e palavras-chave do conteúdo de Física, mas que também são de conhecimento dos alunos por estar presentes no seu dia a dia. Todas as imagens foram escolhidas de um banco de imagens *online* chamado *Freepik*¹⁹, que permite o uso das imagens para qualquer fim, desde que seja devidamente citado. Por esse motivo, em todas as imagens está a referência de onde elas foram retiradas.

¹⁹ Cf. Web site <<http://br.freepik.com/>>.



Figura 12 - Exemplo de cartas *Physicool*.
Fonte: Acervo pessoal da autora.

Já o tabuleiro de *Physicool* possui imagens que remetem o aluno à Ciência. Ele começa com um espaço para dar início ao jogo e é composto de vinte e quatro casas para os jogadores percorrerem. Diferente do jogo original, *Physicool* conta com três casas de sorte (de avance ou de retorne) a fim de deixar o jogo mais lúdico. Ao cair na casa “Terra à vista”, o jogador é levado a avançar duas casas; nas casas “Parada para observar” e “Ops! Perdido no espaço” o jogador retorna uma casa, como pode ser visto na Figura 13.



Figura 13 - Tabuleiro de *Physicool*.
Fonte: Acervo pessoal da autora.

No tabuleiro tem ainda um resumo da pontuação para facilitar a dinâmica do jogo ao reduzir a necessidade de consultas ao manual. O nosso jogo conta também com as cartas de votação assim como no jogo original. Acompanha um manual para o aluno explicando todas as regras e pontuação e um manual para o professor com dicas de aplicação e sugestões de alterações de acordo com a necessidade, além de exemplificar um turno.

5.2 Questionário

Com o propósito de identificar e coletar a opinião dos alunos sobre o jogo, elaboramos outro questionário objetivo com quatorze perguntas relacionadas à aplicação e dinâmica do jogo à impressão que eles tiveram quanto a pertinência do produto para as aulas de Física e para a sua aprendizagem. O questionário está apresentado no Apêndice B, ao final dessa dissertação.

Outro intuito do questionário, como pode ser visto na questão de número 14, é tentar identificar as habilidades operatórias adquiridas ao jogar *Physicool* na

visão dos alunos. Nessa questão, os discentes puderam marcar mais de uma opção de acordo com as aptidões que eles consideraram ter desenvolvido ao longo do jogo.

Além do questionário respondido pelos 37 alunos participantes da aplicação do jogo, foi solicitado aos alunos participantes da primeira aplicação que fizessem um pequeno texto livre, descrevendo a experiência que eles obtiveram durante a aplicação do produto. Acreditamos que tanto o texto quanto o questionário podem servir como uma maneira de avaliar a execução do jogo, bem como de extrair informações sobre alguma possível aprendizagem efetiva durante o desenrolar do mesmo.

Capítulo 6

Relato da Aplicação

Inicialmente, o jogo seria aplicado somente a oito alunos da escola em que leciono. Posteriormente, fui convidada à aplicá-lo em uma segunda escola. Portanto, será descrito aqui ambas as aplicações do jogo, ocorridas em cenários diferentes o que torna interessante os relatos. A primeira aplicação do jogo ocorreu no dia 12 de julho de 2017, com oito alunos do terceiro ano do Ensino Médio de um colégio particular de Juiz de Fora, no qual sou professora. A aplicação do jogo aconteceu no Centro de Ciências da UFJF, fora do espaço escolar formal. O jogo foi aplicado na parte da manhã, como mostrado na Figura 14, e à tarde os alunos puderam visitar e conhecer o espaço.



Figura 14 - Fotos da primeira aplicação no Centro de Ciências.
Fonte: Acervo pessoal da autora.

Já a segunda aplicação ocorreu no dia 14 de setembro de 2017, também com alunos do terceiro ano do Ensino Médio do turno matutino de uma escola estadual do mesmo município. Desta vez, a aplicação ocorreu na própria escola (Figura 15). Nesta aplicação havia 29 alunos presentes e foram utilizadas duas aulas geminadas da professora de Física regente.



Figura 15 - Fotos da segunda aplicação.
Fonte: Acervo pessoal da autora.

6.1 Primeira Aplicação

Na primeira aplicação, nós preparamos uma câmera para filmar continuamente os alunos em todas as partidas disputadas, enquanto eu fotografava/filmava algumas rodadas específicas e seus resultados e discussões. Os alunos foram divididos em dois grupos de quatro pessoas cada. Antes de iniciar o jogo, apresentamos aos alunos um *power point* explicativo sobre o que eles deveriam se preocupar e como jogar. Mostramos ainda os vídeos demonstrativos que simulavam uma rodada do *Dixit*, jogo base apresentado nessa dissertação. Depois fizemos uma leitura em conjunto do manual do aluno, abrindo espaço para tirar dúvidas que viessem a aparecer. Foi sugerido ainda que eles jogassem uma partida “piloto” para se situarem no modo de jogar.

No início do jogo os alunos se ajudaram para compreender as regras e tiveram alguma resistência para ler o manual. É possível ver no vídeo uma aluna pegando o manual para tirar uma dúvida, mas ela desiste de ler e me chama para perguntar sobre a pontuação. Eles demoraram cerca de duas rodadas para compreender a dinâmica do jogo. A filmagem deixa evidente que, no começo, eles conferem a pontuação diversas vezes. Todavia, após compreenderem a ação do jogo, as rodadas fluíram, ficando mais rápidas e muito interessantes.

Houve palavras muito pertinentes e significativas para a aprendizagem de conceitos. Por exemplo, em uma rodada cuja palavra em questão era “campo”, (Figura 16a) a aluna narradora da partida disse “a Deborah fala muito em campo com a gente”. Esse relato é interessante, uma vez que eu havia acabado de ministrar eletrostática para eles e havíamos discutido em sala de aula sobre a ideia de campo elétrico.

Nesta rodada é interessante ressaltar a justificativa da aluna que votou na carta número 1, conforme orientação na figura abaixo. Segundo ela, “a carta representa campo, pois tem um ímã que representa campo magnético e uma maçã, já que Newton só descobriu o campo gravitacional porque a maçã caiu na cabeça dele”. Já a aluna que votou na carta de número 3 disse que a carta da bússola remete para ela os desenhos das linhas de campo elétrico feitos em sala.

Outra rodada de destaque foi a que apareceu a palavra “potencial” e uma aluna confessou não entender muito bem a diferença entre os conceitos de “potencial” e “potência”. Um aluno tentou explicar, dizendo que “potencial é o gravitacional”. Essa foi uma das rodadas que eles pediram minha interferência antes de votar. O resultado encontra-se na Figura 16b.



Figura 16 - Jogada com os termos: (a) “potencial” e (b) “campo”.
Fonte: Acervo pessoal da autora.

As imagens anteriormente apresentadas foram reproduzidas posteriormente a aplicação e o pino vermelho representa a carta jogada pelo narrador em cada rodada.

Em outras jogadas ocorreram diversos termos interessantes que jamais poderíamos prever que apareceriam no jogo, tais como “penumbra”, “aceleração”,

“nuclear”, “pêndulo”, “contato”, “trabalho”, entre outros, como mostrado na Figura 17. Até a fórmula da energia cinética²⁰ apareceu como termo de rodada.



Figura 17 - Algumas jogadas interessantes.
Fonte: Acervo pessoal da autora.

A jogada com a palavra “onda” foi uma cartada significativa para nós. Nessa rodada ninguém acertou a carta jogada pelo narrador, que se trata da primeira carta mostrada na Figura 18. O narrador ainda tentou justificar: “gente, olha a onda de rádio!”. Uma outra aluna, porém, comenta que conseguiu enganar as pessoas, pois ela jogou a segunda carta e acabou recebendo mais votos que a carta certa. Segundo ela, a carta dela tem “tudo a ver com onda”. Essas falas e justificativas dos alunos durante o jogo são ricas no que diz respeito ao nosso objetivo.

²⁰ $K = \frac{1}{2}mv^2$.



Figura 18 - Jogada com termo “onda”.
Fonte: Acervo pessoal da autora.

Nas vezes em que apareceram as palavras “frequência” e “distância”, mostradas na Figura 19 (a) e (b) respectivamente, os alunos ficaram bem indecisos, afirmando que todas as cartas poderiam ser a carta jogada pelo narrador. Segundo eles, todas as cartas sobre a mesa poderiam ser interpretadas e encaixadas na palavra dita.



Figura 19 - Jogada com os termos: (a) “frequência” e (b) “distância”.
Fonte: Acervo pessoal da autora.

Durante a aplicação do jogo percebemos os alunos empolgados, questionando os colegas sobre os termos, procurando saber se o amigo sabia o que significava determinada palavra e, em diversas jogadas, pude vê-los se justificando sobre a carta em que jogaram e/ou votaram. O vídeo ainda revela alguns comentários muito positivos acerca do jogo, tais como “o jogo é muito legal”, “vende um jogo desse para mim professora!”, “bem interessante”, entre outros.

