

MNPEF Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física



JOSÉ AILTON CARDOSO DE BARROS

LUDO FÍSICO: UMA EXPERIÊNCIA VIVENCIADA NO ENSINO-APRENDIZAGEM DE
FÍSICA NA EDUCAÇÃO CARCERÁRIA

MACEIÓ
2022

JOSÉ AILTON CARDOSO DE BARROS

LUDO FÍSICO: UMA EXPERIÊNCIA VIVENCIADA NO ENSINO-APRENDIZAGEM DE
FÍSICA NA EDUCAÇÃO CARCERÁRIA

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF) - Polo 36, na Universidade Federal de Alagoas (UFAL), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador: Prof. Dr. Antônio José Ornellas Farias.

MACEIÓ
2022

Catálogo na Fonte
Universidade Federal de Alagoas
Biblioteca Central
Divisão de Tratamento Técnico

Bibliotecário: Marcelino de Carvalho Freitas Neto – CRB-4 – 1767

B2771 Barros, José Ailton Cardoso de.
Ludo físico : uma experiência vivenciada no ensino-aprendizagem de física na educação carcerária / José Ailton Cardoso de Barros. – 2022.
117 f. : il. color.

Orientador: Antônio José Ornellas Farias.
Dissertação (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física) –
Universidade Federal de Alagoas. Instituto de Física. Programa de Pós-Graduação
em Física. Maceió, 2022.
Inclui produto educacional.

Bibliografia: f. 82-84.
Apêndices: f. 86-117.

1. Física. 2. Energia - Sustentabilidade. 3. Ludoterapia - Física. 4. Sistema
carcerário - Educação. 5. Pena privativa de liberdade - Ressocialização. I. Título.

CDU:372.853:343.815

Dedico, com amor, esta dissertação à minha família: minha esposa, Josefa Carla, e aos meus filhos Ryan Rodrigo, Ailton Guilherme e Pedro Henrique, minhas grandes fontes de inspiração.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, por conseguir esta realização profissional, por persistir na busca de um sonho, de um objetivo e metas alcançadas.

À minha esposa, Josefa Carla, por estar ao meu lado nos momentos mais difíceis durante o mestrado, pela compreensão e sempre me incentivando a continuar todas as vezes que pensei em desistir; por todo seu apoio e pela sua força, confiança, paciência e todo seu amor.

Aos meus filhos Ryan Rodrigo, Ailton Guilherme e Pedro Henrique, que me proporcionaram, de maneira especial, terminar a dissertação o mais rápido possível e por acreditarem na tão sonhada defesa.

Aos meus pais, Maria das Dores Cardoso e Pedro Balbino, pelo apoio incondicional, incentivo e por tudo que fizeram para o meu crescimento pessoal e profissional.

À minha família, por ter me proporcionado tudo que estava ao seu alcance. Em prol dessa gratidão, agradeço as minhas irmãs Ana Lúcia Cardoso, Girleide Cardoso e Vera Lúcia, que sempre desejaram este título de mestre.

Aos meus colegas e companheiros de mestrado da turma 2019: Anderson Fernandes, Diana Silva, Evelylin Cristina, Glauco Araújo (*in memoriam*), João Paulo Ribeiro, Klessia Santos, Stephanny Meiryssa e Thales Allan, pois proporcionamos e compartilhamos conhecimentos nas discussões produtivas durante nossos trajetos no mestrado.

Ao professor Felipe Prata Lima, do Instituto Federal de Alagoas - Campus Murici, por ter separado um tempo durante a pandemia da Covid para desenvolver o jogo Ludo Físico, pois sem sua ajuda esse produto não seria desenvolvido com todos esses detalhes a que se propõe.

Agradeço a todos os professores do Profis - Instituto de Física, da Universidade Federal de Alagoas: Antônio Ornellas, Elton Malta, Jenner Barreto, Kleber Serra (*in memoriam*), Maria Socorro, Pedro Valentin e Samuel Silva, pela dedicação durante os dois anos de curso do mestrado.

Agradeço a todos os policiais penais do Núcleo Ressocializador e do Baldomero, que sempre atuam com zelo e dedicação em seu ofício e com quem tive a honra e o prazer de desenvolver vários projetos. E aos meus alunos privados de liberdades, por participarem durante a aplicação do produto – Ludo Físico, por acreditarem em nosso trabalho e pela motivação a cada encontro.

Por fim, agradeço ao meu orientador, Prof. Dr. Antônio José Ornellas Farias, por acreditar em mim, pelo apoio e dicas durante a execução deste trabalho, mas também pelos seus ensinamentos tanto no período da minha graduação como na forma que conduziu a trajetória deste mestrado.

A todos, meu MUITO OBRIGADO!

“Mesmo desacreditado e ignorado por todos, não posso desistir, pois, para mim, vencer é nunca desistir.”

Albert Einstein.

RESUMO

O presente trabalho apresenta uma proposta de desenvolver e divulgar o jogo didático Ludo Físico para auxiliar na compreensão e aprendizagem no conteúdo de Física com foco em energia sustentável para turmas de Ensino Médio. O protótipo do jogo foi avaliado pelos alunos privados de liberdades da Escola Estadual de Educação Básica Professor Educador Paulo Jorge dos Santos Rodrigues, na cidade de Maceió, Alagoas. Os resultados foram analisados e comparados por meio de um pré-teste e um pós-teste, a partir dos quais foi possível investigar se os alunos gostaram do jogo, se a maioria dos alunos aprenderam o tema abordado, com o objetivo de discutir as fontes de energia com uma linguagem simples e acessível aos discentes privados de liberdades da Educação de Jovens e Adultos. A dissertação aborda as fontes de energia renováveis e não renováveis, com destaque para as energias solar, eólica e nuclear, suas vantagens e desvantagens. A fundamentação teórica está baseada nos pesquisadores e pensadores Lev Vygotsky, David Ausubel e Antônio Ornellas. Como resultados, foi possível constatar a interatividade entre professor-aluno e aluno-aluno de maneira lúdica e associada ao uso das tecnologias gerando uma nova perspectiva da utilização de aparelhos eletrônicos durante as aulas de Física, de maneira que o professor possa intervir como mediador da atividade atrativa.

Palavras-chave: física; energia sustentável; Jogo Ludo Físico; educação carcerária; privação de liberdade.

ABSTRACT

The present work presents a proposal to develop and disseminate the didactic game Ludo Físico to assist in the understanding and learning of Physics content with a focus on sustainable energy for high school classes. The prototype of the game was evaluated by students deprived of liberty at the State School of Basic Education Professor Educador Paulo Jorge dos Santos Rodrigues, in the city of Maceió, Alagoas. The results were analyzed and compared through a pre-test and a post-test, from which it was possible to investigate whether the students liked the game, if the majority of the students learned the topic addressed, with the aim of discussing the sources of energy with a simple and accessible language to the students deprived of freedom of the Education of Youths and Adults. The dissertation addresses renewable and non-renewable energy sources, with emphasis on solar, wind and nuclear energy, their advantages and disadvantages. The theoretical foundation is based on researchers and thinkers Lev Vygotsky, David Ausubel and Antônio Ornellas. As a result, it was possible to verify the interactivity between teacher-student and student-student in a playful way and associated with the use of technologies, generating a new perspective on the use of electronic devices during Physics classes, so that the teacher can intervene as a mediator of the attractive activity.

Keywords: Physics; sustainable energy, Physical Ludo Game; prison education; deprivation of liberty.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 –	Fontes de energia e suas utilizações e transformações	19
Figura 2 –	Fonte de energia hidroelétrica	21
Figura 3 –	Funcionamento da usina hidrelétrica	22
Figura 4 –	Fonte de energia solar	23
Figura 5 –	Funcionamento do painel solar fotovoltaico em uma residência (modificado pelo autor)	24
Figura 6 –	Fonte de energia eólica	25
Figura 7 –	Funcionamento de um gerador eólico	26
Figura 8 –	Funcionamento de uma usina maremotriz	27
Figura 9 –	Fonte de energia produzida pela biomassa	28
Figura 10 –	Passo a passo de separação do lixo (modificada pelo autor)	29
Figura 11 –	Processo de energia elétrica através da biomassa	30
Figura 12 –	Funcionamento da energia nuclear	32
Figura 13 –	Trabalho da força peso realizado contra a gravidade	36
Figura 14 –	Sistema massa-mola	37
Figura 15 –	Entrada da Penitenciária Masculina Baldomero Cavalcanti	49
Figura 16 –	Total de presos no ano de 2021	50
Figura 17 –	Fachada do Núcleo Ressocializador da Capital (NRC)	51
Figura 18 –	Números do Núcleo Ressocializador da Capital	51
Figura 19 –	Quadro de sequência das perguntas	54
Figura 20 –	Estrutura da tela de perguntas	55
Figura 21 –	Fluxograma do funcionamento da abordagem	56
Figura 22 –	Percurso a ser seguido pelo peão	56
Figura 23 –	Cores com seus respectivos físicos	57
Figura 24 –	Definição de qual grupo começará o jogo	58
Figura 25 –	Sorteio do dado saindo o número 1 ou 6 (clicar em tirar)	59
Figura 26 –	O peão verde sendo movido	59
Figura 27 –	Peão verde chegando ao centro do tabuleiro	61
Figura 28 –	Todos os peões no centro do tabuleiro (equipe vencedora)	62
Figura 29 –	Aplicação do pré-teste	64
Figura 30 –	Explicando o conceito de Energia	65

Figura 31 –	Explicação sobre os tipos de energia	66
Figura 32 –	Explicação sobre fonte de energia não renovável	66
Figura 33 –	Explicação sobre outros tipos de energia (cinética, potencial gravitacional e mecânica)	67
Figura 34 –	Tipos de energia potencial elástica (Baldomero Cavalcanti)	67
Figura 35 –	Aplicação do questionários do pós-teste e do questionário final no Núcleo Ressocializador	68
Figura 36 –	Aplicação dos questionários do pós-teste e o questionário final	68
Figura 37 –	Momento de interação, socialização e cooperação	69
Figura 38 –	Momento de interação, socialização e cooperação	69
Figura 39 –	Aplicação final do produto educacional nas unidades carcerárias (1)	76
Figura 40 –	Aplicação final do produto educacional nas unidades carcerárias (2)	77

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 –	Fontes de energia mais utilizadas no mundo	39
Gráfico 2 –	Fontes de energia mais utilizadas no Brasil em 2020	39
Gráfico 3 –	Tipos de fontes que o Brasil e o mundo mais usam para sua produção energética	40
Gráfico 4 –	Participações das Emissões de CO ₂ per capita (2019) em t CO ₂ /hab.	42
Gráfico 5 –	Participações das emissões totais de CO ₂ em Mt CO ₂ -eq no ano de 2021	43
Gráfico 6 –	Participações das Emissões de CO ₂ (kg) por MWh gerada (2019)	43
Gráfico 7 –	População carcerária de Alagoas (2021)	48
Gráfico 8 –	Quantidade da motivação – LF (%)	71
Gráfico 9 –	Comparação do desempenho do ensino de cada unidade	74
Gráfico 10 –	Questionário final aplicado nas duas unidades	75
Gráfico 11 –	Aplicação do produto educacional - Jogo LF	77

LISTA DE QUADROS E TABELAS

Quadro 1 –	Vantagens e desvantagens da energia hidroelétrica	22
Quadro 2 –	Vantagens e desvantagens da energia solar	25
Quadro 3 –	Vantagens e desvantagens da energia eólica	26
Quadro 4 –	Vantagens e desvantagens da energia maremotriz	28
Quadro 5 –	Vantagens e desvantagens da energia de biomassa	30
Quadro 6 –	Vantagens e desvantagens da energia nuclear	32
Quadro 7 –	Unidades de potência equivalente a Watt-hora (Wh)	38
Quadro 8 –	Respostas do pré-teste (1)	64
Quadro 9 –	Respostas do pré-teste (2)	65
Quadro 10 –	Demonstração de satisfação em algumas respostas	70
Quadro 11 –	Questionário de opinião respondido por um reeducando (1)	72
Quadro 12 –	Questionário de opinião respondido por um reeducando (2)	73
Tabela 1 –	Mostra a geração elétrica 1 GWh em 2021	41

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BEN	Balanço Energético Nacional
CA	Corrente Alternada
CC	Corrente Contínua
CO ₂	Dióxido de carbono
COOPREL	Cooperativa dos Recicladores de Alagoas
DEPEN	Departamento Penitenciário Nacional
EPE	Empresa de Pesquisa Energética
GEE	Gases de Efeito Estufa
GWh	Gigawatt-hora
IEA	Agência Internacional de Energia
IMA	Instituto do Meio Ambiente de Alagoas
Kw	Quilowatt
kWh	Quilowatt-hora
LF	Ludo Físico
MME	Ministério de Minas e Energia
MW	Megawatt
MWh	Megawatt-hora
OIE	Oferta Interna de Energia
SERIS	Secretaria de Estado de Ressocialização e Inclusão Social
SI	Sistema Internacional de Unidades
SIN	Sistema Interligado Nacional
TEP	Tonelada equivalente de petróleo
TIC	Tecnologia da Informação e Comunicação
TWh	Terawatt-hora
Wh	Watt-hora

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
1.1	OBJETIVOS	15
1.1.1	Objetivo geral	15
1.1.2	Objetivos específicos	15
1.2	APLICAÇÃO GERAL DO TRABALHO	16
2	ENERGIA E AS FONTES DE ENERGIA RENOVÁVEL E NÃO RENOVÁVEL	18
2.1	DEFINIÇÃO DE ENERGIA	18
2.2	ENERGIA RENOVÁVEL E NÃO RENOVÁVEL	20
2.2.1	Energia hidroelétrica	20
2.2.2	Energia solar	23
2.2.3	Energia eólica	25
2.2.4	Energia maremotriz	26
2.2.5	Energia biomassa	28
2.2.6	Energia nuclear	30
2.2.6.1	Funcionamento de uma usina nuclear	31
2.3	OUTRAS FORMAS DE ENERGIA	32
2.3.1	Energia cinética e trabalho	33
2.3.2	Energia potencial gravitacional	35
2.3.3	Energia potencial elástica	37
2.4	PRODUÇÃO DAS ENERGIAS ELÉTRICAS NO BRASIL	38
2.4.1	Matriz elétrica	38
2.4.2	Emissões de dióxido de carbono no Brasil	41
3	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICO-PEDAGÓGICA	44
3.1	APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DE DAVID AUSUBEL	44
3.2	APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DE LEV VYGOTSKY	45
4	A FUNÇÃO DA ESCOLA NO SISTEMA PENITENCIÁRIO	47
4.1	SISTEMA PRISIONAL ALAGOANO	48
4.2	PENITENCIÁRIA MASCULINA BALDOMERO CAVALCANTI DE OLIVEIRA	49
4.3	NÚCLEO RESSOCIALIZADOR DA CAPITAL	50

5	DESCRIÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL	53
5.1	JOGO DE APLICATIVO NO FORMATO DE TABULEIRO	53
5.2	COMO ADICIONAR OU ALTERAR PERGUNTAS NO LUDO FÍSICO	54
5.3	PREPARANDO O JOGO LUDO FÍSICO – REGRAS	56
5.3.1	Objetivo do jogo	56
5.3.2	Compreendendo a terminologia do jogo	56
5.3.3	Montando o seu grupo	57
5.3.4	Preparando o tabuleiro	57
5.3.5	Decidindo quem vai começar	58
5.3.6	Jogando Ludo Físico	58
5.3.6.1	Começando o jogo	58
5.3.6.2	Seguindo com a jogada	59
5.3.6.3	Entendendo a regra dos números um ou seis	60
5.3.6.4	Captando o peão dos seus oponentes	60
5.3.6.5	Brincando com as torres	60
5.3.6.6	Chegando à casa central	60
5.3.6.7	Como vencer o jogo	61
5.3.6.8	O vencedor	62
6	METODOLOGIA	63
6.1	PÚBLICO-ALVO DA EDUCAÇÃO CARCERÁRIA	63
6.2	SEQUÊNCIA DIDÁTICA	63
7	RESULTADOS E DISCUSSÃO	71
8	CONCLUSÃO	79
	REFERÊNCIAS	82
	APÊNDICES	85

1 INTRODUÇÃO

Este trabalho tem como objetivo apresentar uma proposta didática de assuntos de Física relacionados ao estudo da Energia e quais tipos são renováveis e não renováveis. A intenção é que os estudantes compreendam conceitos físicos importantes em sua formação científica. Para isso, foi utilizada uma metodologia com um jogo Ludo Físico (LF) para tornar a aula mais atraente e engajadora, na qual o/a professor/a tenha à sua disposição uma sequência didática para implementação e utilização.

Desse modo, uma das possibilidades para o professor desenvolver ou planejar suas aulas de forma atrativa é através do aplicativo LF, que promove o ensino e a aprendizagem mais significativa para o discente. Entre as diferentes soluções a serem utilizadas aqui, destaca-se a utilização de jogos em sala de aula com o objetivo de ajudar no processo de produção e assimilação de conhecimento, motivando os estudantes e tornando a educação mais prazerosa (KISHIMOTO, 2006; PEREIRA, 2005). Segundo Macedo, Petty e Passos (2005), competição e concorrência sempre estiveram presentes nas relações humanas e, no jogo, estes sentimentos podem contribuir para que os alunos se tornem mais interessados e poderá resultar no aprimoramento do processo de aprendizagem.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo geral

Analisar o aprendizado do conteúdo de Energia utilizando o jogo “Ludo Físico” em estudantes apenados da Educação de Jovens e Adultos do sistema prisional de Alagoas como estratégia didática para facilitar o processo de ensino-aprendizagem.

1.1.2 Objetivos específicos

Despertar o interesse e a motivação dos estudantes para aprender Física (por meio dos jogos didáticos – Ludo Físico – aplicados em sala de aula).

Promover uma metodologia ativa baseada em jogos didáticos para aprendizagem dos conceitos de Física relacionados com a produção de Conservação de Energia (mecânica, elástica, gravitacional e cinética), Transformação de Energia (química, térmica, sonora, luminosa e cinética), identificando as transformações de Energia Renovável (solar, eólica,

geotérmica, biomassa, hidráulica etc.) e Energia Não Renovável (petróleo, gás natural, carvão, combustíveis fósseis), desde a fase de produção até os pontos de consumo.

Descrever o produto educacional elaborado.

Desenvolver a construção de um material que possa ser utilizado por outros profissionais e promover a interação entre os alunos, contribuindo para a aprendizagem dos conceitos de energia, incluindo a conservação e as transformações de energia.

Diagnosticar o nível de partida dos alunos no conteúdo de Energia.

Determinar em que etapa do processo de assimilação se encontram os alunos.

Avaliar a efetividade do jogo em relação ao discente com o produto.