6.2 Segunda Aplicação

Na segunda aplicação realizada em uma escola da rede estadual, havia maior número de alunos e foi possível separar os estudantes em sete grupos de 4 ou 5 alunos. Nesta aplicação não utilizamos o *power point* e, procurando facilitar o entendimento, colocamos no quadro algumas palavras e termos que poderiam ser utilizados. O manual também foi lido junto com os alunos e foram esclarecidas as dúvidas que surgiram. Assim como na primeira aplicação, os alunos jogaram uma partida sem valer, sob a minha inspeção e da professora regente. É importante ressaltar que dois alunos dessa turma que possuem laudos médicos de deficiência mental participaram ativamente do jogo com o auxílio dos colegas de grupo. Fica evidente na filmagem um grupo coordenando um desses alunos sobre como jogar, como embaralhar sem ninguém ver e assim em diante.

No início, diversos alunos mostraram total desinteresse pela atividade, mexendo no celular, reclamando por ler o manual e até mesmo se queixando por não entender nada. Eles se mostraram mais resistentes do que os alunos da primeira aplicação ao engajamento na atividade. Novamente não houve leitura do manual por grande parte dos alunos, que inclusive deixaram de ler as casas de sorte²¹ presentes no jogo, não avançando ou voltando casas quando era pedido.

Foram gastas na aplicação duas aulas sequenciais de cinquenta minutos cada uma. Alguns grupos conseguiram jogar mais de uma partida do jogo, dando tempo de todos eles responderem o questionário. Do mesmo modo que na outra aplicação, essa também foi filmada e fotografada e algumas imagens foram reproduzidas para poder facilitar a visualização do leitor.

Em diversas jogadas apareceram termos significativos para nosso estudo como, por exemplo, em uma jogada os alunos não sabiam a diferença entre “tração” e “atração”. Eles questionavam entre si se havia diferença entre as duas palavras, brincaram com os termos “atrair” e “trair”. A discussão permaneceu até chegarem à conclusão que “atrair” tinha relação com “atração” e todos os jogadores acertaram a carta do narrador, que na Figura 20 se trata da quarta carta.

²¹ Cartas de avance e volte casas.



Figura 20 - Jogada com a palavra “atração”.
Fonte: Acervo pessoal da autora.

O termo “massa” também apresentou interpretações interessantes. Apesar de todos acertarem a carta jogada pelo narrador, o aluno que jogou a primeira carta (Figura 21a) justificou que se tratava de massa corporal e o jogador da segunda carta fala que a maçã remete à massa para ele. A figura 21b retrata uma jogada em que o termo foi “circuito”. Nesta jogada, a carta número 4 foi justificada por trazer a ideia de circuito de rua ao aluno e sobre a carta número 1 os votantes disseram pensar em “volta ao mundo”. Nessa rodada ainda, o narrador que jogou a quinta carta justifica: “gente, circuito ué! Circuito de celular, porque ‘tá’ todo mundo falando, usando celular e *tablet* na mão”.



Figura 21 - Jogada com os termos: (a) “massa”; (b) “circuito”.
Fonte: Acervo pessoal da autora.

Outras justificativas interessantes de escolhas de cartas ocorreram com as palavras “gravidade” (Figura 22a) e “atrito” (Figura 22b). A carta escolhida pelo aluno para representar gravidade foi justificada por ele pelo motivo de possuir um “planetinha”. Ele ainda ressalva que poderia ser independente disso, pois a carta possui diversos itens, segundo ele, “até atração”. Já sobre a carta de atrito, o narrador disse que escolheu a palavra em questão porque se ele falasse força ou resistência, ficaria óbvio demais.

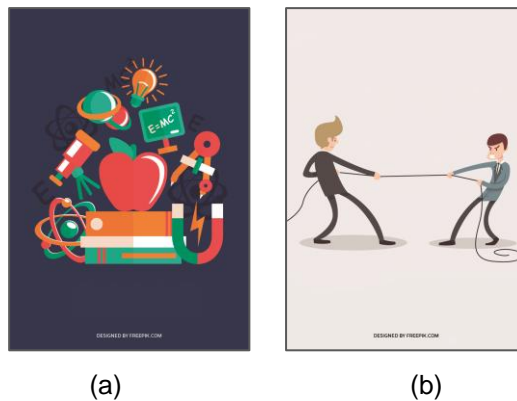


Figura 22 - Carta usada pelos alunos para representar as palavras (a) “gravidade” e (b) “atrito”.
Fonte: Acervo pessoal da autora.

Diversos termos apareceram no decorrer da aplicação, como pode ser verificado na Figura 23, mas ficou perceptível que os alunos, em geral, ficaram presos às palavras que estavam como suporte no quadro.



Figura 23 - Exemplos de rodadas.
Fonte: Acervo pessoal da autora.

Ao final da aplicação, os alunos agradeceram bastante pela experiência, diversos deles quiseram comprar o jogo e relataram que se divertiram muito e aprenderam também. A professora regente da turma declarou que não esperava o comprometimento dos alunos, em suas expectativas os alunos ficariam desinteressados e conversando durante todo o jogo.

Em conversa com uma aluna, que segundo a professora regente apresentava limitações de aprendizagem, a estudante relatou que no início foi difícil de entender a maneira de jogar, mas que depois de umas jogadas ela entendeu e

achou muito legal. Outros alunos disseram à professora que gostariam de levar o jogo para casa, a fim de jogar com amigos e familiares com as palavras que eles quisessem, pois o jogo pode ser adaptado.

Capítulo 7

Análise de Resultados

Além de todo o relato já apresentado no capítulo anterior sobre as duas aplicações do jogo *Physicool*, tivemos outros momentos e recursos facilitadores para a retirada de informações dos alunos, como conversas posteriores à aplicação, textos escritos pelos próprios alunos e a realização de um levantamento das respostas dos alunos ao questionário²² mencionado anteriormente.

Utilizaremos aqui a técnica de Análise do Conteúdo (AC) de Laurence Bardin, que busca sistematizar os dados de uma pesquisa qualitativa, mas também pode ser aplicado a uma pesquisa quantitativa, para além de uma simples leitura. Segundo Farago (2012), a AC possui três fases, sendo a primeira a fase de pré-análise, a segunda a exploração do material e, por último, o tratamento dos resultados. A primeira fase possui extrema relevância, pois ela dedica-se a sistematização de todo o desenvolvimento contido no material até a interpretação final. É através da AC que nos permitimos relacionar elementos, estudar as opiniões e atitudes dos indivíduos, sendo de grande valia nesta etapa do trabalho. Na AC, o pesquisador evidencia sua percepção acerca dos dados coletados, portanto não é possível realizar uma leitura neutra.

De modo geral, o jogo *Physicool* superou nossas expectativas no que diz respeito ao engajamento dos alunos e ao interesse que eles tiveram com a atividade. Inclusive para responder o questionário eles foram receptivos. Em ambas as escolas onde o jogo foi aplicado consideramos que o jogo alcançou boa parte de seus objetivos. Na primeira aplicação, realizada com a turma na qual sou a professora regente, os alunos foram convidados a escrever o que acharam do jogo. Seguem na Figura 24 dois depoimentos que auxiliam a dimensionar a aplicação segundo eles.

²² Cf. Apêndice B.

O jogo Físicool é muito interessante pois interliga conceitos físicos ao cotidiano de maneira lúdica. Através do jogo percebemos que os conteúdos aprendidos em sala de aula estão em boa parte do nosso dia-a-dia, nos auxiliando em várias das nossas atividades desde as mais simples até as mais complexas. Físicool contribui, portanto, para que ocorra uma quebra no estigma de que a física é uma disciplina difícil e de complicado entendimento, tendo em vista que, boa parte de seus conceitos encaixam-se em nossas práticas diárias e no universo de conhecimento que possuímos.

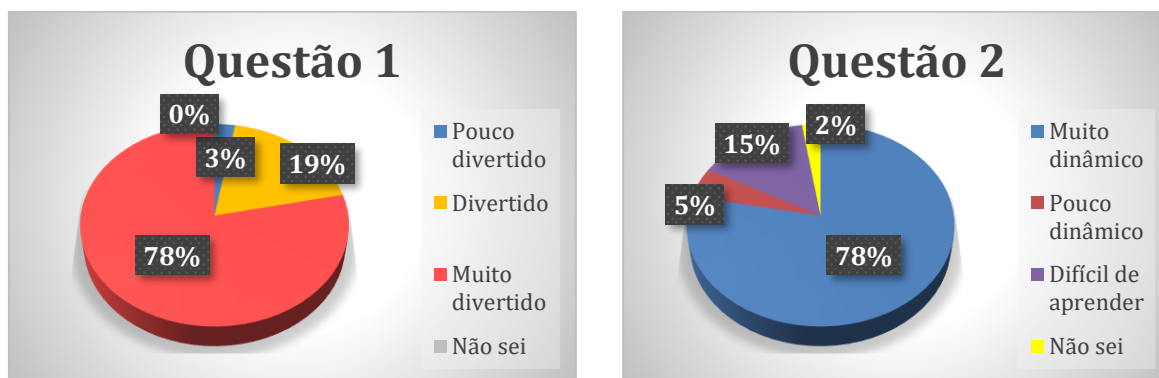
O jogo é atrativo e nós faz refletir sobre a aplicação da física no dia a dia, a ideia é muito bem elaborada e retrata o que as não entende por ser física. Seria interessante a divulgação do jogo para pessoas que estão iniciando sua trajetória com a física no ensino, para que quebre o tabu que a física é chata e não tem nada a ver com o dia a dia.

Figura 24 - Depoimentos dos alunos.
Fonte: Acervo pessoal da autora.

Apesar de só evidenciarmos aqui dois textos, os demais não são significativamente diferentes destes. Nestes trechos é notório que os alunos perceberam a existência de termos que são utilizados tanto em sala de aula quanto no seu cotidiano, além de opinarem sobre a aplicação e suas contribuições. Por exemplo, ambos os textos falam sobre a superação da aversão por aprender a Física. No segundo relato podemos ver ainda que é exposto que o jogo seria interessante para alunos que estão começando a ver a disciplina agora.

Estes relatos carregam em si a opinião dos alunos e sua visão acerca de uma didática diferente utilizada de modo a contribuir com a aprendizagem. As palavras dos alunos ressaltam para nós que o objetivo de estimular a escrita e fazê-los participar de forma efetiva foi alcançada.

Além dos textos, realizamos uma análise de caráter qualitativo das respostas dos alunos ao questionário, considerando toda a nossa amostra (37 alunos). Para facilitar a compreensão construímos gráficos das questões que julgamos ser mais relevantes para nosso estudo. Algumas questões são mais técnicas e dizem respeito à dinâmica do jogo, à exemplo das questões de número 1 e 2 (Gráfico 2).

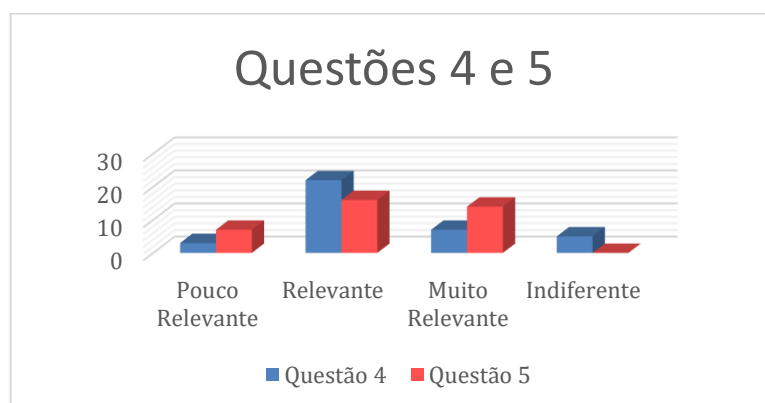
Gráfico 2 - Gráficos das questões 1 e 2.

Fonte: Questionário aplicado aos alunos.

Na primeira questão estávamos interessados em descobrir o quão divertido os alunos acharam o jogo, o quanto o jogo despertou neles o espírito de jogar e de se divertir mesmo sendo uma atividade pedagógica. Consideramos aqui um retorno positivo dos alunos, uma vez que apenas um aluno disse que o jogo é pouco divertido e nenhum aluno optou por não se manifestar, representada pela opção “não sei”.

A segunda pergunta se trata de um complemento da primeira, onde queríamos saber o que os alunos acharam da maneira de jogar. Esperávamos que mais alunos marcassem que é um jogo difícil de aprender, mas a grande maioria apenas disse achar o jogo muito dinâmico.

Já as questões 4 e 5 buscavam identificar o quão relevante os alunos consideram o jogo para a sua vida e para o aprendizado em Física, respectivamente representadas no Gráfico 3.

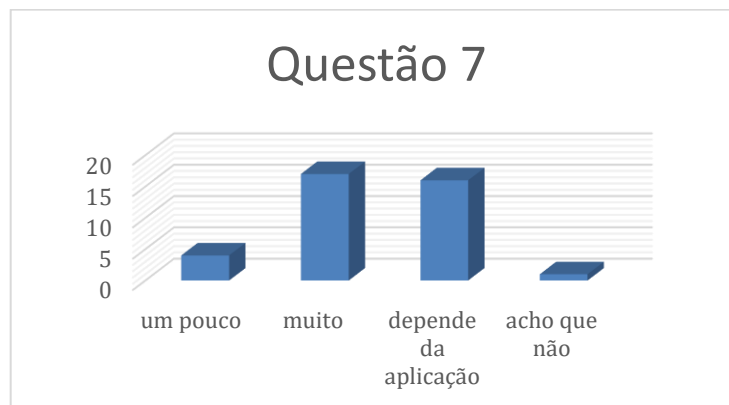
Gráfico 3 - Gráfico referente às questões 4 e 5.

Fonte: Questionário aplicado aos alunos.

Podemos ver que a maior parte dos alunos acha o jogo relevante para a sua vida e para o seu dia a dia do que para as aulas de Física. Talvez isso se dê pela falta de conexão, por parte de alguns alunos, dos sentidos e significados das palavras com toda a formulação matemática que lhes é cobrada em sala de aula.

Na sétima pergunta, procurávamos perceber o que os alunos acharam da ajuda que o jogo pode fornecer quanto à aprendizagem de conceitos da Física. A análise do gráfico apresentado a seguir revela que os alunos foram críticos em suas respostas, julgando o jogo muito eficiente para auxiliar na aprendizagem, mas deixando bem claro que isso depende da forma como ele for aplicado em sala de aula. Essa pergunta foi bem interessante, pois grande maioria deles perguntavam se podiam marcar mais de uma alternativa.

Gráfico 4 - Gráfico da questão 7.



Fonte: Questionário aplicado aos alunos.

Outro item que julgamos ser interessante para análise é a questão 14. Nessa questão buscamos evidenciar, pelo ponto de vista dos alunos, qual ou quais habilidades operatórias o jogo pode ser capaz de desenvolver. Nessa questão, todos os alunos marcaram mais de uma opção, sendo contabilizadas quantas vezes determinada habilidade apareceu.

Gráfico 5 - Gráfico da questão 14.



Fonte: Questionário aplicado aos alunos.

Pelo que aponta o gráfico acima, as categorias “raciocínio” e “estratégia” foram as mais votadas. Isso era de se esperar, uma vez que são as habilidades características de praticamente todos os tipos de jogos. Em seguida aparece “associar”, escolhida por aproximadamente 78,4% dos alunos. A habilidade de associação talvez seja a mais evidente para eles, uma vez que o tempo todo eles buscavam associar as imagens às falas dos colegas. Além dessas, podemos destacar também como as habilidades mais escolhidas as habilidades de interagir, de refletir, de descobrir e a de memorizar, marcadas por mais de vinte alunos. Isso revela que os alunos entenderam o objetivo do jogo. Mesmo que não tenham alcançado êxito na aprendizagem dos conceitos, eles foram capazes de compreender o que nós pretendíamos com a aplicação do jogo.

As habilidades de fala e de leitura foram menos escolhidas pelos alunos, talvez as que para nós fossem as mais evidentes. É bem provável que os alunos associem fala e leitura à matéria Língua Portuguesa, por exemplo. Isso evidencia a compreensão dos próprios alunos sobre a associação entre pensamento e linguagem.

Capítulo 8

Considerações Finais

Nessa dissertação apresentamos o desenvolvimento e a aplicação do jogo de tabuleiro *Physicool*, bem como sua análise e suas implicações. Nosso objetivo com esse trabalho foi relatar e apresentar um jogo capaz de criar assimilações dos termos Científicos para o aluno e desenvolver competências e habilidades operatórias a partir do uso de jogos didáticos.

A apreensão dos significados dos termos utilizados em Física parece de fato merecer uma atenção diferenciada nos episódios de ensino e aprendizagem dessa disciplina. Consideramos ter constatado nesse trabalho um alinhamento entre os resultados obtidos e as bases teóricas que utilizamos como guia nessa pesquisa. Utilizando as ideias de Bakhtin percebemos o quanto a palavra pode ter em si impregnada um conteúdo muito proximamente ligado a ideologias e aspectos vivenciais. Como já apontamos, os estudantes trazem para a sala de aula diversos sentidos procedentes de sua vida fora da escola e de suas interações ao longo dos anos.

Por outro lado, Vygotsky nos pareceu fundamental em nossa linha de investigação e, com propriedade embasa nossa percepção de que as interações sociais e as condições de vida podem influenciar a aprendizagem e o desenvolvimento de uma criança. Como já discutido, segundo esse autor, pensamento e fala, tendem a se modificar ao longo do tempo à medida que a criança utiliza palavras em situações distintas. Se a fala interior é considerada uma atividade intelectual, é a fala para si mesmo; a fala exterior é dirigida para os outros. Ainda vale a pena reconsiderarmos que, concordando com Vygotsky, a passagem da fala interior para a exterior é um processo extenso, pois nem sempre a fala interior coincide de forma exata com as palavras. Sendo assim, o pensamento e a fala não podem ser considerados a mesma coisa, embora estejam relacionados, em nenhum processo comunicativo.

Para tal, desenvolvemos uma atividade lúdica, como o jogo que apresentamos aqui, acreditando que ele poderia fazer aflorar concepções, situações, percepções e demais manifestações com contribuições efetivas para o processo de ensino e aprendizagem na questão de apreensão dos conteúdos Científicos por ser capaz de promover interação e aprendizagem coletiva. A disciplina Física, em

particular, carrega uma gama de termos que podem se distanciar daqueles que se encontram incorporados no vocabulário e no imaginário dos estudantes.

Face ao exposto, consideramos que a utilização da metodologia associada ao jogo se mostrou bastante efetiva, no sentido de facilitar e permitir uma ligação entre concepções incorporadas e novos significados para os conteúdos abordados em Física.