1.2 APLICAÇÃO GERAL DO TRABALHO

Esta dissertação descreve as etapas de elaboração do jogo LF e da execução dos demais objetivos listados. O desenvolvimento do jogo, os estudos prévios e os resultados estão apresentados ao longo da dissertação, o conteúdo específico de física que é abordado no produto educacional, ou seja, energia (renovável e não renovável, cinética, potencial gravitacional, mecânica e potencialmente elástica). Este conteúdo, aliás, encontra-se na seção 2 (Energia e as fontes de energia renovável e não renovável), na qual trazemos os conceitos, princípios, funcionamento e exemplos de uso das mais variadas formas de geração de energia.

Na seção 3, desenvolvemos a fundamentação teórico-pedagógica que dá base a esta pesquisa educacional, discorrendo sobre a aprendizagem significativa na perspectiva de David Ausubel e na de Lev Vygotsky, que formam nossa conjectura. Todo o trabalho tem foco na interação entre os alunos, conceito este considerado fundamental por Vygotsky para a construção do conhecimento (MOREIRA, 2009). Já Ausubel aponta que um dos fatores mais importantes para que haja aprendizagem significativa é a predisposição para aprender (MOREIRA, 2009).

A quarta seção é onde que falamos sobre a função da escola no sistema penitenciário e modo geral e apresentamos dados do sistema prisional alagoano, com informações sobre a Penitenciária Masculina Baldomero Cavalcanti de Oliveira e o Núcleo Ressocializador da Capital, as duas unidades escolhidas para o desenvolvimento do estudo e aplicação do produto educacional. Já a seção 5 é a da descrição do produto educacional propriamente dito, trazendo seu conceito, suas regras e funcionamento, além de todo o seu processo de construção. A partir desta seção, o/a professor/a terá a oportunidade de entender como foi elaborado todo o material do produto, incluindo os textos e questionários das aulas em relação ao jogo LF.

Na sexta seção, mostramos uma experiência de aplicação deste produto educacional no ambiente escolar e sua descrição como foi a aplicação do produto; o perfil dos estudantes da escola que o utilizaram; como se deu a realização do levantamento de conhecimentos prévios e pós-instrução destes estudantes; as demonstrações e suas interatividades com o jogo LF; além de apresentar os resultados de uma pesquisa de satisfação dos estudantes após terem participado das aulas realizadas com este produto.

A sétima seção é onde pontuamos os aspectos observados e investigados nesta experiência de aplicação. Por fim, na oitava e última seção, trazemos uma reflexão sobre o trabalho realizado, sendo apresentadas as considerações finais e as conclusões obtidas com o material utilizado para avaliar a aprendizagem dos estudantes.

Ao final, no Apêndice F, encontra-se o produto educacional gerado a partir da realização deste trabalho, preparado, com o passo a passo do jogo LF, para que o/a professor/a que for utilizá-lo tenha a sua disposição um material prático e para pronta implementação junto a/s sua/s turma/s.

2 ENERGIA E AS FONTES DE ENERGIA RENOVÁVEL E NÃO RENOVÁVEL

2.1 DEFINIÇÃO DE ENERGIA

Energia é um termo com várias definições dependendo do contexto de seu uso. No entanto, notamos que as definições de energia são difíceis de encontrar. Como, por exemplo, em um livro padrão que diz que: “Energia é uma quantidade que pode ser convertida de uma forma para outra, mas não pode ser criada ou destruída” (YOUNG; FREEDMAN, 2008, p. 196). O que é familiar aos estudantes de física do Ensino Médio é que a energia é “[...] a capacidade que um objeto tem de realizar trabalho” (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2012, p. 183). No entanto, Richard Feynman nos diz o seguinte: “É importante perceber que na física hoje, não temos conhecimento do que é energia” (FEYNMAN; LEIGHTON; SANDS, 2008, p. 54).

Isso significa que o conceito de “energia” é mais abstrato do que “trabalho”. O trabalho é certamente uma importante “manifestação” de energia; de fato, a Revolução Industrial entrou em pleno andamento no final do século XVIII quando avanços foram alcançados em converter outras formas de energia em trabalho. Mas o trabalho não é a única forma ‘palpável’ de energia. O calor é outra forma de energia importante; muito esforço e despesa são feitos pela sociedade para remover o calor de nossas casas e escritórios no verão e trazê-lo para eles no inverno. A radiação também; para o bem ou para o mal, é energia que podemos sentir. Por isso, uma definição mais completa, estabelecida a partir de discussões em sala de aula pela turma de jovens e adultos do sistema prisional, é a seguinte: “A energia é uma propriedade da matéria que pode ser convertida em trabalho, calor ou radiação”.

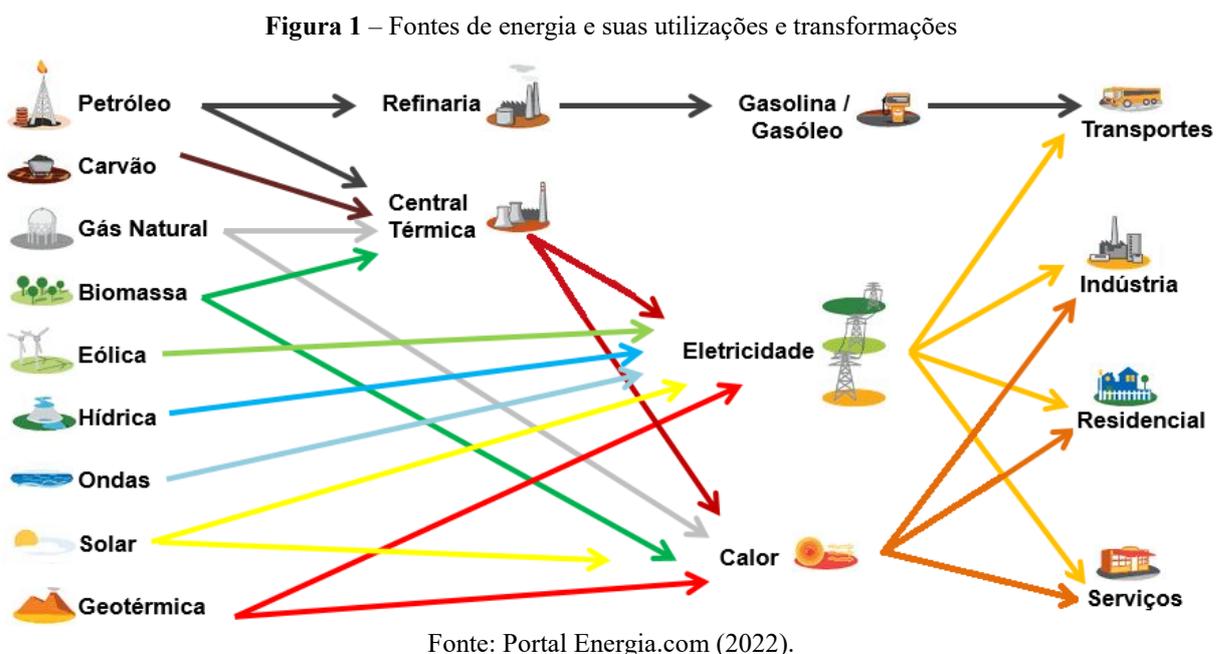
Segundo Ornellas (2006, p. 12), a palavra energia tem origem “[...] na ciência aristotélica, da terminologia grega ‘energeia’, que significa ato (no dicionário clássico grego expressa força, algo que atua, que transforma, que movimenta)”. Isto é, energia é um termo que deriva do grego “*ergos*” e do latim “*energia*”, cujo significado original é trabalho, não apresentando, contudo, uma única definição. No século XIX, o termo passou a ser usado com frequência cada vez maior e, antes disso, os termos mais utilizados para as concepções de mesmo tema eram “*vis viva*” e “*calórico*” (ORNELLAS, 2006).

Em 1743, na obra *Traité de Dynamique*, ou seja, o “Tratado da Dinâmica”, obra publicada pelo físico, matemático e filósofo D’Alembert, ele procurou resolver a controvérsia entre a quantidade de movimento de Descartes e a *vis viva* de Leibniz. O político, historiador alemão Gottfried Leibniz (1646-1716) introduziu o termo latino “*vis viva*”, que significa “força viva”, de forma a dar maior sentido a essa relação. Ele confrontava seu conceito com o de

“quantidade de movimento” defendido anos antes por René Descartes (1596-1650), de forma que *vis viva* (matematicamente representada pela relação $m \cdot \vec{v}^2$) e quantidade de movimento (representada por $m \cdot \vec{v}$) passaram a disputar a “[...] verdadeira medida do movimento e da força de um corpo” (ORNELLAS, 2006, p. 17).

Com as discussões sobre o conceito de energia e suas aplicações ao longo da história, a descoberta de seus diferentes tipos e suas respectivas necessidades de uso estão sempre em constante evolução, pois o homem buscou com os estudos sobre energia satisfazer suas primeiras necessidades, como alimentação, aquecimento e fontes de iluminação.

As principais fontes de energia em uso atualmente são: movimento das águas e do ar, o calor produzido por reações químicas ou nucleares e a luz solar que são todas convertíveis por meio de dispositivos adequados em energia elétrica. Esta, por sua vez, depois de servir como “intermediária” até os locais de consumo, é convertida em outras “formas” desejadas, como, por exemplo, em calor ou energia luminosa. Outra maneira de transportar energia até seu local de consumo é através da energia química ou nuclear “armazenada” nos diversos combustíveis. Estes, da mesma forma que no caso da energia elétrica, deverão passar por um processo de transformação a fim de que se possa dispor da energia neles contida (ORNELLAS, 2006). Assim, como mostra a figura 1, as fontes de energia possuem diversas utilizações e processos de conversão.



As fontes de energia se dividem em dois tipos: as renováveis e as não renováveis. Elas encontram-se de várias formas em nosso planeta, onde as fontes renováveis de energia

são aquelas em que se renovam ao longo do tempo sem o esgotamento, como, por exemplo, a energia eólica (ventos), a solar (sol), e a hidroelétrica (represamento de água). Já no caso das fontes de energia não renováveis, os seus recursos são limitados, dependendo da existência da matéria-prima em nosso planeta, como, por exemplo, o carvão, o petróleo, o gás natural e o urânio. Essas fontes de energia estão ligadas ao cotidiano das pessoas, pois são através desses produtos que se mantém o desenvolvimento econômico e tecnológico, além de oferecer o conforto e a qualidade de vida das pessoas.

2.2 ENERGIA RENOVÁVEL E NÃO RENOVÁVEL

A energia renovável é a energia derivada de fontes naturais que são reabastecidas a uma taxa maior do que são consumidas. A luz do sol e o vento, por exemplo, são fontes que estão constantemente sendo reabastecidas. As fontes de energia renovável são abundantes e estão ao nosso redor.

Os combustíveis fósseis - carvão, petróleo e gás -, por outro lado, são recursos não renováveis que levam centenas de milhões de anos para se formar. Os combustíveis fósseis, quando queimados para produzir energia, causam emissões nocivas de gases de efeito estufa, como o dióxido de carbono (CO₂).

A geração de energia renovável gera emissões (dióxido de carbono - CO₂) muito menores do que a queima de combustíveis fósseis. A transição de combustíveis fósseis, que atualmente representam a maior parte das emissões, para energia renovável é fundamental para enfrentar a crise climática. As energias renováveis atualmente encontram-se mais baratas na maioria dos países e geram três vezes mais empregos do que os combustíveis fósseis.

Dentre as maneiras para a produção de energia elétrica nas usinas em grande ou em pequena escala, e as quais estão aplicadas ao jogo LF, teremos: hidroelétrica, maremotriz, solar, eólica, biomassa e nuclear. Apresentam-se então a seguir as usinas produtoras que, quando bem planejadas, não geram consequências para o meio ambiente.

2.2.1 Energia hidroelétrica

A energia hidrelétrica aproveita a energia da água que se desloca das elevações mais altas para as mais baixas. Pode ser gerada a partir de reservatórios e rios. As usinas hidrelétricas de reservatório dependem de água armazenada em um reservatório, enquanto as usinas hidrelétricas a fio d'água aproveitam a energia do fluxo disponível do rio.

Os reservatórios de energia hidrelétrica geralmente têm múltiplos usos: fornecimento de água potável, água para irrigação, controle de enchentes e secas, serviços de navegação, bem como fornecimento de energia.

Atualmente, a energia hidrelétrica é a maior fonte de energia renovável no setor elétrico brasileiro. Ele se baseia em padrões de chuva geralmente estáveis e pode ser impactada negativamente por secas induzidas pelo clima ou mudanças nos ecossistemas que afetam os padrões de chuva.

Figura 2 - Fonte de energia hidroelétrica

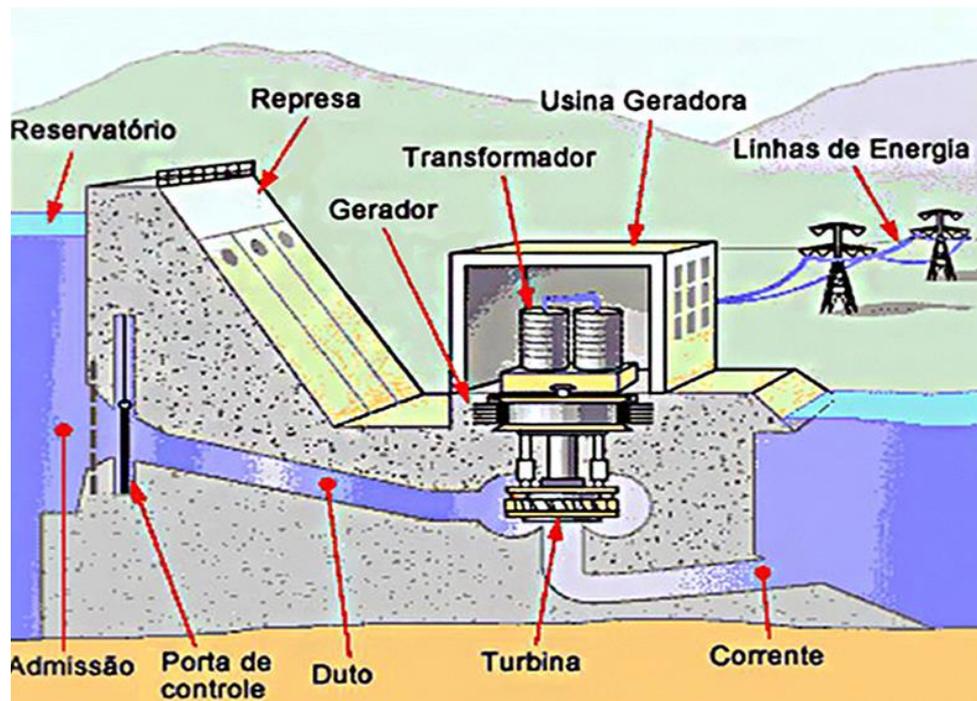


Fonte: Petro Notícias (2013).

A infraestrutura necessária para criar energia hidrelétrica também pode impactar os ecossistemas de maneiras adversas. Por esse motivo, muitos consideram a hidrelétrica de pequena escala uma opção mais ecológica e especialmente adequada para comunidades em locais remotos.

Durante as aulas proferidas no decorrer desta pesquisa, discutimos os conceitos sobre usinas hidrelétricas, como elas funcionam e por que no Brasil predominam este tipo de usinas para geração de energia elétrica. A figura 3, a seguir, mostra o esquema e a estrutura de funcionamento de uma usina hidrelétrica.

Figura 3 - Funcionamento da usina hidrelétrica



Fonte: Quanta (2021).

Sua produção de energia elétrica ocorre da seguinte forma: a água que sai do reservatório é conduzida com muita pressão através de enormes tubos até a casa de força, onde estão instaladas as turbinas e os geradores que produzem eletricidade. A turbina é formada por uma série de pás ligadas a um eixo, que é ligado ao gerador. A pressão d'água sobre as pás produz um movimento giratório do eixo da turbina. O gerador é um equipamento composto por um ímã e um fio bobinado. O movimento do eixo da turbina produz um campo eletromagnético dentro do gerador, produzindo a eletricidade.

A eletricidade será transportada até nossas casas, mas primeiro ela passa por um transformador que aumenta sua voltagem, facilitando sua movimentação. Quando ele chega nas cidades, um outro transformador reduz a energia de volta ao nível adequado para os aparelhos que usamos em nossas residências. Abaixo (quadro 1), suas vantagens e desvantagens.

Quadro 1 - Vantagens e desvantagens da energia hidroelétrica

Vantagens	Desvantagens
Fonte inesgotável – Renovável	Alteram fortemente o ambiente e com isso prejudicam muitas espécies de seres vivos
Transformação limpa do recurso energético natural	Boa parte das florestas inundadas se decompõe produzindo metano, um gás que contribui para o efeito estufa
Fonte flexível de eletricidade	Vulnerabilidade às mudanças climáticas
Fonte de energia com custo competitivo	Alto custo

Fonte: elaborado pelo autor (2022).

2.2.2 Energia solar

A energia solar é o mais abundante de todos os recursos energéticos e pode até ser aproveitada em tempo nublado. A taxa na qual a energia solar é interceptada pela Terra é cerca de 10.000 vezes maior do que a taxa na qual a humanidade consome energia. Segundo Ornellas (2006, p. 43), As placas solares, por exemplo, uma importante fonte ecológica de produção de energia elétrica a partir da energia luminosa, utilizam o efeito fotovoltaico.

Como citado acima, as tecnologias solares podem fornecer calor, resfriamento, iluminação natural, eletricidade e combustíveis para uma série de aplicações. As tecnologias solares convertem a luz solar em energia elétrica através de painéis fotovoltaicos ou através de espelhos que concentram a radiação solar. Os coletores solares na maioria das vezes funcionam como mini usinas e necessitam de um banco de acumuladores químicos (baterias), onde a energia gerada pelos painéis é armazenada e distribuída em paralelo com as centrais geradoras de umacidade.