Além de se apresentar como uma atividade bastante estimulante para os alunos, que se engajaram na atividade de maneira surpreendente, a recepção deles à ideia de jogar um *board game* durante uma aula de Física foi melhor do que esperado. Consideramos que isso se deve ao fato do jogo ser capaz de despertar sensações diferentes daquelas às quais os estudantes estão acostumados nas aulas convencionais.

Outro aspecto forte da atividade está na possibilidade de um considerável estreitamento entre os saberes prévios de cada estudante e as novas versões desses conhecimentos, o que se mostrou razoavelmente evidente no decorrer da atividade.

As evidências apontam que a metodologia que propomos parece ser uma ferramenta que certamente pode vir facilitar de maneira expressiva uma melhor apreensão de termos, fenômenos, relações entre grandezas, e demais características importantes para uma melhor aprendizagem da Ciência como um todo.

A análise e interpretação dos dados nos leva a considerar que os resultados apontam para a necessidade de mais iniciativas visando estabelecermos mais práticas educativas alternativas para obtermos melhores resultados para a aprendizagem em Física.

No entanto, um ponto que consideramos merecer especial atenção é a efetiva avaliação por parte do professor, uma vez que é complicado em uma turma grande acompanhar todas as jogadas dos alunos. Por mais que o professor aplicante filme e fotografe a atividade tal como feito nesta pesquisa, sempre existirão jogadas que passarão despercebidas.

O aspecto lúdico no tratamento dos conhecimentos escolares, a nosso ver, pode conduzir a metodologias que venham a se tornar ferramentas essenciais para o tratamento da ciência, e da Física em particular, e, que, se bem planejada e

conduzida, tem boas chances de levar a implicações satisfatórias na aprendizagem como um todo.

Referências Bibliográficas

ALVES, Paula Portugal. **A experiência de Joule revisitada**. 2008. 95 f. Tese de Doutorado. Faculdade de Ciências e Tecnologia, UNL, Lisboa, 2008.

ANTUNES, Celso. **Inteligências Múltiplas E Seus Estímulos (as)**. Campinas: Papyrus Editora, 1998.

_____. Como ministrar uma (boa) aula expositiva. **Jogos operatórios**, [ca. 2015]. Disponível em: <<http://www.celsoantunes.com.br/tag/jogos-operatorios/>>. Acesso em: 29 ago. 2017.

ASSIS, Alice; TEIXEIRA, Ode Pacubi Baierl. **Algumas considerações sobre o ensino e a aprendizagem do conceito de energia**. Bauru: Ciência & Educação, 2003, v. 9, n.1, p. 41-52.

AZZOLIN, Tatiane F.P; ÁVILA, Daniel da Silva; MACKEDANZ, Fernando. O Lúdico Através de Jogos para Aprender e Ensinar Física. In: **II Congresso Internacional de Educação Científica e Tecnológica**. Santo Ângelo: URI, 2012. Disponível em: <http://www.santoangelo.uri.br/anais/ciecitec/2012/resumos/REL_EXP_PLENARIA/pl_e_exp11.pdf>. Acesso em: 20 ago. 2017.

BAKHTIN, Mikhail [VOLOCHINOV, V.N]. **Marxismo e filosofia da linguagem: Problemas fundamentais do método sociológico na ciência da linguagem**. São Paulo: HUCITEC, 1981.

_____. **Marxismo e Filosofia da Linguagem**. Tradução: Michel Lahud. 6 ed. São Paulo: Hucitec, 2009.

_____. **Estética da criação verbal**. Tradução: Maria Ermantina Galvão G. Pereira. 2. ed. São Paulo: Martins Fontes, 1997.

BARBOSA, João Paulino Vale; BORGES, Antonio Tarciso. O entendimento dos estudantes sobre energia no início do ensino médio. In: **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 23, n. 2, p. 182-217, 2008.

BRAIT, Beth. **Bakhtin: conceitos-chave**. São Paulo: Editora Contexto, 2005.

BRASIL. Lei n. 9. 394 de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Diário Oficial da União (DOU), Brasília, 1996 [2017].

_____. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. 2 ver. rev. Brasília: MEC; CONSED; UNDIME, 2016.

BUCUSSI, Alessandro A. **Introdução ao conceito de energia**. In: Textos de apoio ao professor de Física. Porto Alegre: UFRGS, Instituto de Física, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, v. 17, n.3, 2007.

CAVALCANTE, Ricardo Bezerra; CALIXTO, Pedro; PINHEIRO, Marta Macedo Kerr. Análise de Conteúdo: Considerações gerais, relações com a pergunta de pesquisa,

possibilidades e limitações do método. In: **Informação & Sociedade: Estudos**, v. 24, n. 1. João Pessoa: UFPB, 2014.

CONSTANTE DE PLANCK. **Wikipedia** [20-?]. Disponível em: <https://pt.wikipedia.org/wiki/constante_de_planck#hist.c3.b3ria>. Acesso em: 27 jul. 2017.

EFEITO THOMSON. **Wikipedia**, [20-?]. Disponível em: <https://pt.wikipedia.org/wiki/efeito_termoel%c3%a9trico#efeito_thomson>. Acesso em: 25 jul. 2017.

EINSTEIN, Albert; SCHENBERG, Mario. Science Illustrated, edição de abril (1946), [Tradução em português]. In: **Albert Einstein: pensamento político e últimas conclusões**. Brasiliense, 1983.

FARAGO, Catia Cilene; FOFONCA, Eduardo. A análise de conteúdo na perspectiva de Bardin: do rigor metodológico à descoberta de um caminho de significações. In: **Revista Linguagem**, v. 18. Belo Horizonte: UFMG, 2012.

FAUR DE CASTRO CATARINO, Giselle; PESSÔA CAMPELLO QUEIROZ, Glória Regina; MOREIRA XAVIER DE ARAÚJO, Roberto. Dialogismo, ensino de física e sociedade: do currículo à prática pedagógica. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 19, n. 2, 2013.

FERREIRA, Aurélio Buarque de Holanda. **Mini Aurélio: o dicionário da língua portuguesa**. Curitiba: Positivo, 2001.

FERRI, Kathynne Carvalho Freitas; SOARES, Livia Maria Araújo. O jogo de tabuleiro como recurso didático no ensino médio: uma contextualização do ensino de química. In: **Anais da Semana de Licenciatura**, v. 1, n. 6, p. 315-327. Jataí: IFG, 2015.

FONSECA JÚNIOR, Wilson Corrêa da. Análise de conteúdo. In: DUARTE, Jorge; BARROS, Antônio (Org). **Métodos e técnicas de pesquisa em comunicação**. São Paulo: Atlas, 2005

FRANCO, Deborah Santos; GIRON, Emely; TAGLIATI, José Roberto. A Influência Da Linguagem Verbal No Ensino De Física E Seus Conceitos: Do Cotidiano Para A Sala De Aula. In: **XXII Simpósio Nacional de Ensino de Física (SNEF)** [Trabalho apresentado]. São Carlos, 2017.

FREITAS, Maria Teresa de Assunção. **Vygotsky e Bakhtin: Psicologia e educação - um intertexto**. São Paulo: Ática, 1994.

GARCIA, Eder R.S.; MAURÍCIO, Luiz Alberto. Evolução do conceito de energia mecânica: aplicando a história da ciência em uma aula de física do ensino médio. In: **INIC 2013** [Anais de Trabalhos Completos]. São José dos Campos: UniVap; FVE, 2013.

GOLDSMITH, Mike. **Albert Einstein e seu universo inflável**. Companhia das Letras, 2002.

GROSSI, Esther. **LDB: Lei de Diretrizes e Bases da Educação (Lei 9394/96)**. Rio de Janeiro: DP&A, 2000.

KISHIMOTO, Tizuko Morchida. **O jogo e a educação infantil**. São Paulo: Pioneira, 1994.

_____. **Jogos, Brinquedos e a Educação (Org)**. 14. Ed-São Paulo: Cortez, 2011.

KUHN, Thomas A. **A tensão essencial**. Lisboa: Edições 70, 1977.

KUHN, Thomas A. **A estrutura das revoluções científicas**. 1997 São Paulo.

LIMA, José Milton de. **O jogo como recurso pedagógico no contexto educacional**. São Paulo: Cultura Acadêmica; UNESP, 2008.

LOPES, Maria da Glória. **Jogos na educação: criar, fazer e jogar**. 7ª Edição, Cortez São Paulo, 2011.

MELO, Marcos Gervânio De Azevedo. **A Física no Ensino Fundamental: utilizando o jogo educativo "Viajando pelo Universo"**. 2011. 99 f. Dissertação de Mestrado. Lajeado: UNIVATES, 2011.

_____. **O Jogo Pedagógico no Ensino de Física**. Curitiba: Editora Appris, 2015.

MENDES, Francisco Amâncio Cardoso. **Física: uma língua (gem)**. 2010. 132 f. Tese de Doutorado. São Paulo: Universidade de São Paulo (USP), 2010.

MOREIRA, Ildeu C. 1905: Um ano miraculoso. In: SBF (Org). **A Física na Escola**, v. 6, n.1, p. 4-11, 2005.

PEREIRA, Ricardo Francisco; FUSINATO, Polônia Altoé; NEVES, Marcos Cesar Danhoni. Desenvolvendo um jogo de tabuleiro para o ensino de física. In: **VII ENCONTRO DE NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS**. Florianópolis: ABRAPEC, 2009.

RAMOS, Patrick Luan Pacheco; PONCZEK, Roberto Leon. A evolução histórica dos conceitos de energia e quantidade de movimento. 2010. In: **Caderno de Física da UEFS**, v. 1 e 2, n.9, p. 73-83. Feira de Santana: UEFS, 2011.

ROUBIRA, Jean-Louis. **Dixit**. Pinheiros: Galápagos Jogos, 2013. [Jogo de Tabuleiro].

SILVA, Adriana Aparecida; TAGLIATI, José Roberto. **A Argumentação no Ensino de Física**, 2006.

SILVA, Domiciano Correa Marques da. Constante de Planck. **Brasil Escola**, [2017?]. Disponível em: <<http://brasilecola.uol.com.br/fisica/constante-planck.htm>>. Acesso em: 08 ago. 2017.

SOUZA, Ana Maria dos Santos de; SILVA, Odinei Santos. O desenvolvimento do pensamento e da linguagem. **Web Artigos**, [2011]. Disponível em: <<http://www.webartigos.com/artigos/o-desenvolvimento-do-pensamento-e-da>

linguagem/80785>. Acesso em: 22 mar. 2017.

SOUZA, Solange Jobim e. **Infância e linguagem**: Bakhtin, Vygotsky e Benjamin. Campinas: Papirus Editora, 2015.

TUCKMAN, Bruce W. et al. **Manual de investigação em educação**: como conceber e realizar o processo de investigação em educação. Lisboa: Serviço de Educação/Fundação Calouste Gulbenkian, 2000.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL. A teoria de Planck. In: **Curso de Física Moderna** [20-?]. Disponível em: <https://www.if.ufrgs.br/tex/fis142/fismod/mod03/m_s02.html>. Acesso em: 13 ago. 2017.

_____. O ano miraculoso de Albert Einstein. In: **Curso de Física Moderna** [20-?] Disponível em: <https://www.if.ufrgs.br/tex/fis142/fismod/mod06/m_s03.html>. Acesso em: 13 ago. 2017.

VALADARES, Eduardo de campos; MOREIRA, Alysson Magalhães. Ensinando física moderna no segundo grau: Efeito fotoelétrico, laser e emissão de corpo negro. In: **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 15, n. 2, p. 121-135. Florianópolis: UFSC, 1998.

VIEIRA, Sumaia et al. A comparison among deductions of the equation $E=mc^2$. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 26, n. 2, p. 93-98. São Paulo: SBF, 2004.

VILLATE, Jaime E. Trabalho e energia. **Documentação para Engenharia e Física (DEF)**, [2017]. Disponível em: <https://def.fe.up.pt/dinamica/trabalho_e_energia.html>. Acesso em: 27 jul. 2017.

VOLPATO, Gildo. Jogo e brinquedo: reflexões a partir da teoria crítica. **Educação e sociedade**, v. 23, n. 81, p. 217-226. Campinas: CEDES; UNICAMP, 2002.

VYGOTSKY, Leon S. **Pensamento e Linguagem**. Tradução: Jefferson Luiz Camargo. 2 (1) ed., São Paulo: Martins fontes, 1998 (1987).

Apêndice A

A Influência Da Linguagem Na Aprendizagem De Conceitos Físicos: A Contribuição Do Jogo De Tabuleiro “Physicool”

Introdução

Prezado (a) Professor (a):

Apresentamos aqui uma metodologia que possui a finalidade de auxiliar de forma efetiva no ensino e aprendizado de conceitos importantes na disciplina de Física. Trata-se de um jogo de tabuleiro que visa trabalhar a Física como uma brincadeira, esperando-se uma maior participação e engajamento dos alunos. O jogo é um produto educacional elaborado a partir de uma pesquisa de mestrado no âmbito do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, polo 24 – UFJF/IF-Sudeste-MG.

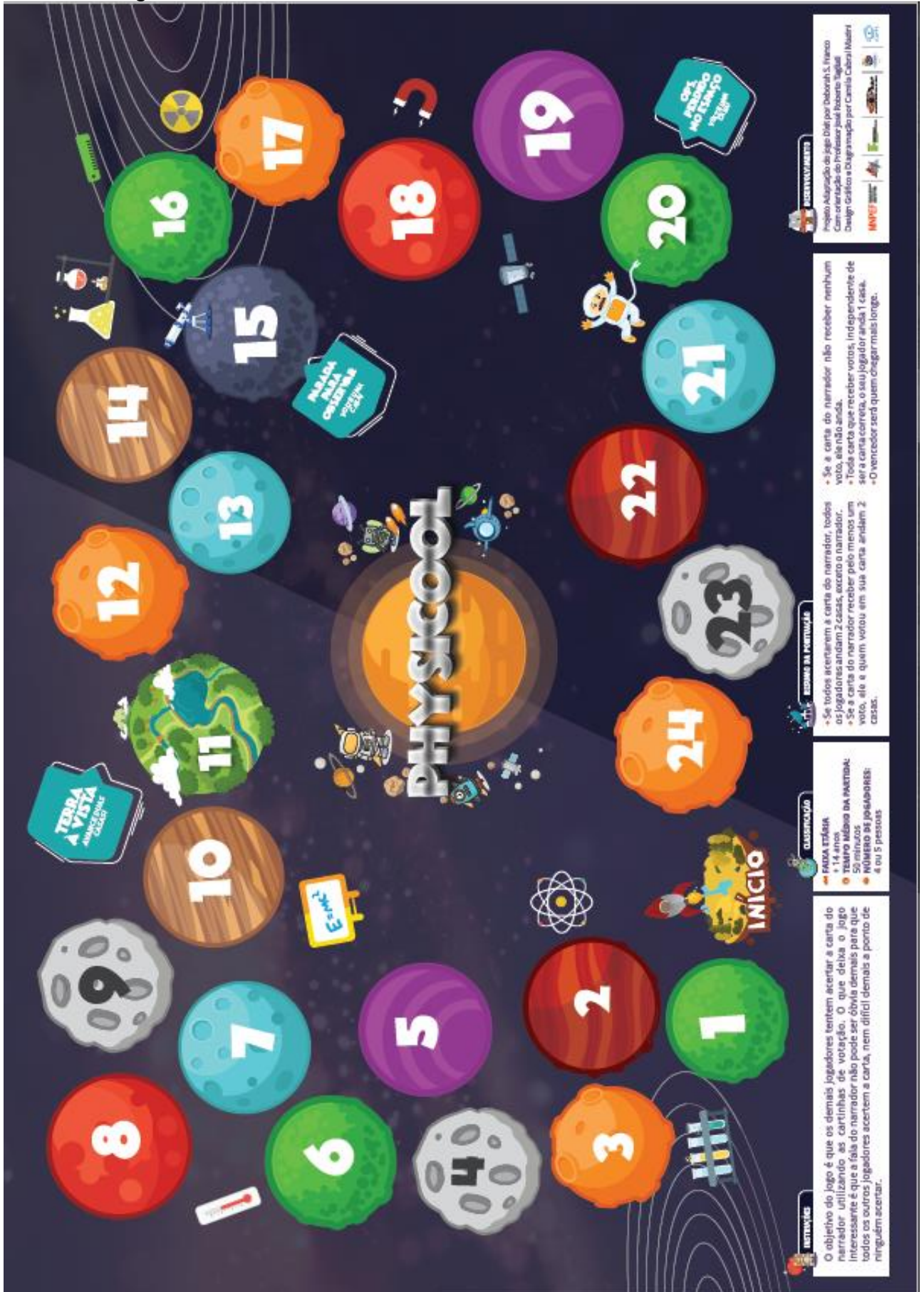
Tendo a preocupação de ser um produto acessível a professores de Física e Ciências em geral, seguem, nesse apêndice, todas as partes do jogo diagramada em formato A4, a fim de promover uma rápida impressão do mesmo. Segue ainda um segundo tabuleiro na cor branca para facilitar a impressão caso ela seja feita em escalas de cinza.

Sendo assim, segue o tabuleiro original, o tabuleiro branco, o manual do professor e o manual do aluno, as cartas de votação (frente e verso) e 81 cartas de imagem para aqueles que desejarem utilizar a proposta em suas aulas.