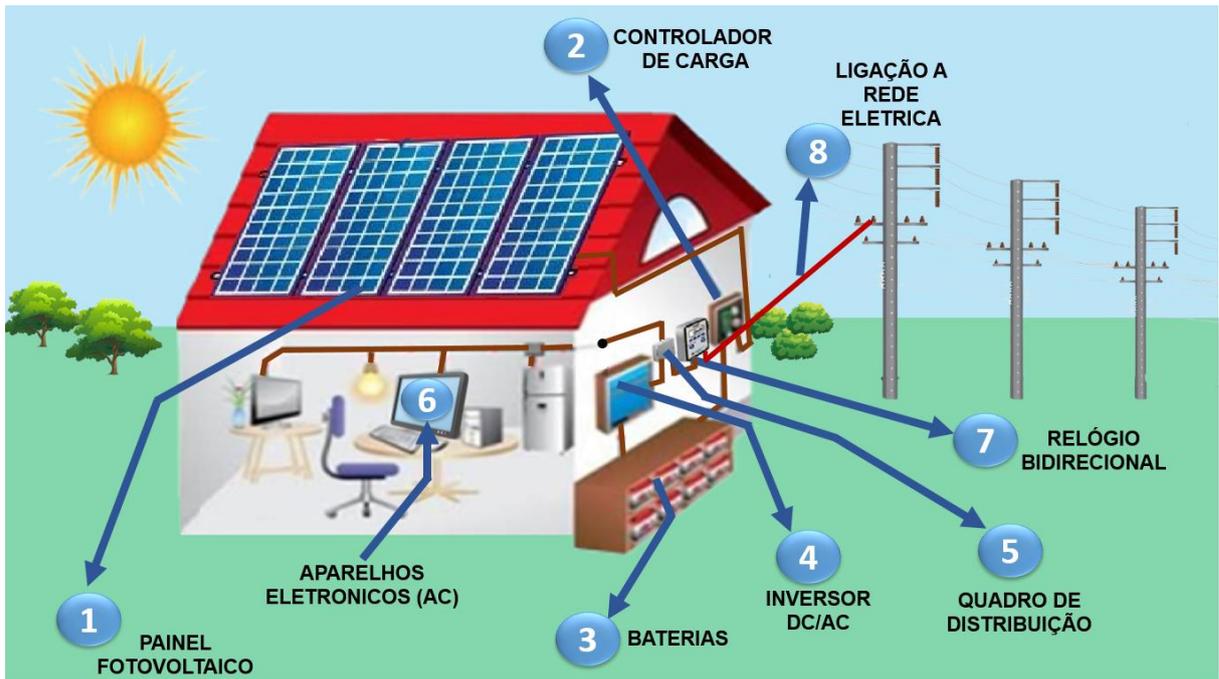
Figura 4 – Fonte de energia solar



Fonte: GNPW Group (2020).

Durante as aulas, também discutimos o conceito sobre a produção da energia solar através das placas ou coletores solares e sua utilização em residências, comércio, escritórios entre outros, pois nosso país possui regiões com elevada insolação (utilizando o calor) e isso ajuda na produção dessa energia limpa e sustentável. A figura abaixo mostra como funciona o painel solar fotovoltaico em uma residência.

Figura 5 - Funcionamento do painel solar fotovoltaico em uma residência (modificado pelo autor)



Fonte: Energy Plus Fotovoltaico (2021).

A produção de energia elétrica ocorre da seguinte forma:

- 1 - Os painéis solares transformam a luz do sol em energia elétrica (CC – Corrente Contínua);
- 2 - O controlador de carga controla o carregamento da bateria;
- 3 - A bateria armazena a energia produzida pelos painéis solares;
- 4 - O inversor solar transforma a energia de CC (Corrente Contínua) proveniente do controlador de carga em energia de CA (Corrente Alternada) para a sua casa;
- 5 - A energia passa pelo quadro de distribuição, onde alimentará o sistema elétrico da casa;
- 6 - O que estiver plugado na tomada consumirá energia elétrica proveniente dos painéis solares;
- 7 - Com o relógio bidirecional (um medidor de consumo de eletricidade diferente dos convencionais), ele informará a eletricidade solar que não é usada ou armazenada e alimentada à rede, ou seja, o excesso de energia que você produz durante o dia vai para a rede da distribuidora. Essa energia que você mandou para a rede elétrica da distribuidora vira um crédito de energia que será usado para abater o seu consumo durante a noite ou em algum mês que você consuma mais energia do que produziu com o seu sistema fotovoltaico;

8 - Quando você não produz energia suficiente com os seus painéis solares, por exemplo, durante um dia muito chuvoso, você utiliza normalmente a energia da distribuidora. Seu consumo será descontado com os créditos que seu sistema solar enviou à rede de distribuição.

O uso de energia renovável, em vez de combustíveis fósseis, é fundamental para o desenvolvimento sustentável, já que é obtida por meio de uma fonte inesgotável - o Sol. A energia solar está se tornando cada vez mais popular em todo o mundo e seu uso apresenta algumas vantagens e desvantagens, como se observa no quadro 2 abaixo:

Quadro 2 - Vantagens e desvantagens da energia solar

Vantagens	Desvantagens
Fonte de energia renovável	Alto custo
Reduz as contas de eletricidade	Dependente do clima
Aplicações diversas	Armazenamento de energia solar é caro
Baixos custos de manutenção	Usa muito espaço
Desenvolvimento de tecnologia	Associado à poluição

Fonte: elaborado pelo autor (2022).

2.2.3 Energia eólica

A energia eólica é produzida pela transformação da energia cinética do ar em movimento usando grandes turbinas eólicas localizadas em terra, no mar ou água doce. A energia eólica é uma dentre outras fontes renováveis que cresce no Brasil.

A conversão dessa energia é realizada através de um aerogerador, que consiste num gerador elétrico acoplado a um eixo que gira através da colisão do vento nas pás da turbina.

Figura 6 - Fonte de energia eólica

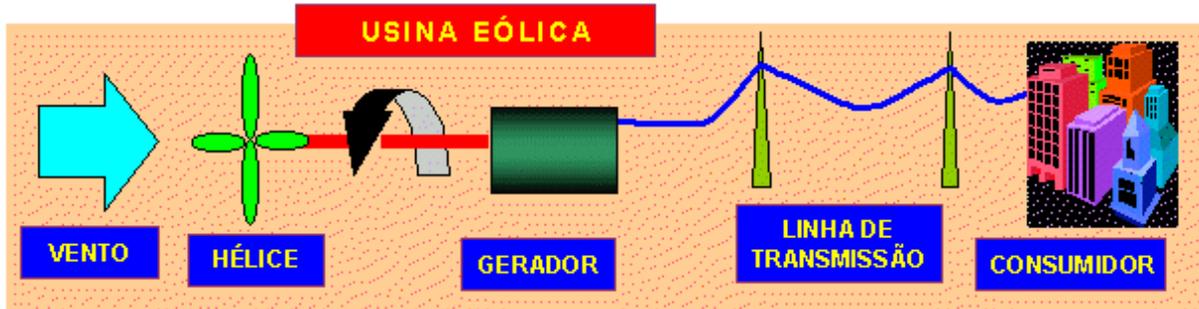


Fonte: Brasil Escola (2022).

Durante as aulas, também discutimos o conceito de produção da energia eólica através da energia mecânica produzida pelos ventos, o que pode contribuir significativamente para o

atendimento das necessidades da população mundial no que diz respeito à produção de eletricidade. Abaixo, uma ilustração do funcionamento de um gerador eólico.

Figura 7 - Funcionamento de um gerador eólico



Fonte: Watanabe (2001).

A produção de energia eólica ocorre da seguinte forma: o vento gira as hélices ou pás, que giram um eixo, que se liga a um gerador, produzindo eletricidade. O gerador é formado basicamente por dois ímãs, que, ao girar um sobre outro, produzem carga elétrica.

Como todas outras fontes de energia renovável, a energia eólica tem suas vantagens e desvantagens, já que é obtida por meio de uma fonte inesgotável - o vento. A energia eólica vem crescendo no Brasil e está se tornando cada vez mais popular em todo o mundo. A seguir (quadro 3) as vantagens e desvantagens desse tipo de energia.

Quadro 3 - Vantagens e desvantagens da energia eólica

Vantagens	Desvantagens
Fonte de energia renovável	Custa caro
Uma das formas mais limpas de energia	Dependente do clima
Não atrapalha as operações agrícolas	Perigoso para alguns animais selvagens
Reduz nossa dependência de combustíveis fósseis	Usa muito espaço
Desenvolvimento de tecnologia	Barulhento

Fonte: elaborado pelo autor (2022).

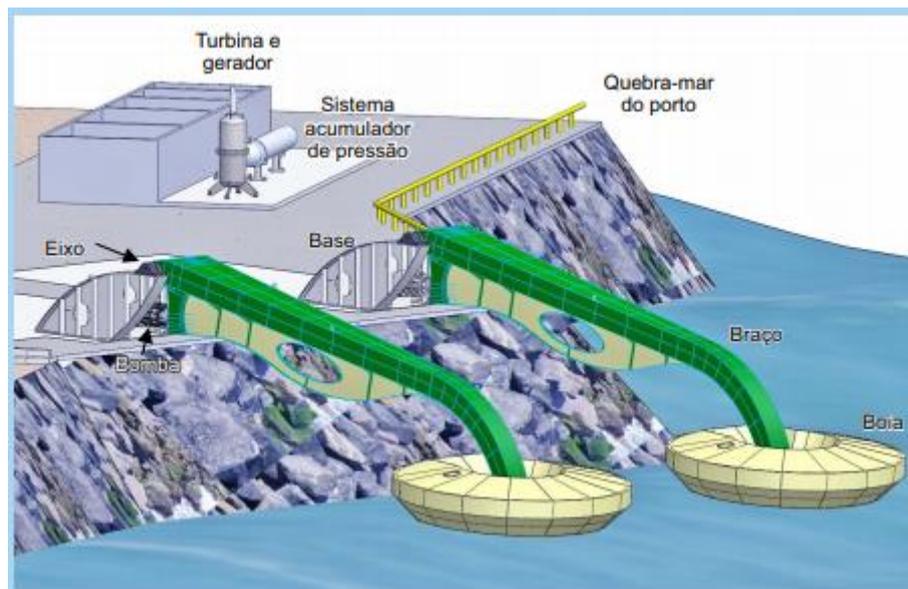
2.2.4 Energia maremotriz

Em busca de fontes alternativas de produção de energia elétrica e sustentável, nasceu a necessidade de se usar as variantes das marés em lugares onde a diferença entre as marés alta e baixa é grande. Trata-se de uma fonte de energia renovável que utiliza dois tipos de energia maremotriz: a energia cinética das correntes, devido às marés, e a energia potencial pela diferença de altura entre as marés alta e baixa. Para se aproveitar a energia das marés, constrói-se uma barragem num local mais conveniente, onde seu comprimento seja o menor possível, instalando comportas e turbinas apropriadas.

Ultimamente, o Brasil tem mostrado interesse e potencial para esse tipo de energia, tendo a instalação de sua primeira usina maremotriz no porto de Pecém, em São Gonçalo do Amarante, na região metropolitana de Fortaleza, sendo esse o primeiro projeto latino-americano com essa fonte de energia, com um protótipo brasileiro e com apoio do governo do Ceará, que cedeu a área para exploração da fonte e de empresas privadas interessadas em fontes alternativas.

A principal utilização de uma usina maremotriz é para a produção de energia elétrica, que se dá através das ondas produzidas pela maré. Essas usinas funcionam a partir do movimento da boia para cima e para baixo ao longo das cristas e vales das ondas do oceano, ativando a bomba hidráulica, que empurra água através de uma turbina, que, por sua vez, gira um gerador para produzir eletricidade. A figura 8 configura esse funcionamento.

Figura 8 – Funcionamento de uma usina maremotriz



Fonte: Autossustentável (2020).

Essa fonte maremotriz apresenta vantagens e desvantagens que ainda impedem sua utilização em larga escala. Vejamos as principais no quadro 4, a seguir.

Quadro 4 - Vantagens e desvantagens da energia maremotriz

Vantagens	Desvantagens
Fonte de energia renovável	Altos custos de construção
Equipamento de longa duração	Dependente do clima
Eficaz em baixas velocidades	Impacto ambiental
Possui grande volume de água do mar para geração de energia	Inconsistente

Fonte: elaborado pelo autor (2022).

2.2.5 Energia biomassa

Segundo Ornellas (2006, p. 57), [...] a biomassa, como a cana-de-açúcar, os resíduos vegetais e a madeira, são matérias orgânicas destinadas a produzir energia que é renovada [...] (ORNELLAS, 2006, p. 63). Como foi mencionado acima, a biomassa é uma fonte renovável de energia, derivada da queima de resíduos animais e vegetais. Quase todas as indústrias, incluindo agricultura, universidades, municípios, hotéis, hospitais, estabelecimentos prisionais, entre outros, produzem resíduos que podem ser convertidos em calor e eletricidade.

Figura 9 – Fonte de energia produzida pela biomassa



Fonte: Getty Images (2022).

Atualmente no Brasil, em especial no estado de Alagoas, foi desenvolvida uma forma para minimizar os danos causados pelos resíduos sólidos inorgânicos, como, por exemplo, o descarte de pilhas e baterias que fazem parte do nosso cotidiano. As pilhas e baterias possuem um tempo de degradação que varia entre 100 a 500 anos na natureza. Caso o descarte não seja adequado, causará danos ao meio ambiente. Surgiu então a Cooperativa dos Recicladores de Alagoas (Cooprel), que, junto com o Instituto do Meio Ambiente de Alagoas (IMA) e outras cooperativas, fazem as separações e o tratamento o lixo de forma adequada, gerando emprego e renda para as famílias que estão sob riscos sociais.

O conceito da biomassa e as possibilidades de transformação de energia nas mais diversas formas em eletricidade foram discutidos durante as aulas, onde os alunos puderam “redescobrir” o que eles já conheciam, e a compreensão de que dentro das casas a energia

elétrica que vem das variadas usinas é utilizada de variadas formas e transformada de energia elétrica para energia térmica, energia química para luminosa, entre outras para tornar o ensino-aprendizagem mais simples.

Apesar da produção da energia de biomassa através da energia mecânica produzida pelo calor da queima, pode-se contribuir significativamente para o atendimento das necessidades da população mundial no que diz respeito à produção de eletricidade. Além disso, torna-se claro que temos que ter consciência para reciclarmos de forma objetiva nosso lixo (figura 10), pois o uso da energia surge de várias formas e é essencial para o nosso conforto, bem-estar, melhor condições de trabalho e de viver a vida.

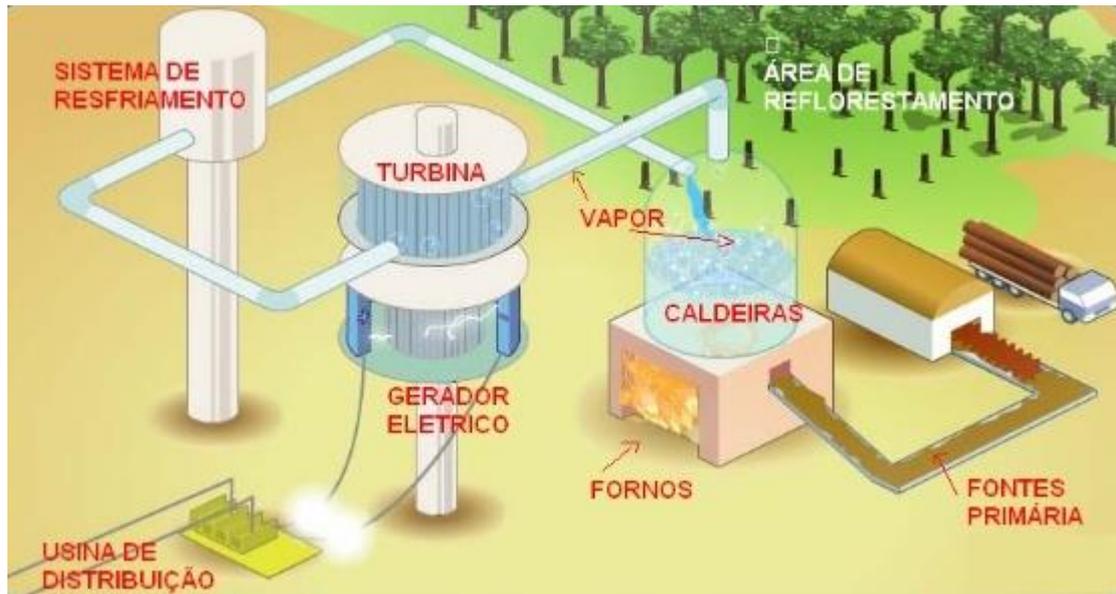
Figura 10 – Passo a passo de separação do lixo (modificada pelo autor)



Fonte: Escola Educação (2020).

Uma usina de biomassa funciona de forma parecida com as termelétricas, convertendo o calor da queima dos materiais orgânicos em energia. O material que compõe a biomassa é queimado em uma caldeira para produzir vapor de alta pressão. Este vapor flui sobre uma série de lâminas de turbina fazendo com que elas girem. A rotação da turbina aciona um gerador, produzindo eletricidade, como pode ser conferido na figura 11.

Figura 11 – Processo de energia elétrica através da biomassa



Fonte: Museu WEG de Ciência e Tecnologia (2019).

Essa fonte de produção da energia por biomassa apresenta desvantagens que ainda impedem sua utilização em larga escala; vejamos as principais no quadro 5, abaixo.

Quadro 5 - Vantagens e desvantagens da energia de biomassa

Vantagens	Desvantagens
Fonte de energia renovável	Altos custos de construção
Reduz a dependência excessiva de combustíveis fósseis	Pode levar ao desmatamento
É mais barata que os combustíveis fósseis	Requer muito espaço
Menos lixo em aterros sanitários	Não é totalmente limpa (CO ₂)

Fonte: elaborado pelo autor (2022).

2.2.6 Energia nuclear

A usina nuclear é uma fonte de energia não renovável que tem grande potencial energético, visto que um pedaço pequeno de urânio pode abastecer uma cidade inteira. É uma fonte mais produtiva do que muitas fontes, principalmente em relação ao petróleo, que torna-se mais caro devido à grande procura e à instabilidade relacionada às questões políticas.

À medida que o mundo tenta fazer a transição de seus sistemas de energia de combustíveis fósseis para fontes de energia de baixo carbono, temos uma gama de opções de energia: fontes de energia renovável – como: energia hidrelétrica, eólica e solar, mas também energia nuclear. A energia nuclear e as renováveis normalmente emitem muito pouco CO₂ por unidade de produção de energia e também são muito melhores do que os combustíveis fósseis na limitação dos níveis de poluição do ar local.

Mas, enquanto alguns países estão investindo pesadamente no aumento de sua oferta de energia nuclear, outros estão deixando suas usinas *off-line*. O papel que a energia nuclear desempenha no sistema energético é, portanto, muito específico para um determinado país.

Segundo Ornellas (2006, p. 40), “[...] Os reatores nucleares utilizados para produção de energia elétrica vêm utilizando o fenômeno de fissão nuclear do elemento químico radioativo urânio (^{235}U)”. Isso significa dizer que há uma quantidade de energia armazenada nas partículas fundamentais que compõem toda a matéria e que chamamos de átomos (da palavra grega ‘átomos’, que significa indivisível). Dentro, apesar do nome que lhes é dado, sabemos há cem anos que os átomos são de fato divisíveis. A divisão de seu núcleo é chamada de fissão. Os núcleos de idênticos ou átomos diferentes também podem se unir. Esse processo é chamado de fusão. Em ambos os processos, parte da massa atômica é convertida em energia, que, a partir de Einstein, temos a equação 1:

$$E = m.c^2 \quad (1)$$

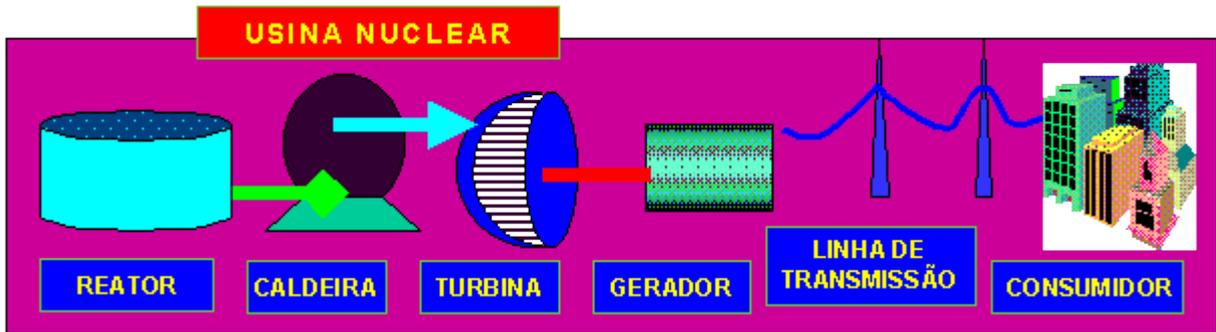
O funcionamento de uma usina nuclear foi debatido em sala de aula, como, por exemplo, se ela depende das condições ambientais e climáticas e que sua produção sempre terá risco do reator vazar ou explodir liberando por um processo exotérmico uma quantidade de radioatividade na atmosfera da Terra e que não há soluções eficientes para o tratamento e o descarte dos resíduos radioativos.

2.2.6.1 Funcionamento de uma usina nuclear

Sua principal utilização é a produção de energia elétrica através de usinas termonucleares. Essas usinas funcionam da seguinte forma:

- 1 – o reator controla a reação de fissão nuclear (essa reação ocorre de forma descontrolada);
 - 2 – a fissão gera calor que aquece a água (que fica dentro da caldeira) e a transforma em vapor;
 - 3 – o vapor, em alta pressão, gira a turbina;
 - 4 – a turbina, por sua vez, aciona o gerador criando eletricidade;
 - 5 – essa eletricidade passa pela linha de transmissão;
 - 6 – a linha de transmissão passa por transformadores para chegar até no consumidor;
- Como se vê na figura 12 a seguir:

Figura 12 – Funcionamento da energia nuclear



Fonte: Watanabe (2020).

As usinas nucleares são fundamentais para o abastecimento elétrico de muitos países, em especial aqueles nos quais fontes como a água, a luz solar e os ventos possuem baixo potencial energético ou apresentam baixa disponibilidade. Assim como qualquer outra forma de geração de energia, elas possuem suas vantagens e desvantagens; vejamos.

Quadro 6 – Vantagens e desvantagens da energia nuclear

Vantagens	Desvantagens
Fonte abundante na natureza (urânio)	Utiliza fonte não renovável
Alta produtividade, isto é, uma pequena quantidade de combustível é capaz de gerar um montante alto de energia	Resíduos nucleares altamente tóxicos, cujo descarte deve ser feito em uma área remota e sob condições rígidas de segurança
Demanda pequena área para instalação da planta	Alto custo de instalação
Produz baixa quantidade de resíduos e detritos	Aquecimento da água do mar quando a parcela utilizada no processo é devolvida ao oceano
Não emite gases poluentes na atmosfera	Riscos de contaminação e longa permanência dos resíduos nucleares no meio ambiente, que são restritos à usina de armazenamento
Baixo custo de operação	Riscos de acidentes nucleares com consequências graves ao meio ambiente e aos seres humanos

Fonte: elaborado pelo autor (2022).

2.3 OUTRAS FORMAS DE ENERGIA

A energia possui ainda outras formas de geração e uso como, por exemplo: ao utilizarmos a energia elétrica em nossa casa para o nosso bem-estar, conforto ou algum tipo de necessidade básica; quando praticamos atividade física, seja na caminhada, correndo e/ou fazendo algum esforço (trabalho de uma força) ou até mesmo utilizando algum veículo para a locomoção etc. Com esses exemplos, o ensino torna-se muito mais fácil e prazeroso.

Segundo Ornellas ([2021?], p. 143), “[...] se pretendermos que o conhecimento científico lhes (aos estudantes) ajude a reconstruir ou redescobrir suas próprias concepções intuitivas de mundo devemos procurar entender melhor a natureza de suas representações próprias”. Por isso que as concepções científicas de energia aplicada ao jogo LF devem auxiliar

o desenvolvimento e ajudar a redescobrir essa visão não só do mundo físico, como também nas questões tecnológicas, sociais, econômicas e geopolíticas relacionadas à forma como a energia participa da cultura e da sociedade em pleno século XXI.

Em meio às revelações das formas básicas de energia, a energia cinética e o trabalho, energia potencial gravitacional, energia potencial elástica e a energia mecânica são termos formidáveis, pois apresentam-se em nosso cotidiano com diferentes configurações e, portanto, torna-se imprescindível um curto resumo da explicação de cada uma delas, como se vê a seguir.

2.3.1 Energia cinética e trabalho

Já citamos que energia é a capacidade de realizar trabalho e, conseqüentemente, a energia cinética será representada por K ou E_c , cujo modelo está relacionado com a circunstância do movimento do objeto ou de um corpo. A natureza dessa energia é uma grandeza escalar que depende da massa (m) e do módulo da velocidade elevado ao quadrado do objeto em questão. Quanto maior o módulo da velocidade ao quadrado do corpo, maior é a energia cinética. Quando o corpo está em repouso, ou seja, o módulo da velocidade ao quadrado é nulo, a energia cinética é nula. Um objeto de massa (m) que se move a uma velocidade de módulo (\vec{v}) possui uma energia cinética que será expressa na mecânica clássica da forma como mostra a equação 2:

$$k = \frac{m \cdot \vec{v}^2}{2} \quad (2)$$

A dedução da equação 2 será dada da seguinte forma: suponha um corpo e/ou objeto de massa m movendo-se sob a ação de uma força resultante constante de módulo $|\vec{F}_R|$ e considere que este corpo ou objeto sofreu uma variação de velocidade \vec{v}_0 para \vec{v} em um deslocamento conhecido como $\Delta s = \text{deslocamento}$.

Com a equação de Torricelli (equação 3), isolamos a aceleração para obtermos a equação 4; logo temos que:

$$\vec{v}^2 = \vec{v}_0^2 + 2 \cdot \vec{a} \cdot \Delta s \quad (3)$$

$$\vec{v}^2 = \vec{v}_0^2 + 2 \cdot \vec{a} \cdot \Delta s \rightarrow a = \frac{\vec{v}^2 - \vec{v}_0^2}{2 \cdot \Delta s} \quad (4)$$

Com a equação 4, multiplicaremos ambos os lados por m , que corresponde ao valor da massa do corpo ou do objeto para obtermos a equação 5, logo:

$$\vec{a} = \frac{\vec{v}^2 - \vec{v}_0^2}{2 \cdot \Delta s} \rightarrow m \cdot \vec{a} = m \frac{\vec{v}^2 - \vec{v}_0^2}{2 \cdot \Delta s} \quad (5)$$

Lembrando que, a segunda Lei de Newton relaciona o módulo da força resultante $|\vec{F}_R|$ sobre um corpo de massa m , com aceleração a que ele adquire sob a ação desta força, como mostra a equação 6 abaixo:

$$\vec{F}_R = m \cdot \vec{a} \quad (6)$$

Substituindo a relação da aceleração (equação 5) que está a cima na relação da força resultante (equação 6) obteremos a equação 7, logo temos que:

$$\begin{aligned} m \cdot \vec{a} &= m \frac{\vec{v}^2 - \vec{v}_0^2}{2 \cdot \Delta s} \\ \vec{F}_R &= m \frac{\vec{v}^2 - \vec{v}_0^2}{2 \cdot \Delta s} \\ \vec{F}_R \cdot \Delta s &= m \frac{\vec{v}^2 - \vec{v}_0^2}{2} \end{aligned} \quad (7)$$

Sabemos que o trabalho (w) realizado pela força resultante é dado pela equação 8, da seguinte forma:

$$w = \vec{F}_R \cdot \Delta s \quad (8)$$

Substituindo a equação 7 na equação 8 obteremos a equação 9, logo:

$$\begin{aligned} \vec{F}_R \cdot \Delta s &= m \frac{\vec{v}^2 - \vec{v}_0^2}{2} \rightarrow w = m \frac{\vec{v}^2 - \vec{v}_0^2}{2} \rightarrow w = \frac{m\vec{v}^2 - m\vec{v}_0^2}{2} \rightarrow w = \frac{m\vec{v}^2}{2} - \frac{m\vec{v}_0^2}{2} \rightarrow \\ w &= \Delta k \end{aligned} \quad (9)$$

A equação 9 representa a variação da energia cinética do corpo, que é o trabalho realizado pela força resultante (\vec{F}_R). Portanto, para encontrarmos a equação que representa a energia cinética, devemos integrar a equação 9, pois a variação dessa energia cinética resulta num trabalho que coloca o corpo ou um objeto em movimento; como mostra a equação 10:

$$w = \Delta k \rightarrow \Delta k = w \rightarrow \Delta k = \int \vec{F}_R \cdot \Delta s \quad (10)$$

Considerando que o deslocamento em um instante infinitesimal de tempo será dado pela equação 11, que será representada por:

$$\Delta s = \vec{v} \cdot dt \quad (11)$$

Suponha que o corpo ou objeto partiu do repouso, fazendo com que sua velocidade inicial se torna nula $\vec{v}_0 = 0$. Então, substituindo a equação 11 na equação 10, teremos a equação 12, logo:

$$\begin{aligned} \Delta k &= \int_{\vec{v}_0}^{\vec{v}} \vec{F}_R \cdot \Delta s \rightarrow \Delta k = \int_0^{\vec{v}} \vec{F}_R \cdot \vec{v} \cdot dt \rightarrow \\ \Delta k &= \int_0^{\vec{v}} m \cdot \frac{dv}{dt} \cdot \vec{v} \cdot dt \end{aligned} \quad (12)$$

Quando consideramos que a velocidade inicial era nula, é o mesmo que considerar que a energia cinética inicial também é nula, logo obtemos a equação 13:

$$\Delta k = k - k_0 \rightarrow \Delta k = k - 0 \rightarrow \Delta k = k \quad (13)$$

Substituindo a equação 13 na equação 12 e fazendo o cancelamento do dt , obteremos uma equação 14 para uma massa constante, logo temos que:

$$\begin{aligned} \Delta k &= \int_0^{\vec{v}} m \cdot \frac{dv}{dt} \cdot \vec{v} \cdot dt \rightarrow k = \int_0^{\vec{v}} m \cdot \frac{dv}{dt} \cdot \vec{v} \cdot dt \rightarrow k = \int_0^{\vec{v}} m \cdot dv \cdot \vec{v} \rightarrow k = \frac{1}{2} m \cdot \vec{v} \cdot \vec{v} \rightarrow \\ &\rightarrow k = \frac{1}{2} m \cdot \vec{v}^2 \rightarrow k = \frac{m \cdot \vec{v}^2}{2} \end{aligned} \quad (14)$$

Portanto, a equação 14 representa a energia cinética, onde sua expressão mais conhecida em livros didáticos, tanto no Ensino Fundamental como no médio, é representada na equação 15, na descrição abaixo:

$$E_c = \frac{m \cdot \vec{v}^2}{2} \quad (15)$$

No Sistema Internacional de Unidades (S.I.)¹, será expressa em Joule (J), pois ficou em homenagem ao cientista inglês do século XIX, James Prescott Joule (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2012).

A energia cinética aparece constantemente em nosso cotidiano e qualquer coisa que você possa pensar que tenha massa (ou massa aparente) e movimento é um exemplo de energia cinética. Como exemplos de energia cinética, incluímos: um avião ou um pássaro voando, caminhar, correr, andar de bicicleta, nadar e/ou dançar, cair ou deixar cair um objeto, jogar uma bola, dirigir um carro, brincar com um ioiô, lançar um foguete.

2.3.2 Energia potencial gravitacional

A energia potencial gravitacional é a energia possuída ou adquirida por um objeto devido a uma mudança em sua posição quando ele está presente em um campo gravitacional e é representada por U ou E_{Pg} . Em termos simples, pode-se dizer que a energia potencial gravitacional é uma energia que está relacionada à força gravitacional ou à gravidade.

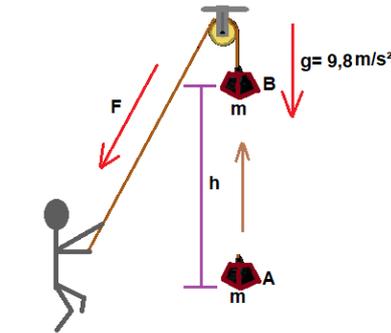
De acordo com a figura 13, abaixo, um homem puxa o peso com massa – m e o segura numa altura h . Quando esse corpo for liberado, sua força peso realizará um trabalho e a energia potencial gravitacional (U) será transformada em energia cinética (k), cujo valor da variação da

¹ Sistema Internacional de Unidades (S.I.) é a forma moderna do sistema métrico e é geralmente um sistema de unidades de medida concebido em torno de sete unidades básicas e da conveniência do número dez.

energia potencial gravitacional (ΔU) será um trabalho negativo ($-w$) ocasionado pela força gravitacional sobre o corpo, como representado pela equação 16:

$$\Delta U = -w \quad (16)$$

Figura 13 – Trabalho da força peso realizado contra a gravidade



Fonte: elaborada pelo autor (2022).

Como visto na figura acima, a força do objeto (de massa m) varia com sua posição ($h=y$), então podemos escrever que o trabalho (w) foi realizado durante o deslocamento do objeto, como mostra a equação 17:

$$w = \int_{y_i}^{y_f} F(y) dy \quad (17)$$

Esta equação 17 representa o trabalho realizado pela força de deslocamento do objeto entre os pontos A e B proposto na figura mostrada acima.

Considerando que o objeto se move do ponto A (posição inicial em relação a y_i) até o ponto B (posição final em relação a y_f), onde a força gravitacional realiza um trabalho no qual podemos determinar a variação da energia potencial gravitacional do sistema objeto-terra. Para isso, devemos substituir a equação 17 na equação 16; logo obtemos a equação 18 que será:

$$\begin{aligned} \Delta U = -w \rightarrow \Delta U = - \int_{y_i}^{y_f} F(y) dy \rightarrow \Delta U = - \int_{y_i}^{y_f} (-m \cdot g) dy \rightarrow \Delta U = m \cdot g \int_{y_i}^{y_f} dy \rightarrow \\ \Delta U = m \cdot g [y]_{y_i}^{y_f} \rightarrow \Delta U = m \cdot g \cdot (y_f - y_i) \rightarrow \Delta U = m \cdot g \cdot \Delta y \rightarrow \\ \Delta U = m \cdot g \cdot \Delta h \end{aligned} \quad (18)$$

Portanto, nos livros didáticos, a equação 18 é conhecida como mostra a equação 19, logo abaixo:

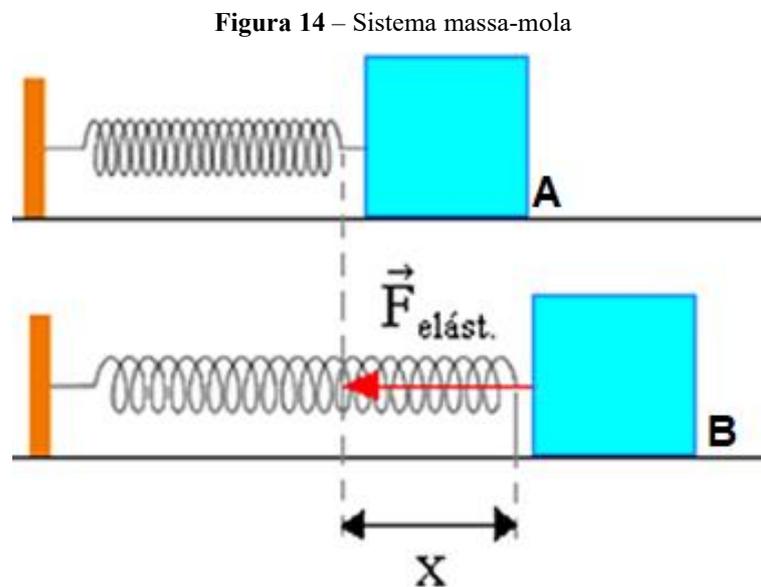
$$E_{Pg} = m \cdot g \cdot h \quad (19)$$

Sua unidade no S.I. será expressa em Joule (J). A energia potencial gravitacional aparece constantemente em nosso dia a dia e qualquer coisa que você possa pensar que possua massa e encontra-se a uma certa altura é um exemplo de E_{Pg} , como nos seguintes exemplos: qualquer objeto em queda, o balançar de um pêndulo, arremesso de dardos, pular, uma usina

hidrelétrica, carrinho de montanha-russa subindo os trilhos (aumenta a E_{pg}), um paraquedista pulando de um avião (diminui a E_{pg}).

2.3.3 Energia potencial elástica

A energia potencial elástica armazenada em uma mola esticada ou comprimida exerce uma força na direção oposta. Essa força está sempre tentando restaurar a mola de volta ao seu comprimento original, por isso é conhecida como força restauradora. À medida que a mola é mais esticada, a força também aumenta, como demonstra a figura 14.



Fonte: Prepara Enem (2022).

A relação matemática entre a força exercida por uma mola e seu deslocamento é conhecida como lei de Hooke como mostra a equação 20:

$$\vec{F}_{el} = \vec{F}_x = -k \cdot x \quad (20)$$

Onde x é a deformação sofrida pela mola e k é a constante elástica característica da mola. O sinal negativo na Lei de Hooke aparece porque a força é sempre exercida na direção oposta ao deslocamento da mola (x), como mostra a figura acima. Para produzir a variação de energia potencial elástica no sistema massa-mola como mostrado na figura acima, vamos substituir a equação 20 na equação 16 e, em seguida, fazemos sua integral para obtemos a equação 21:

$$\begin{aligned} \Delta U = -w \rightarrow \Delta U = - \int_{x_i}^{x_f} F(x) dx \rightarrow \Delta U = - \int_{x_i}^{x_f} (-k \cdot x) dx \rightarrow \Delta U = k \int_{x_i}^{x_f} x \cdot dx \rightarrow \\ \Delta U = \frac{1}{2} k [x^2]_{x_i}^{x_f} \rightarrow \Delta U = \frac{1}{2} k (x_f^2 - x_i^2) \end{aligned} \quad (21)$$

Considerando que na deformação inicial $x_i = 0$ e, substituindo na equação 21, obtemos a equação 22 a seguir que será representada por:

$$\Delta U = \frac{1}{2}k(x_f^2 - x_i^2) \rightarrow \Delta U = \frac{1}{2}k(x_f^2 - 0) \rightarrow \Delta U = \frac{1}{2}k \cdot x^2 \rightarrow$$

$$\Delta U = \frac{k \cdot x^2}{2} \quad (22)$$

Portanto, nos livros didáticos, a equação 22 é conhecida como mostra a equação 23, logo abaixo:

$$E_{pel} = \frac{k \cdot x^2}{2} \quad (23)$$

Sua unidade no S.I. será expressa em Joule (J). A energia potencial elástica aparece constantemente em nosso dia a dia e qualquer objeto que possa ser esticado e/ou deformado é um exemplo da E_{pel} , como por exemplo: quando puxamos uma corda de arco e flecha, quando esticamos ou comprimimos uma mola, no esporte salto com vara, em automóveis, quando suas molas são comprimidas, ou seja, deformadas, armazenam energia potencial elástica e tendem a restaurar o carro para sua posição de equilíbrio.