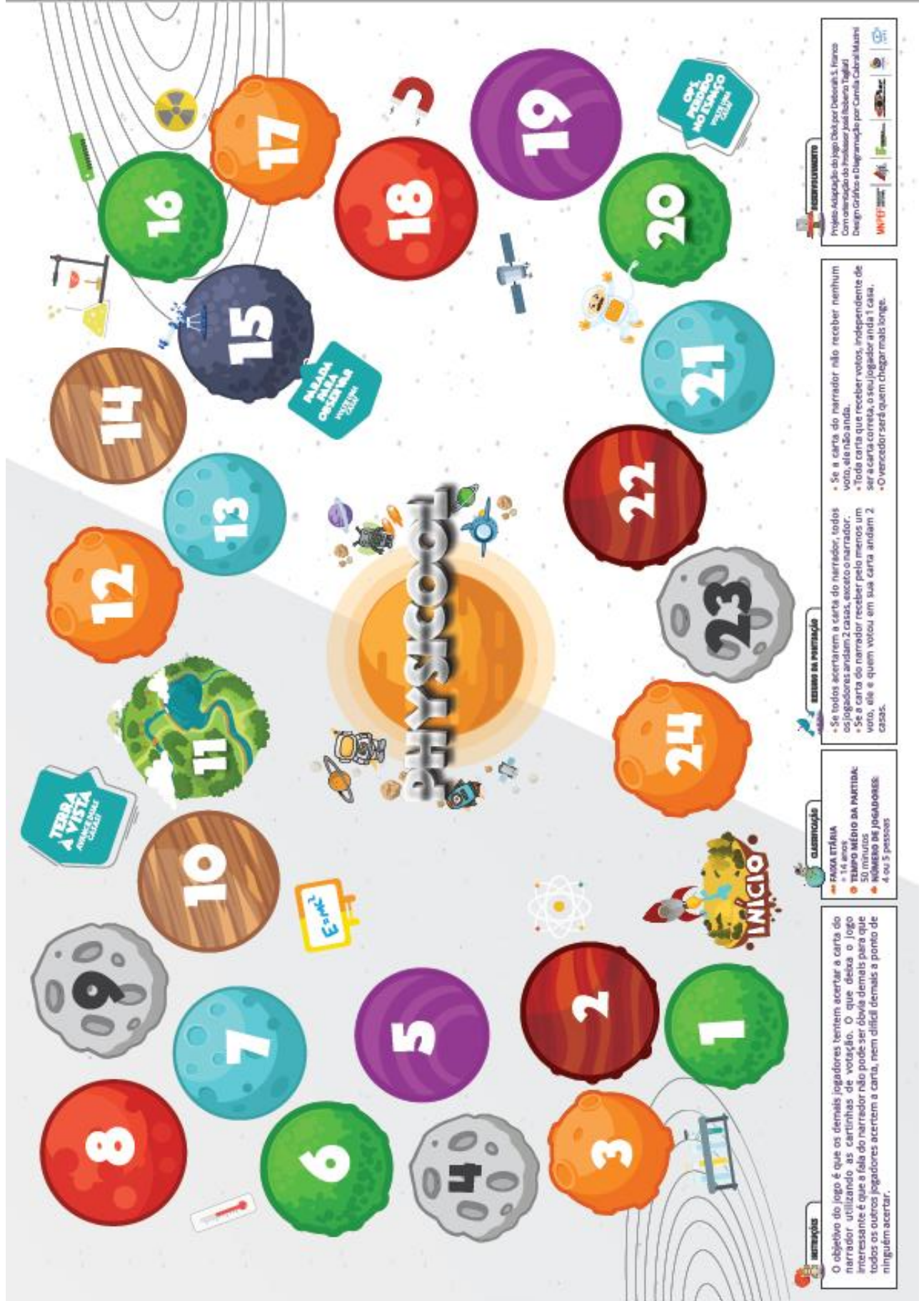
Em qualquer situação de reprodução ou aplicação do jogo, os autores devem ser citados.

Por:
Deborah S. Franco
José Roberto Tagliati

Tabuleiro Original:



Tabuleiro para impressão em escala de cinza:



Manuais explicativos para o aluno e para o professor:

MANUAL DO PROFESSOR



Prezado Professor,

- Se julgar necessário, o professor pode criar uma lista das palavras que serão utilizadas no jogo, a fim de direcionar melhor os seus alunos.
- Uma regra adicional que pode ajudar na aplicação é se, durante uma rodada, um ou mais alunos do grupo não concordarem com a jogada do narrador, achar que ele está errado ou que está fora de contexto, eles podem chamar o professor para julgar aquela rodada.
- O ideal é que antes da aplicação efetiva do jogo, o professor ministre uma aula explicativa, e ele o manual com os alunos para facilitar o andamento do mesmo. Existem vídeos no Youtube que simulam uma rodada de "Dixit" para auxiliar na demonstração.

EXEMPLO DE UM TURNO DO JOGO

Imagine 4 jogadores, A, B, C e D em uma partida.

O jogador A começa sendo o narrador, ele tem 5 cartas de imagem em sua mão mostradas abaixo, escolhe a segunda carta e diz a palavra ENERGIA.

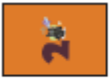








Os demais jogadores também escolhem uma carta de suas mãos e entregam ao narrador, que após embaralhar colocará as cartas viradas para cima.

Os jogadores B, C e D agora precisam tentar adivinhar qual foi a carta escolhida pelo jogador A. Para isso irão usar as cartas de votação que serão reveladas simultaneamente.


Como pontuar está descrito no tabuleiro.

DESENVOLVIMENTO

Projeto Adaptação do jogo Dixit por Deborah S. Franco
Com orientação do Professor José Roberto Tagliati
Design Gráfico e Diagramação por Camilla Calbra Mazini



MANUAL DO ALUNO




INFORMAÇÕES

- Faixa etária: + 14 anos
- Tempo médio da partida: 50 minutos
- Número de jogadores: 4 ou 5 pessoas

COMO JOGAR

- Cada jogador iniciará o jogo com as cartas de votação enumeradas de 1 a 4 se tiver quatro jogadores, ou de 1 a 5 no caso de cinco jogadores, com as cores referentes ao seu cientista (boneco).
- Cada jogador receberá ainda cinco cartas ilustradas.
- Para saber quem iniciará a partida como narrador, usam-se as cartas de votação e quem por sorte tirar o maior valor começa.
- O próximo jogador será sempre o da sua direita.

ANDAMENTO DO JOGO

- Cada rodada terá um narrador, que irá escolher uma das cartas em sua mão e sem revelar aos outros jogadores sua imagem, irá dizer uma palavra, um conceito físico que ele acredita estar associado à carta.
- Os demais jogadores escolherão uma carta da sua mão que mais se aproxima e representa a palavra dita pelo narrador, e entregará esta carta ao narrador.
- O narrador irá embaralhar as cartas e colocá-las viradas para cima na mesa, enumerando-as.
- O restante dos jogadores devem agora votar secretamente com as cartas de votação, naquela que acreditam ter sido a carta do narrador.
- Todos juntos irão revelar sua votação e será realizada a contagem de votos. Não se pode votar em sua própria carta.
- Na próxima rodada, cada jogador deverá comprar uma carta de imagem.

OBJETIVO DO JOGO

- O narrador tem que ser estratégico para que pelo menos um jogador escolha sua carta. Mas não podendo ser óbvio demais de modo a todos votarem nela.