2.4 PRODUÇÃO DAS ENERGIAS ELÉTRICAS NO BRASIL

Para manter a consistência entre métricas e fontes, os valores de energia se encontram nas unidades de watt-hora (Wh), ou um de seus prefixos no SI. O quadro 6 mostra a conversão de watts-horas para a faixa de prefixos no S.I. usado.

Quadro 7 – Unidades de potência equivalente a Watt-hora (Wh)

Unidade SI	Equivalente em Watt-hora (Wh)
Watt-hora (Wh)	–
Quilowatt-hora (kWh)	Mil watts-hora (10^3 Wh)
Megawatt-hora (MWh)	Um milhão de watts-hora (10^6 Wh)
Gigawatt-hora (GWh)	Um bilhão de watts-hora (10^9 Wh)
Terawatt-hora (TWh)	Um trilhão de watts-hora (10^{12} Wh)

Fonte: elaborado pelo autor (2022).

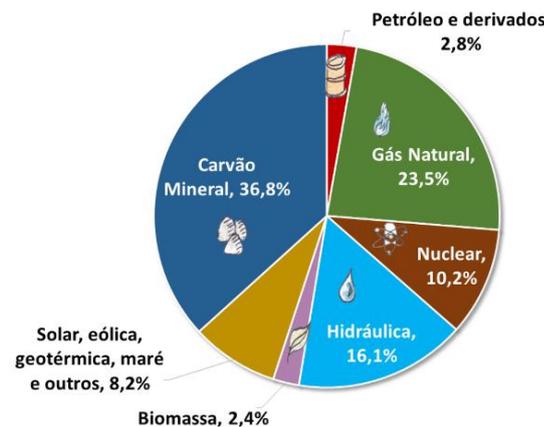
Nos gráficos, quadros e tabelas, aparecerá valores de potência ou consumo com seus prefixos ou sem.

2.4.1 Matriz elétrica

De acordo com a Empresa de Pesquisa Energética (EPE, 2022), a matriz elétrica é formada pelo conjunto de fontes disponíveis apenas para a geração de energia elétrica em um

país, estado ou no mundo. Precisamos da energia elétrica, por exemplo, para podermos assistir à televisão, ouvir músicas no rádio, acender a luz, ligar a geladeira, carregar o celular, entre tantas outras necessidades. A geração de energia elétrica no mundo é baseada, principalmente, em combustíveis fósseis, como carvão, óleo e gás natural, em termelétricas. O gráfico 1 mostra as fontes mais utilizadas no planeta.

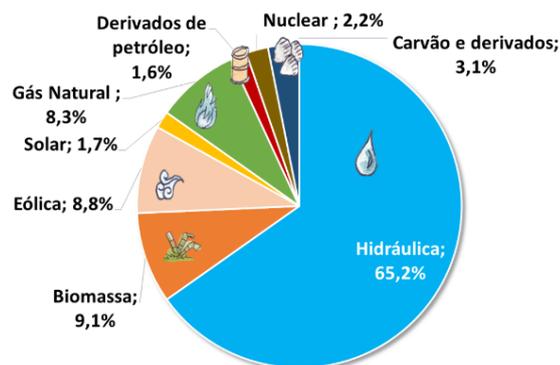
Gráfico 1 – Fontes de energia mais utilizadas no mundo



Fonte: Matriz Elétrica Mundial 2019 - IEA (2021).

A EPE apontou que, em 2021, a matriz elétrica brasileira era ainda mais renovável do que a energética, isso porque grande parte da energia elétrica gerada no país vem de usinas hidrelétricas. A energia eólica tem crescido muito, contribuindo para que a nossa matriz elétrica continue sendo, em sua maior parte, renovável. A geração de energia elétrica no Brasil é mais renovável do que não renovável, principalmente, nas fontes eólica e solar (fotovoltaica), que vem crescendo muito e sem emissão de CO₂. No país, as fontes mais utilizadas podem ser vistas no gráfico 2 abaixo.

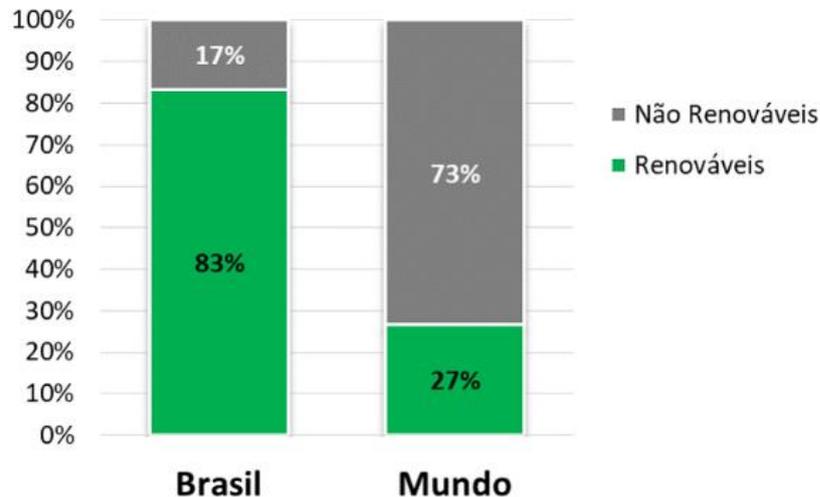
Gráfico 2 – Fontes de energia mais utilizadas no Brasil em 2020



Fonte: BEN (2021).

No gráfico 3, a seguir, temos uma comparação dessas fontes renováveis e não renováveis para a geração de energia elétrica no Brasil (2020) e no mundo (2019).

Gráfico 3 – Tipos de fontes que o Brasil e o mundo mais usam para sua produção energética



Fonte: EPE (2022).

A partir dos dados do gráfico é possível notar que a matriz elétrica brasileira é fundamentada em fontes renováveis de energia, como a eólica e a solar, que vêm progredindo a cada ano, ao contrário da matriz elétrica mundial, que depende mais das fontes de energia não renováveis. Para o Brasil, é excelente esse desenvolvimento de fontes renováveis, pois, além de possuírem menores custos de operação, as usinas que geram energia emitem bem menos gases de efeito estufa (GEE).

O Balanço Energético Nacional (BEN), a EPE, o Ministério de Minas e Energia (MME), o Sistema Interligado Nacional (SIN) e a Oferta Interna de Energia (OIE) têm por finalidade apresentar a contabilização relativa à oferta e ao consumo de energia no Brasil e o uso final da energia. A tabela 1 mostra a geração elétrica 1 GWh em 2021. É possível identificar essa combinação de fatores que reduziram a renovabilidade da matriz elétrica.

Tabela 1 - Mostra a geração elétrica 1 GWh em 2021

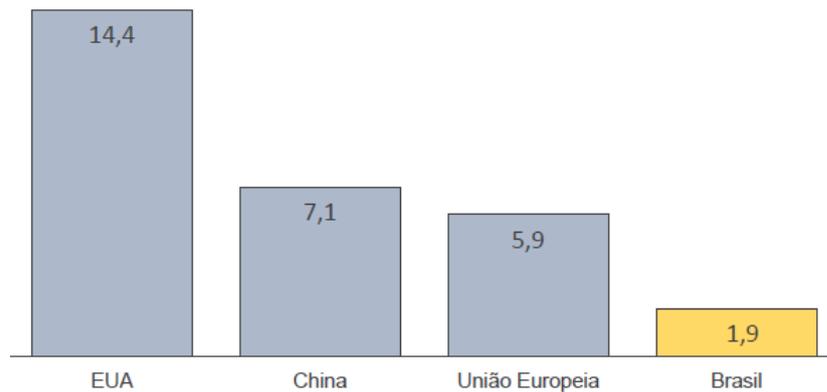
Fonte	2020	2021	Δ 21/20
Hidrelétrica	396.381	362.818	-8,5%
Gás Natural	59.480	86.957	46,2%
Eólica	57.051	72.286	26,7%
Biomassa ²	56.168	52.416	-6,7%
Nuclear	14.053	14.705	4,6%
Carvão Vapor	11.946	17.585	47,2%
Derivados do Petróleo ³	9.013	17.327	92,3%
Solar Fotovoltaica	10.748	16.752	55,9%
Outras ⁴	13.925	15.263	9,6%
Geração Total	628.764	656.109	4,3%

Fonte: EPE (2022).

De acordo com tabela 1, em 2021 houve uma redução do nível dos reservatórios das principais hidrelétricas (principal motivo foi a escassez de chuvas) do Brasil e, conseqüentemente, sofreu uma redução da fonte de hidroelétrica. Mas essa queda (redução da fonte de hidroelétrica) foi compensada pelo aumento da oferta de outras fontes, como o carvão vapor (+47,2%), o gás natural (+46,2%), a eólica (+26,7%) e a solar fotovoltaica (+55,9%).

2.4.2 Emissões de dióxido de carbono no Brasil

Segundo a EPE, apesar da redução da participação de usinas hidrelétricas, o sistema mantém a predominância de fontes renováveis e que menos agridem na produção da emissão de CO₂, que origina o GEE, como aponta o gráfico 4.

Gráfico 4 – Participações das Emissões de CO₂ per capita (2019) em t CO₂/hab.

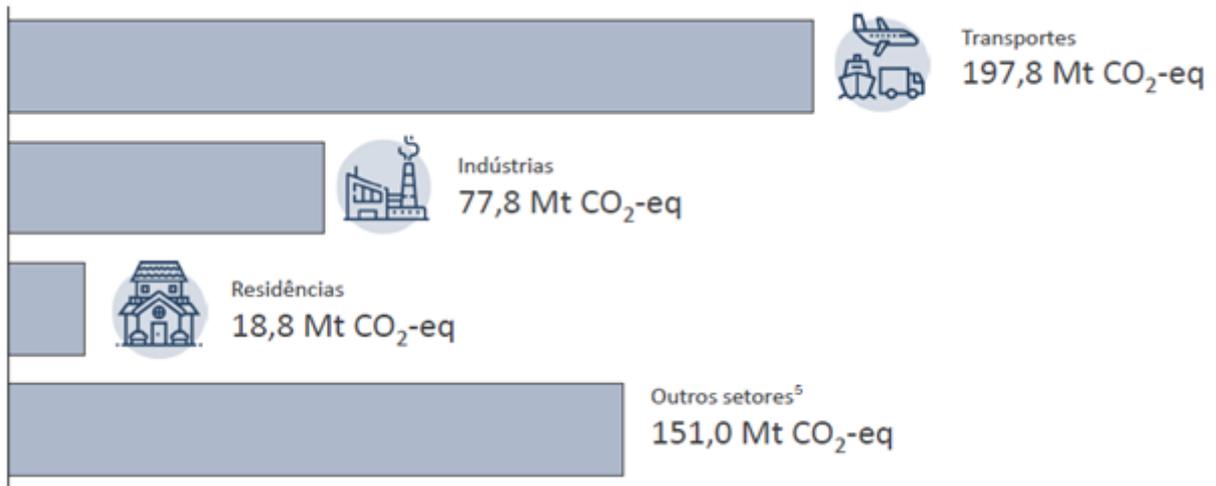
Fonte: EPE (2021).

Levando em consideração o que mostra o gráfico 4, a quantidade de emissões por habitante, produzida e consumindo energia em 2021 por cada brasileiro, emitiu em média 1,9 toneladas de dióxido de carbono (1,9 tCO₂-eq), ou seja, o equivalente a 13% de um americano, 32% de um cidadão da União Europeia e 27% de um chinês, de acordo com os últimos dados divulgados pela Agência Internacional de Energia (IEA, em inglês) para o ano de 2019. Segundo a EPE (2002, p. 6):

As fontes não renováveis de energia são as maiores responsáveis pela emissão de gases de efeito estufa (GEE). Como consumimos mais energia das fontes renováveis que em outros países, dividindo a emissão de gases de efeito estufa pelo número total de habitantes no Brasil, veremos que nosso país emite menos GEE por habitante que a maioria dos outros países.

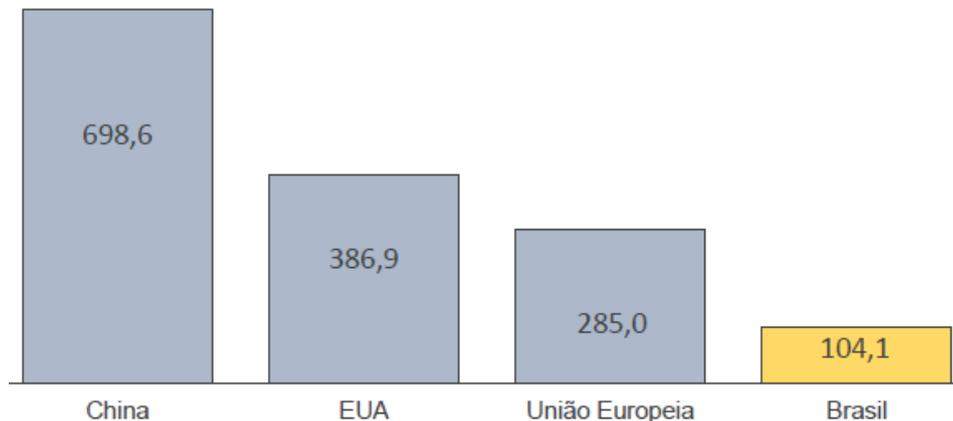
De acordo com a EPE (2021), o total de emissões antrópicas² associadas à matriz energética brasileira chegou a 445,4 milhões de toneladas de dióxido de carbono, equivalente a MtCO₂-eq, onde boa parte foi gerada no setor de transportes, em torno de 197,8 MtCO₂-eq (gráfico 5).

² Antrópicas são ações realizadas pelo homem, especialmente em relação às modificações no ambiente, na natureza, causadas por essa ação.

Gráfico 5 – Participações das emissões totais de CO₂ em Mt CO₂-eq no ano de 2021

Fonte: EPE (2022)³.

Para cada tonelada equivalente de petróleo (tep) disponibilizado, o Brasil emite o equivalente a 89% das emissões da União Europeia, 65% dos EUA e 49% da China. O setor elétrico brasileiro emitiu, em média, apenas 118,5 kgCO₂ para produzir 1MWh, um índice muito baixo quando se estabelece comparações com países da União Europeia, EUA e China (gráfico 6).

Gráfico 6 – Participações das Emissões de CO₂(kg) por MWh gerada (2019)

Fonte: EPE (2022).

³ Os outros setores incluem o agropecuário, o de serviços, o energético, o elétrico e as emissões fugitivas.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICO-PEDAGÓGICA

3.1 APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DE DAVID AUSUBEL

Trabalhar o ensino adequado para alunos privados de liberdade pode ser bem mais significativo à medida que o novo conteúdo e/ou conceito adquire/m importância a partir de uma relação com o seu conhecimento anterior. Para o pesquisador David Paul Ausubel, “[...] quanto mais sabemos, mais aprendemos, e o fator isolado mais importante que influencia o aprendizado é aquilo que o aprendiz já conhece e o que precisa conhecer” (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980, p. 144). Ainda de acordo com Ausubel, aprender significativamente é ampliar e reconfigurar ideias já existentes na estrutura mental e, com isso, ser capaz de relacionar e acessar novos conteúdos.

Ausubel estabelece duas condições para que a aprendizagem significativa ocorra: o conteúdo a ser ensinado deve ser potencialmente revelador e o estudante precisa estar disposto a relacionar o material de maneira consistente e não arbitrária. Quando o conteúdo é trabalhado pelo professor de forma mecânica, ou seja, com pouca produção de informação e atribuição de significados, o novo conteúdo passa a ser armazenado isoladamente ou por meio de associações arbitrárias na estrutura cognitiva. Nesse contexto, observa-se que o aluno precisa ter disposição para adquirir novos conceitos, disposição que pode ser estimulada pelo professor, uma vez que, ao se relacionar energia e sua transformação com algumas práticas diárias na vida dos alunos, pode-se levá-lo a pensar e a tentar entender que eles conheciam na “prática”, mas não sabiam, a importância científica desses termos. Para isso, incluímos nos planos de aulas que foram ministradas – visando a aplicação do nosso produto educacional – conteúdos potencialmente significativos, lógicos e psicológicos de experiência relacionados ao cotidiano dos alunos; no nosso caso, em particular, as pessoas privadas de liberdades.

A aprendizagem escolar dos encarcerados é caracterizada pela assimilação de conhecimentos conceituais de forma hierárquica como uma rede de organização desses conceitos de acordo com o grau de abstração do aluno, ou seja, eles selecionam como relevantes ou não cada novo aprendizado e uma área do conhecimento. Por isso, faz-se necessária a discussão acerca da importância de se aplicar formas diferenciadas no ensino de Física, especialmente nas áreas da natureza de ciências exatas e suas tecnologias, para que o aluno selecione e abstraia os conceitos adquiridos utilizando o jogo Lúdico Físico durante as aulas. Nesse sentido, Ornellas (2021) toma por base escritos de Moreira (1999) e Ausubel, Novak e Hanesian (1980) para afirmar que:

Na perspectiva da aprendizagem conceitual, poderíamos dizer que os *novos conceitos só ganham significados a partir da existência, de uma base conceitual mais elementar* necessária, selecionada pela mente, obedecendo a princípios de *superordenação* e de *subordinação* na estrutura cognitiva do indivíduo, de forma tal, que o novo conceito seja **potencialmente significativo** a esta base (ORNELLAS, 2021, p. 70, grifos do autor).

Ausubel acredita que, quanto mais se relaciona o novo conteúdo de maneira substancial e não arbitrária com algum aspecto da estrutura cognitiva prévia do aluno, mais próximo se está da aprendizagem significativa do fenômeno científico discutido em sala de aula. Assim, para esse autor, existem grandes vantagens neste tipo de aprendizado, visto que o enriquecimento da estrutura cognitiva do aluno pode acontecer tanto por meio da descoberta quanto pela repetição e, no caso da aprendizagem memorística, que também pode acontecer, o conhecimento adquirido é retido e lembrado por mais tempo e, quando esquecido, pode ser relembrado a fim de facilitar a aprendizagem seguinte, a “reaprendizagem”.

Portanto, para que o ensino-aprendizagem seja dinâmico, a escola junto com o sistema de ressocialização e os demais setores do sistema prisional precisam ter direcionamento e planejamento de ações para que o aprisionado (aluno) compreenda o saber fazer e o saber aprender, para que todos aprendam a aprender e, só assim, compreendam melhor como conviver numa sociedade mais competitiva.

3.2 APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DE LEV VYGOTSKY

Para que a aprendizagem seja significativa para o aluno, é necessário que o material didático e os métodos de ensino de que os docentes dispõem estejam adaptados ao aluno de forma que sua estrutura cognitiva contenha ideias inclusivas a todos os tipos de realidades e que se mostre ao alcance de todos para possíveis aprofundamentos sobre o tema ou teoria.

Na escola onde as aulas são ministradas, dentro do sistema prisional de Alagoas, o divertimento só é permitido no intervalo ou atividades programadas, como festas típicas, regionais e culturais, quando exatamente se associam esses momentos a outro tipo de educação, a informal. A finalidade do produto desta dissertação é colaborar para que professores, orientadores e a equipe pedagógica da Secretaria de Estado de Ressocialização e Inclusão Social (Seris) tenham essa ferramenta como um auxílio e/ou recurso, a partir da qual se permita desassociar a ideia de que o ensino-aprendizagem só é permitido em ambientes próprios, cujos métodos utilizados, como livros volumosos e de difícil compreensão, sejam a única solução

para um ensino de qualidade. Segundo Vygotsky (1968, p. 281 *apud* VERGNAUD, 2004, p. 25),

Os conceitos científicos não são desenvolvidos da mesma maneira com que se desenvolvem os conceitos cotidianos, uma vez que, a franqueza da força ou economia dos processos mentais empreendidas na elaboração de conceitos comuns mantém uma relação inversa com a formação de conceitos científicos, tal é a grandeza do esforço que temos que empreender em sua elaboração.

Quando um aluno tenta se apropriar de um conteúdo que foi proporcionado pelo professor apenas de maneira tradicional, o estímulo para a aprendizagem deixa de existir e a construção do conhecimento torna-se falha, não havendo grandes descobertas ou interação com os outros. Isso ocorre porque “[...] processos de desenvolvimento dos indivíduos estão relacionados com os processos de aprendizado adquiridos através da sua interação sócio-cultural” (COLE; SCRIBNER, 1984, p. 21).

A proposta pedagógica de inserir jogos didáticos num sistema prisional na área de ciências exatas e suas tecnologia, com destaque em Física no assunto Energia, destaca-se a partir dos seguintes objetivos: encorajar os reeducandos para a relação entre a teoria e prática; interagir nas atividades diferenciadas entre os aprisionados para a construção das equipes nos jogos com os conteúdos previamente discutidos em sala de aula; avaliar o ensino-aprendizagem e para a construção do conhecimento, reflexão, crítica e soluções de problemas; e estimular seu socioemocional através da prática educativa do jogo LF.

Para avaliar a eficácia dos reeducandos em seu processo de ensino-aprendizagem, foram desenvolvidos e aplicados a eles pré-testes e pós-testes, compostos por cinco questões discursivas, cada uma delas com foco nos assuntos: energia renovável, não renovável, energia cinética, potencial gravitacional e elástica.

Esses testes foram aplicados no próprio sistema prisional, pois um pré-teste é uma medida de avaliação dada anteriormente aos reeducandos para determinar sua compreensão inicial das medidas estabelecidas nos objetivos de aprendizagem. Já o pós-teste é a medida de avaliação posterior, após a conclusão de o todo assunto estudado para determinar o que os alunos aprenderam. A comparação entre os resultados desses testes (pré e pós) permite inferir se os reeducandos obtiveram resultados positivos ou negativos sobre uma estrutura cognitiva no processo de ensino-aprendizagem.

4 A FUNÇÃO DA ESCOLA NO SISTEMA PENITENCIÁRIO

Devido a vários fatores econômicos e sociais, boa parte dos detentos inseridos no sistema prisional iniciou os estudos mas não concluiu, nem ao menos o Ensino Fundamental, enquanto outros não tiveram acesso à educação escolar em todo o seu processo de vida. Segundo Lourenço e Onofre (2011, p. 282), “Não há como negar a eficácia do papel da educação escolar no resgate da liberdade do aprisionado. A educação é um direito que se assegura a condição de ser humano, pois a partir dela se constrói o laço de pertencimento a sociedade”.

Como mencionado, a educação do presidiário vem como uma contribuição no processo de ressocialização social do indivíduo, apesar de que o encarceramento visa privar as pessoas dessa convivência. A eficácia da educação no processo de ressocialização é muito importante; através da educação os discentes aprisionados resgatam um pouco dos seus direitos. De fato, ela é um direito disposto na Constituição Federal de 1988, em seus artigos 205 e 206. O primeiro destes diz que: “A educação, direito de todos e dever do Estado e da família, será promovida e incentivada com a colaboração da sociedade, visando ao pleno desenvolvimento da pessoa, seu preparo para o exercício da cidadania e sua qualificação para o trabalho” (BRASIL, 1988).

Prontamente, a Lei nº 7.210/84, que fixa regras mínimas para o tratamento do preso no Brasil, a partir da Conferência Internacional de Educação de Adultos (Confinteia) de 2009, diz, em seu artigo 126, que “O condenado que cumpre a pena em regime fechado ou semiaberto poderá remir, pelo trabalho, parte do tempo de execução da pena” (BRASIL, 1984). Ou seja, a mão de obra carcerária, seja ela no ganho de horas trabalhadas, no estudo ou pelos dois, torna-se uma “via de mão dupla”, sendo eficiente para o Estado e primordial para os apenados como reconstrutora das oportunidades de trabalho, aprendizado e relações interpessoais instrutivas e educativas. Muitos deles, ao conquistarem a liberdade condicional, retornam ao sistema prisional como contratados ou conveniados.

As ações educacionais estão dentro do contexto da privação da liberdade e são concretas perante a legislação educacional vigente no país. Assim, a Escola Estadual de Educação Básica Professor Educador Paulo Jorge dos Santos Rodrigues, do sistema prisional alagoano, encontra-se organizada, entre outras, na base do artigo 23 da Lei 9.394/96, que a Lei de Diretrizes e Bases da Educação. O referido artigo diz:

A educação básica poderá se organizar em séries anuais, períodos, semestres, ciclos, alternância regular de períodos de estudos, grupos não seriados, com base na idade, na competência e em outros critérios, ou por forma diversas de

organização, sempre que o interesse do processo de aprendizagem assim o recomendar (BRASIL, 1996).

E a Lei 12.433/2011 estabelece a remissão de pena pelo estudo, sendo um dia de pena para cada 12 horas de Ensino Fundamental, médio, profissionalizante ou superior.

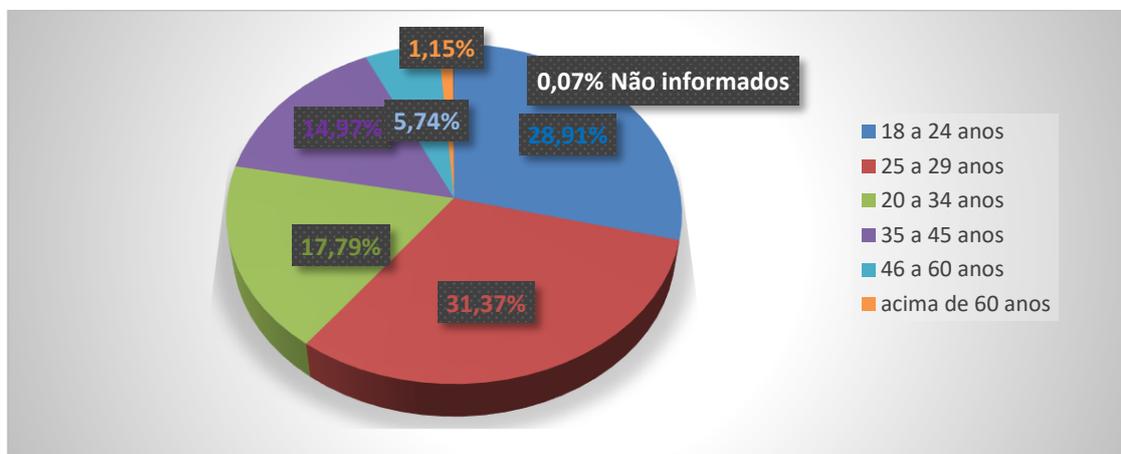
4.1 SISTEMA PRISIONAL ALAGOANO

No Brasil, em cada estado da federação existe um perfil da população carcerária, então nosso trabalho aqui esteve focado no estado de Alagoas a partir dos dados oficiais, divulgados pela Secretaria de Estado de Ressocialização e Inclusão Social (SERIS) em 2021. O público-alvo em Alagoas, eventual nas prisões, é predominantemente masculino: os homens somam em média 95% do total e as mulheres, 5%. Nessas porcentagem, incluímos presos provisórios, em regime fechado, medida de segurança, regime aberto, regime semiaberto e detentos de unidades federais.

A população carcerária alagoana é composta por um público cuja distribuição em percentual é representada da seguinte forma: os presos com idades entre 25 a 29 anos equivalem a 31,37%, os que se encontram na faixa dos 18 a 24 anos correspondem a 28,91%; já os de 30 a 34 anos equivalem a 17,79% e os de 35 a 45 anos correspondem a 14,97%. Os mais velhos, de 46 a 60 anos, representam 5,74%, os que têm acima de 60 anos equivalem a 1,15% e, por último, os não informados, que representam 0,08%.

Fica evidente que a população carcerária alagoana é constituída por um público mais jovem, que está na faixa dos 18 aos 29 anos, correspondendo a um percentual de 60,28%. Esses percentuais estão representados no gráfico 7 abaixo.

Gráfico 7 – População carcerária de Alagoas (2021)



Fonte: Seris (2021).

A SERIS é o órgão responsável por oito unidades penitenciárias em Maceió e uma no interior do estado, na cidade de Girau do Ponciano. Sete delas são: Presídio Baldomero Cavalcanti de Oliveira, Presídio Cyridião Durval e Silva, Presídio Feminino Santa Luzia, Casa de Custódia da Capital, Centro Psiquiátrico Judiciário Pedro Marinho Suruagy, Núcleo Ressocializador da Capital, Presídio de Segurança Máxima.

4.2 PENITENCIÁRIA MASCULINA BALDOMERO CAVALCANTI DE OLIVEIRA

Esta unidade foi inaugurada em 11 de fevereiro de 1999 e é destinada a presos condenados; possui capacidade de 768 vagas. O presídio se divide em oito módulos, incluindo um módulo de Respeito⁴, módulo COC⁵ (destinado a presos da segurança pública não militar, condenados ou provisórios) e um módulo especial (destinado a presos condenados ou provisórios que tenham diploma de curso superior). O Baldomero Cavalcanti possui uma enfermaria para atendimento médico. Junto à unidade, foi construído um abrigo para acomodar familiares dos reeducandos enquanto aguardam o horário da visita, um parlatório para os encontros dos presos com os advogados e um espaço para celebrações religiosas. A figura 15 mostra a parte externa (a entrada) desse presídio.

Figura 15 – Entrada da Penitenciária Masculina Baldomero Cavalcanti



Fonte: Seris (2022).

⁴ Segundo a Superintendência Geral de Administração do Sistema Penitenciário de Alagoas (Sugesp), a ideia é inspirada no Módulo de Respeito de León, na Espanha, com o objetivo de contribuir efetivamente na ressocialização de pessoas privadas de liberdade, proporcionando um atendimento individualizado, de acordo com as peculiaridades de cada custodiado, sem perder de vista as rotinas baseadas na ordem e na disciplina.

⁵ Centro de Observação Criminológica (COC) é um alojamento destinado a presos da segurança pública não militar, condenados ou provisórios.

De acordo com dados do Departamento Penitenciário Nacional (Depen) de 2021, a quantidade de presos na Penitenciária Masculina Baldomero Cavalcanti ultrapassava sua capacidade de detentos, chegando a 1.661 (BRASIL, 2021), como revela a figura 16.

Figura 16 – Total de presos no ano de 2021



Fonte: Depen (2021).

De acordo com a figura 17, acima, a capacidade de presos ultrapassa o seu número máximo com uma quantidade a mais de 893 presos, o que representa o dobro de sua capacidade máxima de detentos que serão remanejados pelos oito módulos existentes; um acréscimo de aproximadamente 112 detentos a mais por módulo. O público-alvo foi composto pelos seguintes crimes: contra a Administração Pública, contra a dignidade sexual, contra a fé pública, contra a paz pública, contra a pessoa, contra o patrimônio, praticados por particular contra a Administração Pública, drogas (Lei 6.368/76 e Lei 11.343/06) ou grupo: legislação específica (outros).

4.3 NÚCLEO RESSOCIALIZADOR DA CAPITAL

O Núcleo Ressocializador da Capital (NRC) é um novo modelo de gestão prisional cujos princípios e normas que o regem são: diálogo, transparência e honradez. Seu objetivo principal é criar oportunidades para reduzir os fatores de risco do interno por meio da laborterapia, da educação e do lazer. A capacidade da unidade é de 157 vagas; após a conclusão da segunda etapa de reforma, o núcleo vai poder abrigar 300 presos. A figura 17 apresenta a fachada do NRC, em Maceió.

Figura 17 – Fachada do Núcleo Ressocializador da Capital (NRC)



Fonte: Jorge Santos, Ascom Seris (2017).

O NRC possui uma quantidade de alojamentos para o convívio de certo número de reeducandos, incluindo um alojamento de visita íntima, campo de futebol, sala de aula, salão de refeitório, miniauditório, sala de faculdade *on-line*, entre outros. De acordo com dados do Depen de 2021 (BRASIL, 2021), a quantidade de presos na unidade do núcleo teve uma redução de 30% quando comparado com seu máximo, que é de 157 presos. Vejamos alguns desses números na figura 18.

Figura 18 – Números do Núcleo Ressocializador da Capital



Fonte: Depen (2021).

As duas unidades prisionais possuem 30 alunos cada uma, cujo total (60 reeducandos) foi selecionado para a aplicação do experimento, que se deu com questionários de pré-teste, de

pós-teste, o questionário final, o questionário de opiniões e, por fim, o produto educacional referente ao jogo Ludo Físico que foi mesclado por mais de 40 questões de múltipla escolha para a coleta dos dados.

5 DESCRIÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL

5.1 JOGO DE APLICATIVO NO FORMATO DE TABULEIRO

Nesta seção, descreveremos o funcionamento do jogo, que é didático com formato de tabuleiro e é utilizado em aparelhos eletrônicos como: celulares, computadores, *tablets*, entre outros, e para serem trabalhados no ensino de ciências exatas e suas tecnologias, principalmente na área do ensino de Física, com turmas a partir do 9º ano do Ensino Fundamental ao Ensino Médio.

Ele foi aplicado em uma turma da educação de jovens e adultos (EJA) voltada a uma educação carcerária, cujo enfoque do jogo Ludo Físico (LF) foi o de promover a interação, a reflexão e a visualização de conceitos (na área de energia), que, muitas vezes, são vistos por meio de aulas tradicionais. Sendo assim, o LF foi desenvolvido de modo que a linha de estudo esteja voltada na área de Energia.

Apesar disso, nosso produto educacional se torna bastante versátil na educação carcerária, pois tanto os reeducandos quanto os professores podem usar o jogo sem precisar de consultar a dissertação. O jogo pode ser acessado no endereço eletrônico: <https://ludofisico.netlify.com>. É possível baixá-lo direto e usá-lo *off-line* ou utilizá-lo de forma *on-line*.

O jogo LF deve ser apoiado em um planejamento – no caso em tela, foi vinculado ao assunto Energia –, pois só assim o desenvolvimento do ensino-aprendizagem será bem executado, facilitando a compreensão dos tópicos estudados. É importante destacar que o produto pode ser aplicado antes da explicação do tópico a ser estudado em sala de aula (presencial) ou pelo Google Meet (aula via videoconferência) para que possamos fazer uma comparação do entendimento prévio dos discentes a respeito dos conceitos científicos que eles entendem sobre energia, auxiliando, de tal modo, que a metodologia aplicada no LF venha a ser produtiva em seu desempenho de ensino.

O produto pode ser usado com os alunos com a abordagem de qualquer conteúdo, alcançando-se a possibilidade de verificar quais foram os tópicos que geraram maior dificuldade para o entendimento dos alunos e os conteúdos que foram bem compreendidos pelo estudante, pois, só assim, pode-se confirmar o conhecimento adquirido e auxiliar os demais discentes que apresentaram algumas dúvidas.

Este produto é bastante conhecido no sistema prisional como “Fubica”, mas seu nome técnico é Ludo, por isso o jogo ficou batizado como Ludo Físico. Aplicamos o produto na educação carcerária com a turma do EJA - ensino médio da Escola Estadual de Educação Básica

Professor Educador Paulo Jorge dos Santos Rodrigues. O jogo LF foi desenvolvido pelo programa <https://expo.dev/> e suas etapas de construção.

5.2 COMO ADICIONAR OU ALTERAR PERGUNTAS NO LUDO FÍSICO

Para gerar uma nova versão do jogo com um novo conjunto de perguntas, é preciso apenas preparar o novo conjunto de perguntas. E para facilitar para profissionais que não são da área de informática, a base de dados de perguntas pode ser registrada em uma planilha, seguindo a estrutura apresentada na figura 19, a seguir.