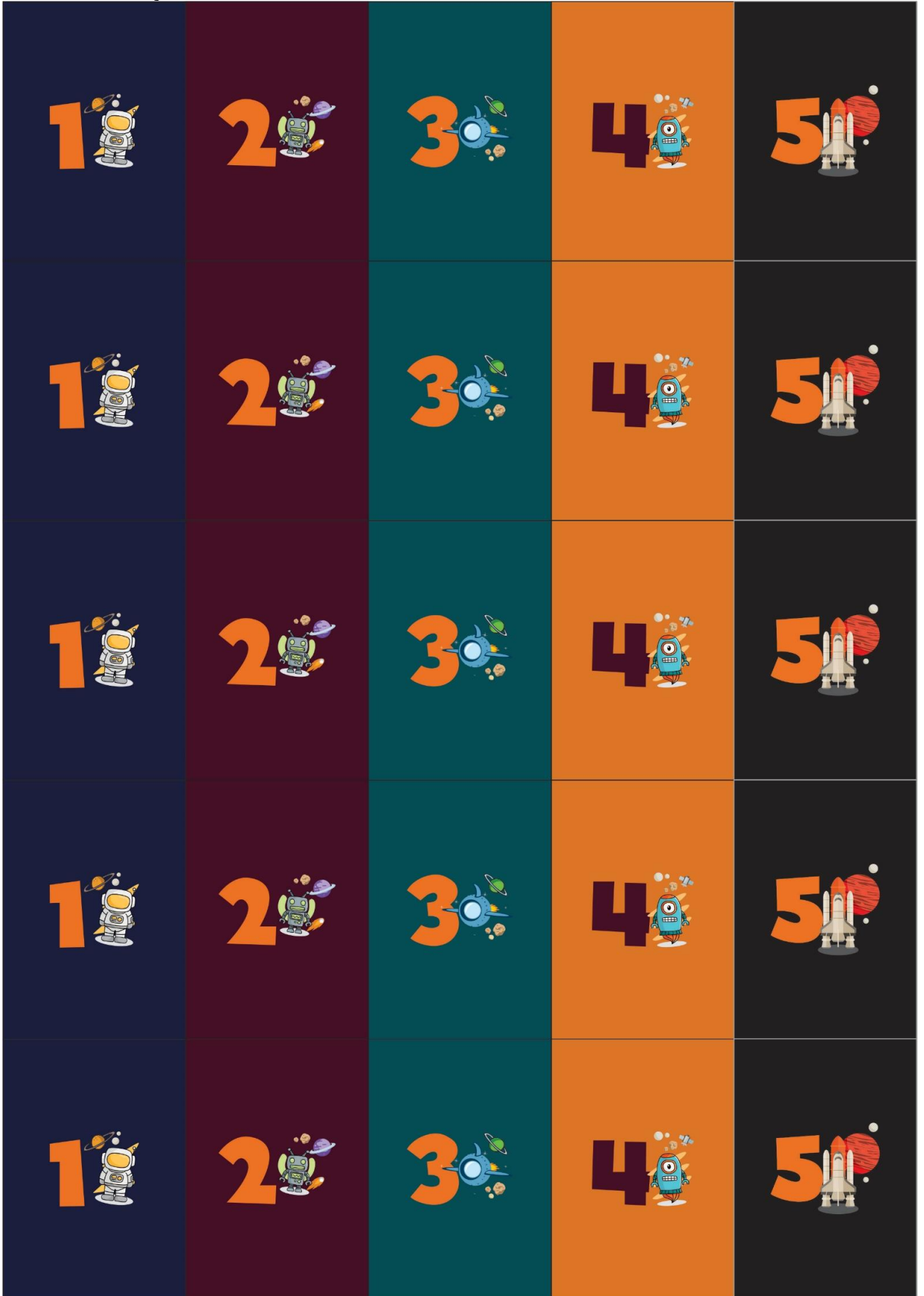
PONTUAÇÃO

- Se todo mundo acertar a carta do narrador, todos os jogadores andam 2 casas, exceto o narrador.
- Se a carta do narrador receber pelo menos um voto, ele e os jogadores que votaram em sua carta andam 2 casas.
- Se a carta do narrador não receber nenhum voto, ele não anda.
- Se uma carta receber pelo menos um voto, mesmo não sendo a carta do narrador, o dono da carta votada anda 1 casa.
- O vencedor será quem chegar mais longe.




























PROJETO ADAPTAÇÃO DO JOGO DIXIT POR
 DEBORAH S. FRANCO
 COM ORIENTAÇÃO DO PROFESSOR
 DR. JOSÉ ROBERTO TAGLIATI
 DESIGN GRÁFICO E DIAGRAMAÇÃO
 CAMILLA CALBRA MAZINI

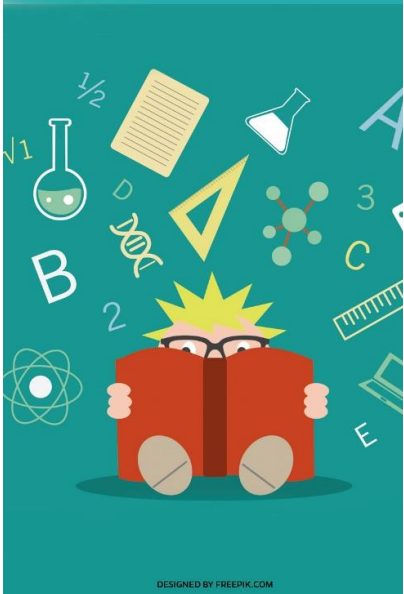
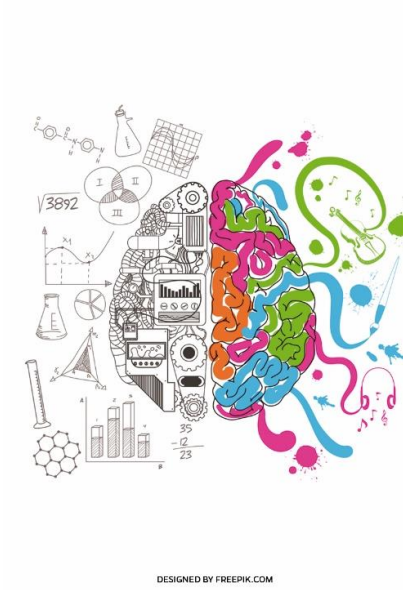
Cartas de votação – Frente:



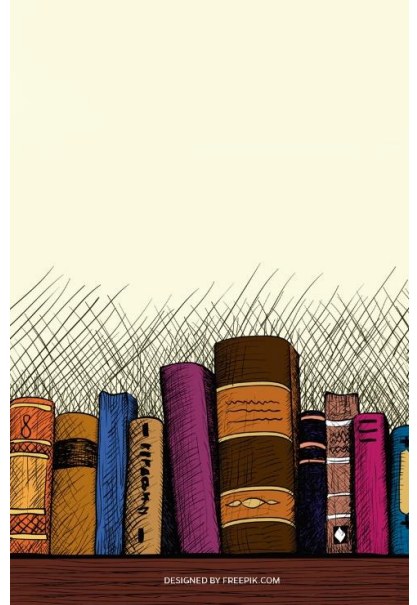
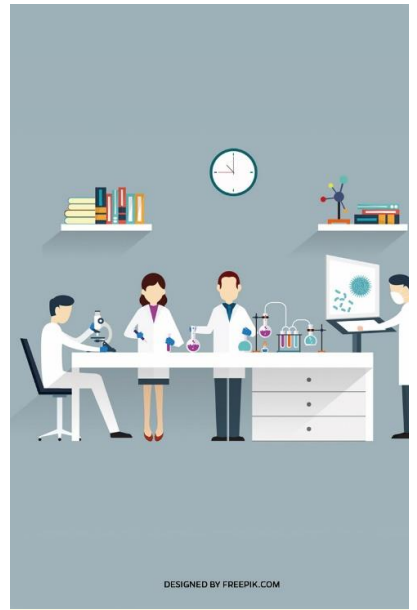
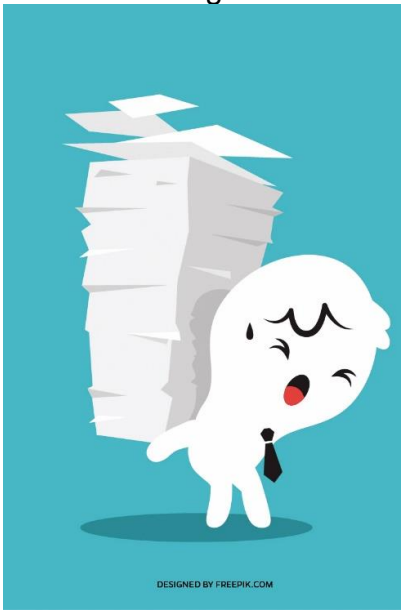
Cartas de votação – Costas:

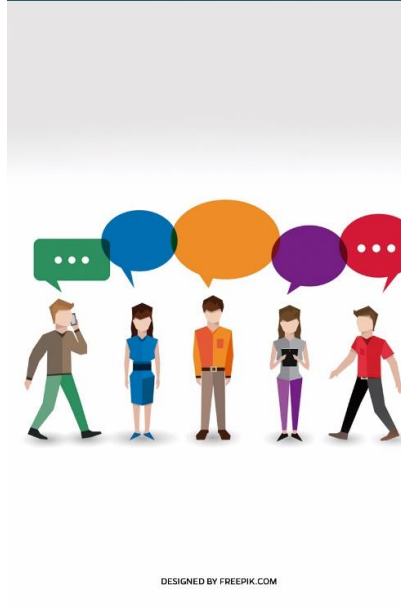
Cartas de Imagem:



Cartas de Imagem:



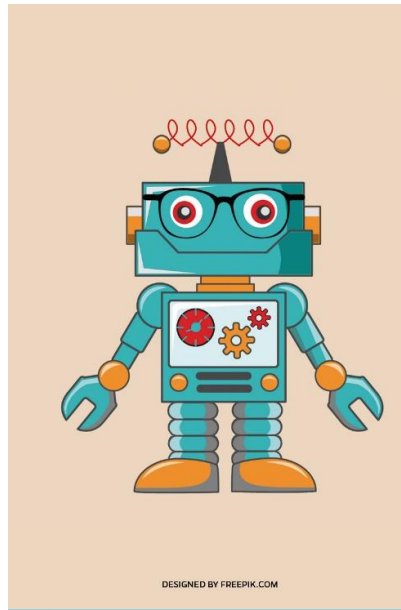
Cartas de Imagem:



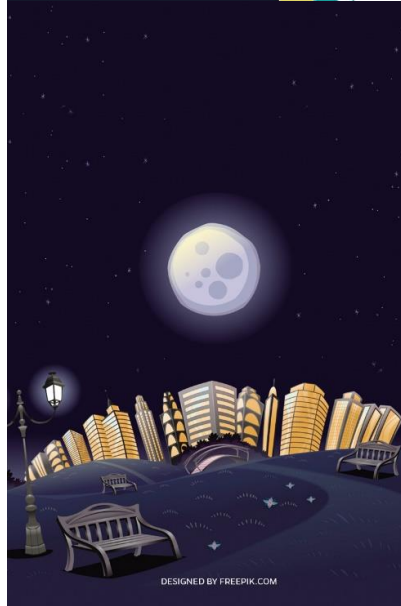
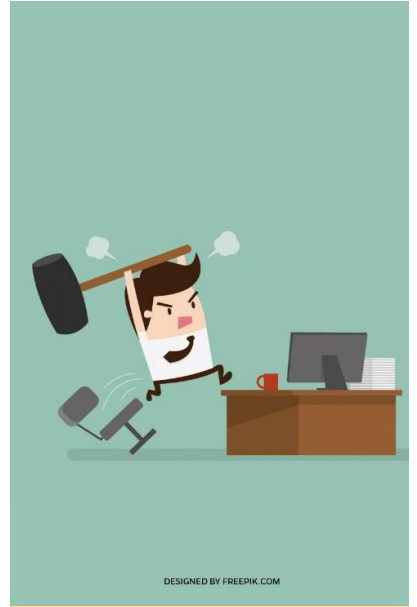
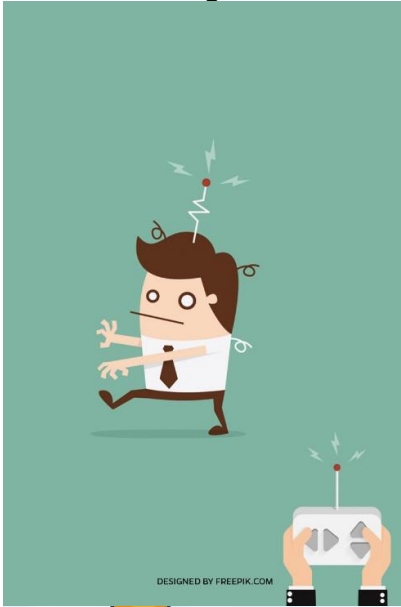
Cartas de Imagem:



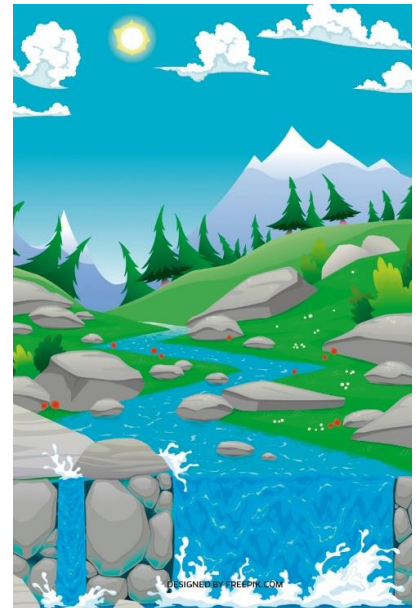
Cartas de imagem:



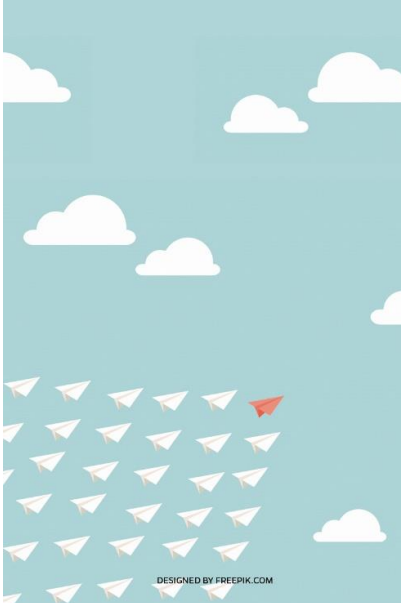
Cartas de imagem:



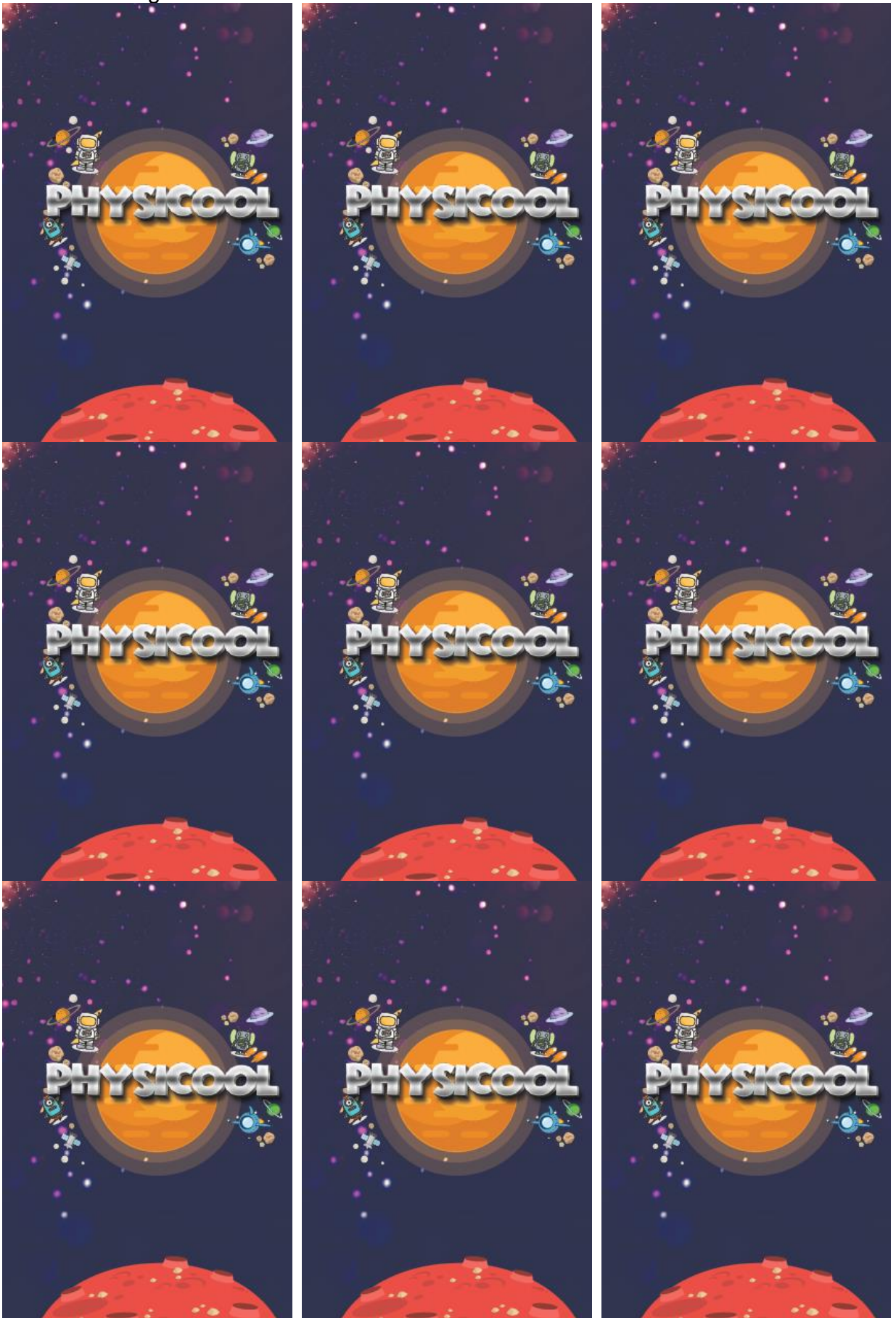
Cartas de imagem:



Cartas de imagem:



Cartas de imagem – verso:



Apêndice B

Questionário

A fim de coletar dados sobre a experiência de vocês com meu jogo, elaborei esse questionário para que vocês respondam o grau de relevância do jogo em alguns aspectos. Fiquem a vontade, eu preciso da mais pura verdade de vocês pois só assim poderei elaborar minha pesquisa. Não precisa se identificar. Muito obrigada!

1- Quanto à diversão do jogo:

- Pouco Divertido
- Divertido
- Muito divertido
- Não sei

2- Quanto ao modo de jogar:

- Muito dinâmico
- Pouco dinâmico
- Difícil de aprender
- Não sei

3- Apareceu algum termo/conceito que você não conhecia?

- Não
- Sim, quais? _____

4- Quanto à relevância do jogo para sua vida:

- Pouco relevante
- Relevante
- Muito relevante
- Indiferente

5- Quanto a relevância do jogo para seu aprendizado nas aulas de Física:

- Pouco relevante
- Relevante
- Muito relevante
- Indiferente

6- Quanto à condução do jogo pela professora:

- A explicação dada foi suficiente
- A professora se manteve distante dos alunos
- A professora atendeu aos alunos quando necessário
- A professora entrevistou diversas vezes

7- Você acredita que o jogo pode ajudar de forma efetiva na aprendizagem de conceitos da Física?

- Um pouco
- Muito
- Depende de como for aplicado
- Acho que não

8- E quanto a formulação matemática, você acha que se compreender melhor o conceito pode entender melhor as fórmulas?

- Com certeza
- Talvez
- Não, pois são independentes

9- Quanto à associação dos conceitos com seu dia a dia:

- O jogo traz essa associação
- Não vi muito tal associação durante o jogo
- As imagens me fizeram pensar em cenas do meu dia a dia
- Diversos termos utilizados por mim fora da escola aparecem na disciplina

10- Existe alguma rodada do jogo que marcou você?

- Não
- Sim, o termo da jogada foi _____

11- Você acha que o fato do jogo ser em grupo, contribui a aprendizagem com a explicação dos colegas?

- Sim, com certeza
- Talvez, prefiro a explicação de um professor
- Não, me confundiu mais

12 – Se você pudesse avaliar o jogo de um modo geral, somente o jogo (não a aplicação), que nota você daria de 0 a 10?

13- Se fosse um jogo comprado em uma loja, você compraria para jogar com seus amigos e familiares?

- Sim Talvez Não

14- Quais características/habilidades abaixo você acha que o jogo pode ajudar a desenvolver:

- Fala Descobrir
- Leitura Estratégia
- Raciocínio Reflexão
- Conceituar Curiosidade
- Interagir Memória
- Revisar Associar