Figura 19 - Quadro de seqüência das perguntas

PERGUNTA	ALTERNATIVA 1	ALTERNATIVA 2	ALTERNATIVA 3	ALTERNATIVA 4	ALTERNATIVA 5	RESPOSTA	EXPLICAÇÃO DA ALTERNATIVA CORRETA
1 Quem é o professor de física que criou o Ludo Físico?	Einstein	Ailton	Newton	Marie	Galileu	Ailton	
2 Qual das alternativas a seguir é uma desvantagem da Alta poluição	Disponível em toc	Baixo custo opera	Fornecimento não	NDA	Fornecimento	A energia renovável geral	
3 Uma célula solar é um dispositivo elétrico que converte Efeito fotovoltaico	Efeito químico	Efeito atmosférico	Efeito físico	Efeito térmico	Efeito fotovolt	O efeito fotovoltaico foi de	
4 Na energia hidrelétrica, o que é necessário para a prox Barragens cheias	Grande quantidade	Luz solar intensa	Energia nuclear	Energia solar	Barragens ch	Barragens são usadas pa	
5 A composição principal do biogás é	Metano	Dióxido de carbon	Nitrogênio	Hidrogênio	Mergúrio	Metano	O biogás é um dos tipos c
6 A composição primária do carvão é	Nitrogênio	Carbono	Oxigênio	Hidrogênio	Enxofre	Carbono	O carvão é um combustiv
7 Qual das seguintes energias não renováveis não é cla	Nuclear	Petróleo	Carvão mineral	Gás natural	Xisto betuminoso	Nuclear	A energia nuclear não é u
8 Que tipo de energia o pássaro voador possui?	Energia potencial	Energia cinética	Energia elástica	Ambas as energia	Energia Elástica	Ambas as eni	Um pássaro voador possi
9 Quando uma mola é comprimida ou esticada, a energi	Diminui	Permanece conste	Aumenta	Torna-se zero	NDA	Aumenta	A energia potencial de urr
10 O que acontece com a energia potencial quando um pi	A energia potenc	A energia potenc	A energia potenc	A energia potenc	NDA	A energia pot	A energia potencial dimin
11 Em uma usina térmica, o carvão é usado para a geraç	Energia térmica ->	Energia térmica ->	Energia mecânica	Energia elétrica ->	Energia eólica ->	Energia térm	A energia térmica produzi
12 Como a energia hidrelétrica desempenha um papel im	Mostra a quantida	Fornece quantid	Fornece energia a	A produção de eni	Mostrar que a qua	Fornece ener	No desenvolvimento de u
13 Que tipo de energia a chuva retém em relação aos oce	Energia potencial	Energia cinemátic	Energia elétrica	Energia de movim	Energia Elástica	Energia poter	A chuva que cai na superl
14 De que depende a geração de energia hidrelétrica?	Quantidade de ági	Capacidade da tur	Altura da carga	Capacidade de ari	Quantidade do ver	Quantidade d	A geração de energia dep
15 De que depende a quantidade de água disponível no li	Temperatura no lo	Umidade no local	Vegetação da área	Ciclo hidrológico d	Área aberta	Ciclo hidrológ	A quantidade de água dis
16 A evaporação da água das superfícies e sua precipitaç	Ciência	Infiltração	Ciclo hidrológico	Vegetação	Montanhas	Vegetação	É a ciência que trata da p
17 Qual é o requisito básico de uma usina hidrelétrica?	Reservatório	Turbina	Casa de forca	Conduta forçada	NDA	Reservatório	O requisito básico de um

Fonte: elaborada pelo autor (2022).

Essa planilha é como uma tabela, onde tem a pergunta, os textos de cinco alternativas, o texto da alternativa correta (resposta) e a explicação (quando houver) do porquê aquela resposta é a correta. Deve-se exportar essa tabela usando o formato TSV (convencionado como “Perguntas.tsv”).

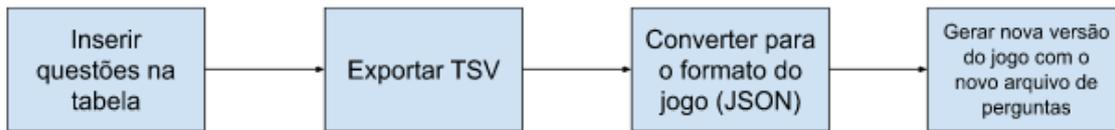
Em seguida, pode-se então utilizar o arquivo TSV com um script (convert.js) desenvolvido no próprio projeto que gera o arquivo com essas perguntas no formato JSON, que será carregado e manipulado pelo jogo para sortear as perguntas a serem feitas e verificar se o jogador fez a escolha da resposta correta, além de exibir, quando houver, a explicação demonstrada na figura 20:

Figura 20 - Estrutura da tela de perguntas

```
[
  {
    "question": "Quem é o professor de física que criou o Ludo Físico?",
    "options": [
      "Einstein",
      "Ailton",
      "Newton",
      "Marie",
      "Galileu"
    ],
    "answer": "Ailton"
  },
  {
    "question": "Qual das alternativas a seguir é uma desvantagem da energia renovável?",
    "options": [
      "Alta poluição",
      "Disponível apenas em alguns lugares",
      "Alto custo operacional",
      "Fornecimento não confiável",
      "NDA"
    ],
    "answer": "Fornecimento não confiável"
  },
  {
    "question": "Uma célula solar é um dispositivo elétrico que converte a energia da luz diretamente em
    eletricidade pelo _____",
    "options": [
      "Efeito fotovoltaico",
      "Efeito químico",
      "Efeito atmosférico",
      "Efeito físico",
      "Efeito térmico"
    ],
    "answer": "Efeito fotovoltaico"
  },
  ...
]
```

Fonte: dados da pesquisa (2022).

O arquivo JSON deve ter o nome “questions.json” e ser colocado na pasta “assets” do projeto, ou ser inserido temporariamente no jogo através do botão CARREGAR PERGUNTAS (na versão *on-line*). Com a compilação do jogo, em seguida é gerada a versão do jogo contendo o novo conjunto de perguntas. O fluxo abaixo (figura 21) resume o funcionamento dessa abordagem.

Figura 21 – Fluxograma do funcionamento da abordagem

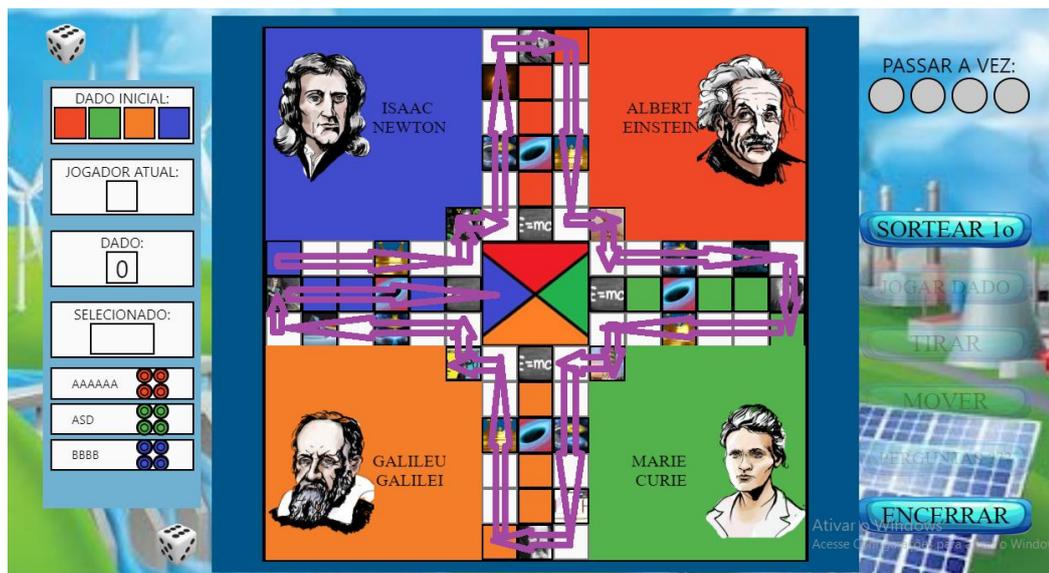
Fonte: elaborada pelo autor (2021).

Sempre que houver novas perguntas, é só repetir esse procedimento.

5.3 PREPARANDO O JOGO LUDO FÍSICO - REGRAS

5.3.1 Objetivo do jogo

O objetivo principal é percorrer todo o trajeto do tabuleiro no sentido horário e conseguir colocar todos os peões na casa central, como demonstrado na figura 22.

Figura 22 – Percurso a ser seguido pelo peão

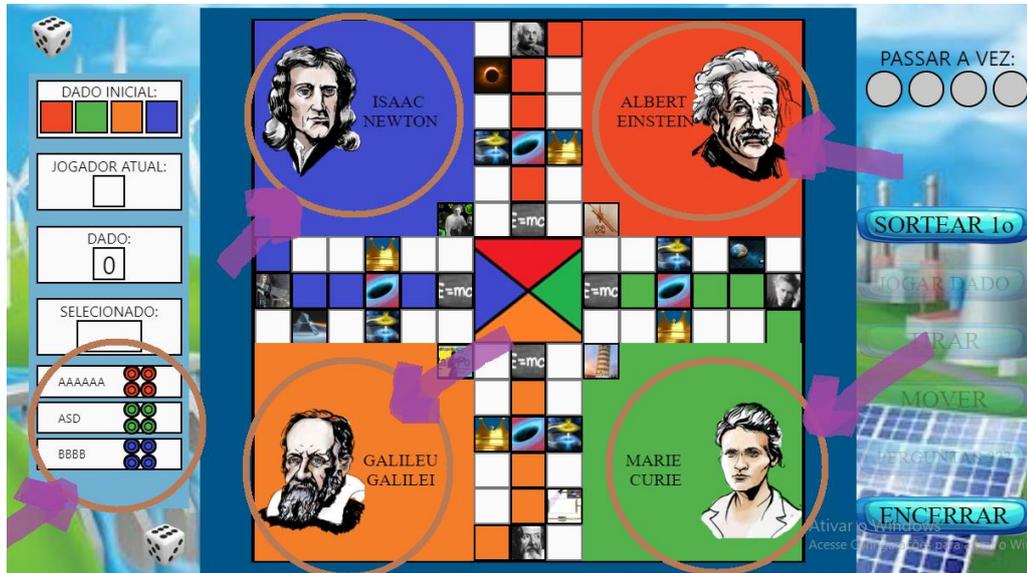
Fonte: elaborada pelo autor (2022).

5.3.2 Compreendendo a terminologia do jogo

Cada jogador ou equipe escolhe um físico com sua respectiva cor, que o representará, e terá um controle sobre quatro peões. O LF requer usar um par de dados. O jogo começa com os peões em suas respectivas casas (físicos com suas cores; figura 23). As casas e/ou físicos com suas cores são os quadrados grandes e coloridos em cada canto. A casa central é o quadrado que fica no meio do tabuleiro. O jogo tem o total de 80 quadrados (incluindo a casa central) que formam o percurso que cada peão tem que fazer até chegar no centro do tabuleiro, pois o

objetivo do jogo é colocar todos os quatro peões no centro desse tabuleiro e para que isto ocorra será preciso dar uma volta completa até que seu peão fique correspondente à entrada da casa de sua cor ou equivalente a cada físico.

Figura 23 – Cores com seus respectivos físicos



Fonte: elaborada pelo autor (2022).

5.3.3 Montando o seu grupo

O LF pode ser jogado com no mínimo duas e no máximo quatro pessoas ou cada quadrado grande com seus respectivos físicos representando uma equipe. Cada jogador deve escolher uma cor entre as quatro disponíveis, que será a cor da casa e dos peões, como mostrado na figura acima.

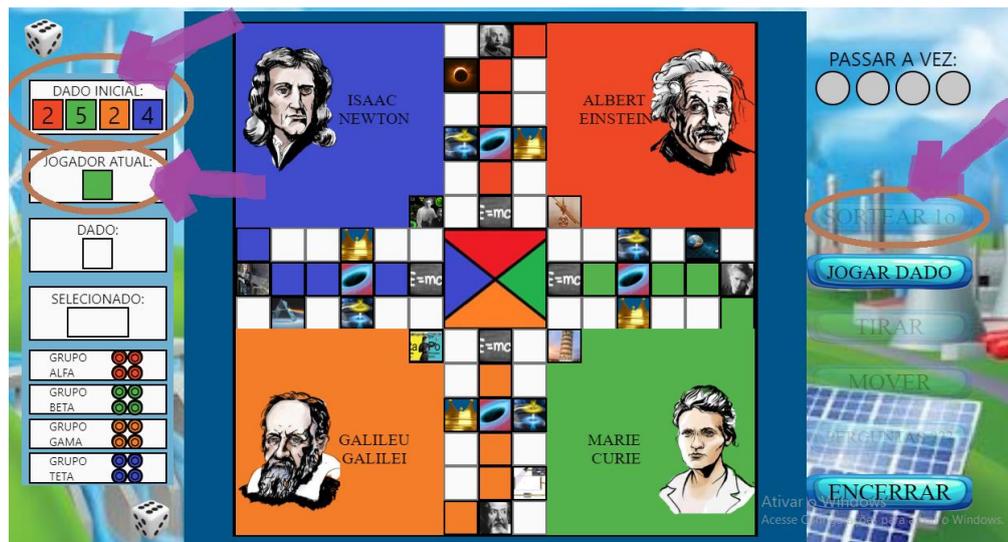
5.3.4 Preparando o tabuleiro

Já é automática a organização do tabuleiro, pois isso só ocorre depois que cada equipe tiver escolhido uma cor. O próprio sistema já deixa organizados todos os peões daquela cor. Mesmo que sejam apenas duas pessoas e/ou duas equipes jogando e cada uma já tenha escolhido a cor que irá representá-las, o sistema já organiza as peças no tabuleiro automaticamente. Depois, é só começar.

5.3.5 Decidindo quem vai começar

É preciso clicar nos dados para determinar quem será a primeira equipe a jogar (figura 24). Quem conseguir o maior número começa. A ordem dos jogadores deve seguir em sentido horário a partir do primeiro jogador.

Figura 24 – Definição de qual grupo começará o jogo



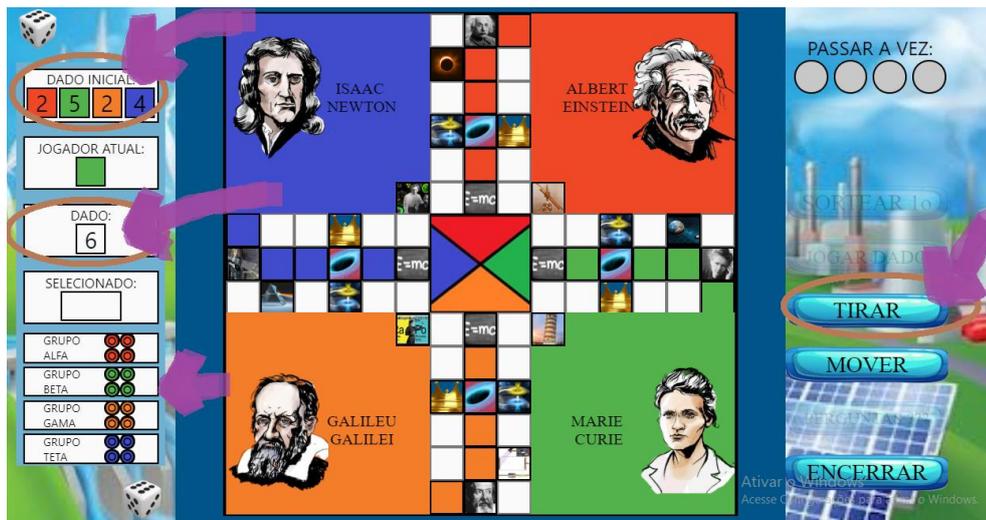
Fonte: elaborada pelo autor (2022).

5.3.6 Jogando Ludo Físico

5.3.6.1 Começando o jogo

A equipe que conseguir tirar o maior ponto nos dados começa o jogo (figura 25). No entanto, para retirar o peão, as equipes devem conseguir no dado o número um ou seis, que vai “ativar” o peão para jogo na casa inicial (tirar peão). Se a pessoa e/ou a equipe não conseguir o número um ou seis durante o jogo do dado, passa para próxima pessoa e/ou equipe do jogo tentar sua sorte. Os números um e seis permitem que o peão entre na casa inicial.

Figura 25 – Sorteio do dado saindo os números 1 ou 6 (clique em tirar)

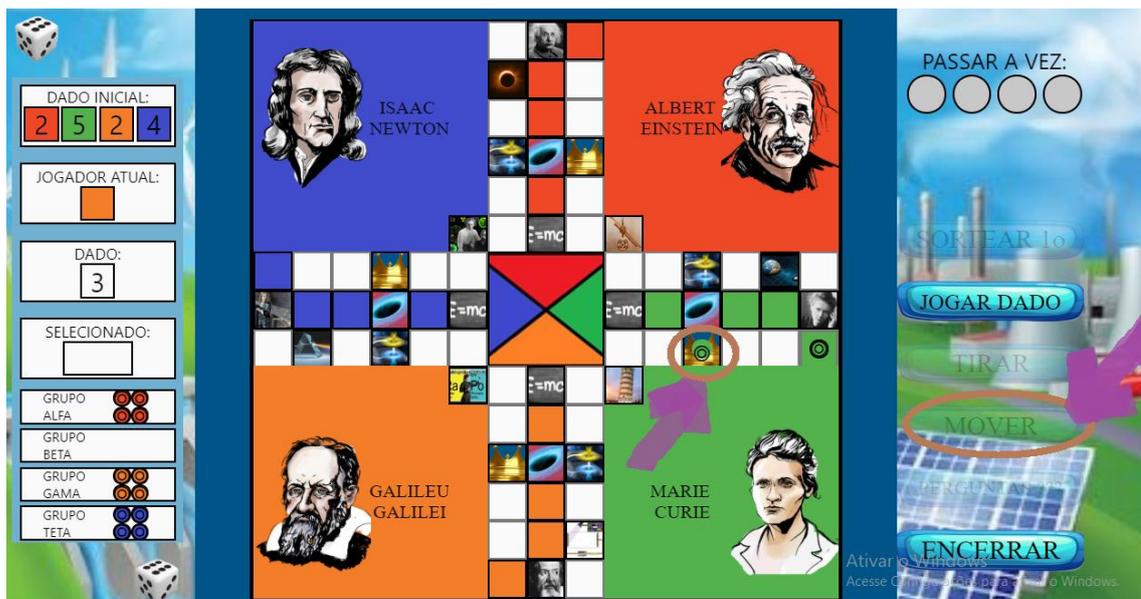


Fonte: elaborada pelo autor (2022).

5.3.6.2 Seguindo com a jogada

Quando um jogador conseguir qualquer um dos números (um ou seis), ele deve jogar o dado novamente para mover o peão. Então, escolhe-se qual peão se quer mover; feito isso, é só apertar o botão mover, que automaticamente o peão se moverá e assim sucessivamente (figura 26).

Figura 26 – O peão verde sendo movido



Fonte: elaborada pelo autor (2022).

5.3.6.3 Entendendo a regra dos números um ou seis

Quando uma equipe tira um ou seis nos dados, ela pode tirar um peão para a casa inicial. Então, é preciso jogar o dado novamente e escolher qual peão quer mover. Se o jogador tirar um ou seis no dado, joga novamente (o jogador pode mover o primeiro peão ou já retirar o seguinte). Toda vez que no sorteio dos dados saírem os números um ou seis, o jogador ou a equipe sempre tem a vez de ficar jogando.

5.3.6.4 Captando o peão dos seus oponentes

O participante pode capturar o peão de um oponente toda vez que cair sobre um deles. O peão capturado volta para a casa inicial. Sendo assim, o jogador terá que tirar um ou seis novamente para tirá-lo da casa. Se o peão do oponente estiver na figura de uma coroa, ele se encontra protegido, não podendo ser eliminado.

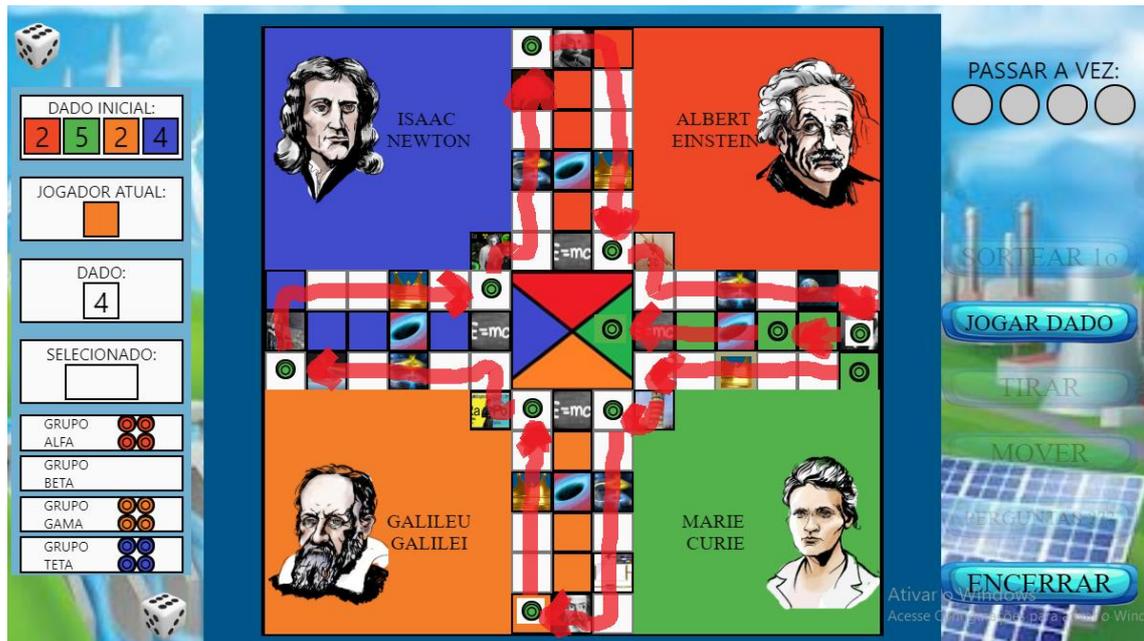
5.3.6.5 Brincando com as torres

Uma torre se forma quando dois ou mais peões da mesma cor ou de cores diferentes estão na coroa; isso não permitirá a captura de nenhum deles.

5.3.6.6 Chegando à casa central

Para colocar seus peões na casa central do tabuleiro, é necessário dar uma volta completa no tabuleiro. Cada peão deve sair sempre à direita. Depois de completar a volta, pode-se colocar o peão na casa central, que é o objetivo do jogo (figura 27).

Figura 27 – Peão verde chegando ao centro do tabuleiro



Fonte: elaborada pelo autor (2022).

5.3.6.7 Como vencer o jogo

Para ganhar o jogo, é preciso colocar todos os peões dentro da casa central antes de qualquer outra equipe. Dependendo do número sorteado no dados, há a estratégia de pular peões para chegar à casa central. No entanto, o maior trunfo do jogo é ficar atento ao sorteio nos dados e escolher o peão certo para avançar, pois a equipe pode cair em um desses itens abaixo:

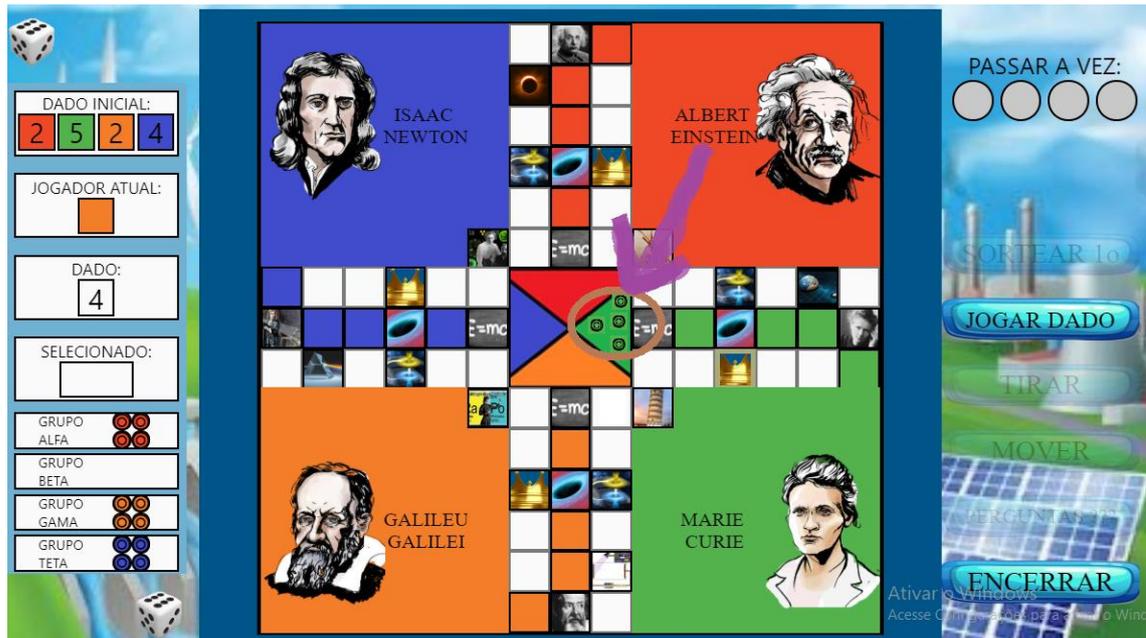
- se o peão cair na figura da coroa, o participante fica protegido;
- se cair na imagem do buraco negro, volta 13 casas;
- se o peão cair na imagem do teletransporte, avança duas casas;
- se o peão cair em qualquer uma das outras imagens (com exceção das imagens coroa, buraco negro e o teletransporte), a equipe terá que responder a uma pergunta;
- caso a resposta seja correta, permanece na casa e no jogo;
- se for resposta errada, fica uma rodada sem jogar, mas permanece na mesma casa.

O bom do jogo é ter sempre a melhor estratégia para não deixar o peão adversário avançar.

5.3.6.8 O vencedor

Vence a primeira equipe que levar seus quatro peões ao ponto de chegada da sua cor (casa central do tabuleiro; figura 28). Caso o tempo de cada aula termine, o vencedor será o grupo que obtiver o maior número de peões na casa central.

Figura 28 – Todos os peões no centro do tabuleiro (equipe vencedora)



Fonte: elaborada pelo autor (2022).

6 METODOLOGIA

O método usado na pesquisa que resultou nesta dissertação foi o qualitativo com uma estratégia de ensino-aprendizagem, de maneira interativa e cooperativa para a educação carcerária com tema Energia, de caráter mais produtivo, divertido e atrativo. Este trabalho teve como tática principal um olhar diferenciado no ensino de educação carcerária no estado de Alagoas, visando mostrar a percepção da realidade dos reeducandos numa modalidade dinâmica em sala de aula na utilização de *notebook* e *datashow* para o desenvolvimento do jogo LF, com vistas a colaborar expressivamente no processo de ensino-aprendizagem dos alunos privados de liberdades.

6.1 PÚBLICO-ALVO DA EDUCAÇÃO CARCERÁRIA

Reeducandos privados de liberdades participaram da pesquisa aplicada no pré-teste, pós-teste, aplicação do produto educacional, questionário final, questionário de avaliação do jogo LF e um experimento de baixo custo para a produção de energia elétrica com placa solar.

Os alunos pertencem a uma educação de cárcere privado na modalidade EJA numa faixa etária entre 18 e 65 anos. Esses participantes são reeducandos matriculados na Escola Estadual de Educação Básica Professor Educador Paulo Jorge dos Santos Rodrigues, que fica localizada na rua Valter José Ferro Lima Filho, Antares, Maceió - AL, CEP 57.083-410. No entanto, como há um baixo efetivo de policiais penais para acompanharem o transporte deles até a escola, são os professores que se deslocam até o sistema prisional, onde as aulas são ministradas. O órgão responsável pela sua administração é a Secretaria de Estado de Ressocialização e Inclusão Social no Estado de Alagoas (SERIS).

6.2 SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Nesta seção, demonstraremos o método utilizado numa sequência didática referente à aplicação do produto educacional (Jogo LF), do curso Mestrado Nacional Profissional no Ensino de Física (MNPEF), organizado pela Sociedade Brasileira de Física (SBF), referente ao polo 36, que corresponde à Universidade Federal de Alagoas (UFAL).

Antes de desfrutarmos do produto educacional, o primeiro momento foi uma aplicação de um pré-teste aos alunos encarcerados para verificar o grau de conhecimento da turma sobre energia e suas transformações. Já o pós-teste foi aplicado aproximadamente num intervalo de

sete dias após o contato dos participantes com o tema Energia para avaliar seu grau de eficácia quanto aos assuntos estudados em sala de aula.

Todos os testes (pré e o pós) foram aplicados em sala de aula com um intervalo de aproximadamente vinte e cinco minutos para sua resolução, como mostra a figura 29. Cada teste (pré e pós) contém no máximo cinco perguntas e sua descrição mais detalhada encontra-se nos Apêndices A e B, juntamente com o termo de autorização de uso de imagem no Apêndice F.

Figura 29 – Aplicação do pré-teste



Fonte: elaborada pelo autor (2022).

No segundo encontro, iniciamos com um questionamento sobre o conceito de energia e suas transformações, onde realizamos debates sobre a complexidade e o quão abstrata é a definição de energia em um conhecimento prévio com os discentes aprisionados (quadro 8). Foi constatado que alguns reeducandos tinham uma vaga ideia do que é energia, e, a partir desse ponto, foi introduzido o conceito de energia para que os participantes estivessem aptos em seus questionamentos sobre o tema abordado (ver figura 30).

Quadro 8 – Respostas do pré-teste (1)

Questionário pré-teste	
1 – Com suas próprias palavras defina Energia.	<i>Aluno A: Energia é tudo que requer movimento de força.</i>
	<i>Aluno B: Corrente elétrica formada por polos positivos e negativos, sistema que alimenta eletrodomésticos usados no dia a dia das pessoas.</i>
	<i>Aluno C: Tudo que sai de um ponto para outro.</i>

Fonte: dados da pesquisa (2022).

Figura 30 – Explicando o conceito de Energia

Fonte: elaborada pelo autor (2022).

Por outro lado, obtivemos uma quantidade esperada que não sabia responder a essa pergunta (ver quadro 9), fazendo com que avançássemos nos tópicos, expondo as outras fontes de energia sucessivamente.

Quadro 9 – Respostas do pré-teste (2)

Questionário pré-teste	
1 – Com suas próprias palavras defina Energia.	<i>Aluno D: não sei</i>
	<i>Aluno E: não lembro</i>
	<i>Aluno F: não lembro</i>
	<i>Aluno G: não sei</i>
	<i>Aluno H: não sei</i>

Fonte: dados da pesquisa (2022).

Já no terceiro momento (ver figura 31), abordamos os tipos de energia, como a hidroelétrica, eólica, solar e qual dessas fontes o Brasil mais usa. Foi uma aula bastante produtiva e participativa por todos os alunos.

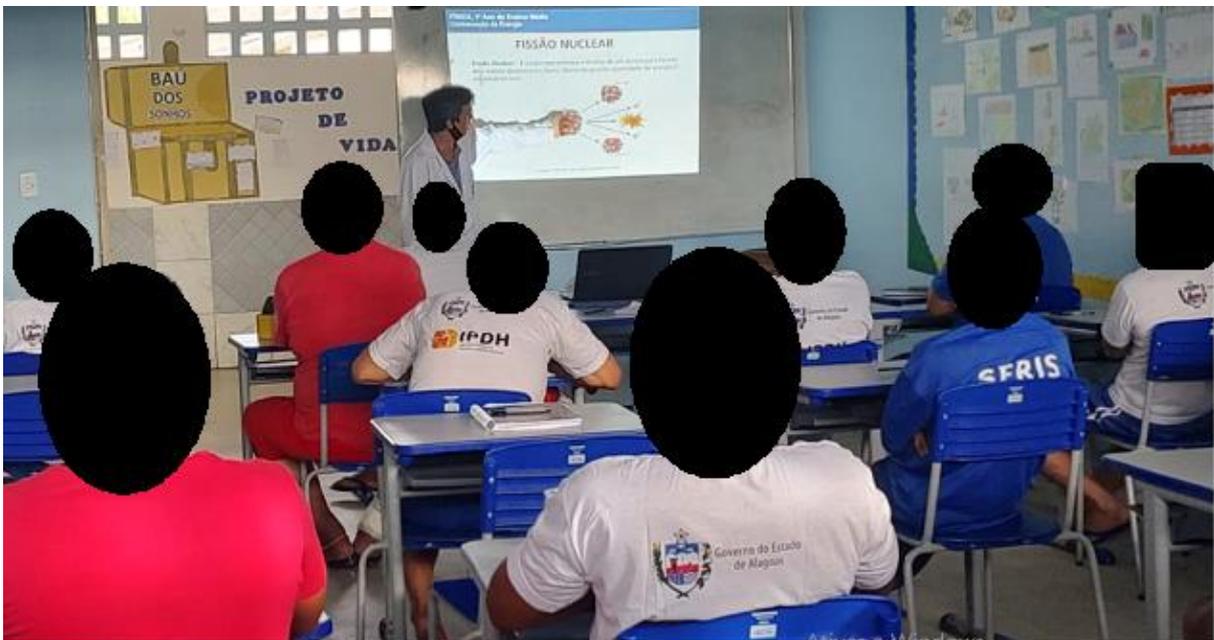
Figura 31 – Explicação sobre os tipos de energia



Fonte: elaborada pelo autor (2022).

No quarto encontro (figura 32), continuamos com os tipos de energia, como a biomassa, maremotriz e nuclear. Esta última fonte foi referente à energia não renovável, que gerou bastante entusiasmo entre os reeducandos.

Figura 32 – Explicação sobre fonte de energia não renovável



Fonte: elaborada pelo autor (2022).

Na quinta aula, estudamos outros tipos de energia, como a cinética, a potencial gravitacional e a mecânica, que também é aplicada no jogo LF. Foi mostrado que na área de ciências exatas e suas tecnologias é preciso de um formalismo matemático que é de suma

importância para se compreender qual das expressões matemáticas deve-se usar nas resoluções de questões e como se enxerga essas energias no cotidiano (figura 33).

Figura 33 – Explicação sobre outros tipos de energia (cinética, potencial gravitacional e mecânica)



Fonte: elaboradas pelo autor (2022).

No penúltimo encontro, que se tratou da sexta aula, finalizamos os tipos de energia como a energia potencial elástica e foi mencionada sua importância para compreendermos onde e quando devemos usar sua expressão matemática, tanto nas resoluções de questões quanto como elas são empregadas no cotidiano; além disso, o pós-teste e um questionário final foram aplicados nas turmas (figuras 34, 35 e 36).

Figura 34 – Tipos de energia potencial elástica (Baldomero Cavalcanti)



Fonte: elaborada pelo autor (2022).

Figura 35 – Aplicação dos questionários do pós-teste e do questionário final no Núcleo Ressocializador



Fonte: elaborada pelo autor (2022).

Figura 36 – Aplicação dos questionários do pós-teste e o questionário final



Fonte: elaborada pelo autor (2022).

Por fim, o encontro final, com a oitava aula, na qual foi aplicado o questionário para a coleta da opinião dos participantes sobre o produto educacional. O questionário era composto por 11 questões de múltipla escolha com uma única alternativa correta. Para desenvolver o protótipo, utilizamos *notebook*, *datashow* e as participações das quatro equipes, quando

desenvolvemos um momento de socialização, interação e cooperativada de forma socioeducativa com os discentes (figuras 37 e 38).

Figura 37 – Momento de interação, socialização e cooperação



Fonte: elaborada pelo autor (2022).

Figura 38 – Momento de interação, socialização e cooperação



Fonte: elaborada pelo autor (2022).

Durante a organização das equipes, um policial penal apareceu, como se vê na figura 38 acima (tem uma seta vermelha indicando), para saber o motivo deles se agruparem. Nesse momento, foi necessário parar a aula por cinco minutos e explicar para o agente o que estava ocorrendo, quando então o processo foi retomado, finalizando a brincadeira em 45 minutos de diversão e descontração. Após essa experiência, os aprisionados pediram mais aulas dessa modalidade, como mostram os recortes de algumas respostas no quadro 10.

Quadro 10 – Demonstração de satisfação em algumas respostas

Satisfação de alguns reeducandos	
3. Você acha que o uso do jogo LF torna a aula de Física mais interessante? Justifique sua resposta.	<i>Aluno I: Sim, porque foi algo inovador. E, como não temos acesso a materiais dentro do modulo, estudar de forma divertida através do jogo nos desperta cada vez mais a vontade de aprender.</i>
	<i>Aluno J: Sim, por ser uma inovação poderia ter mais aula assim.</i>

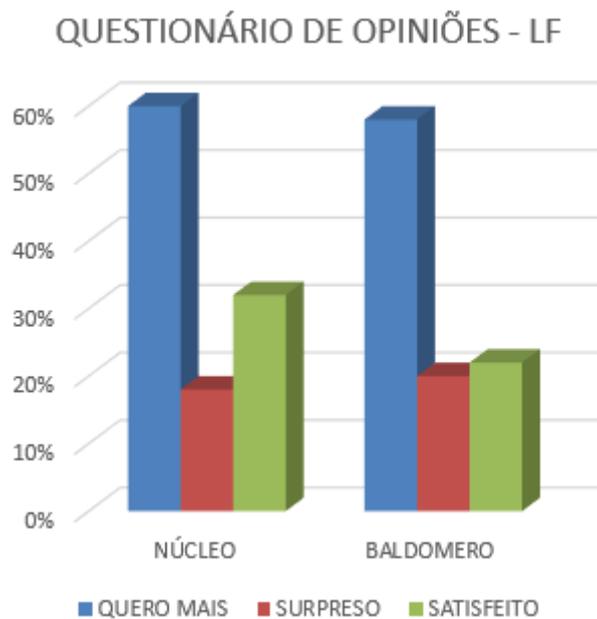
Fonte: dados da pesquisa (2022).

7 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nesta seção, mostraremos os resultados obtidos pela pesquisa realizada com os alunos aprisionados das turmas do EJA - ensino médio da Escola Estadual de Educação Básica Professor Educador Paulo Jorge dos Santos Rodrigues, no ano de 2022. Foi aplicado um questionário de opinião para saber o grau de satisfação dos alunos aprisionados em relação ao jogo LF, num total 45 reeducandos (os demais conseguiram o Alvará de Soltura), que compõem o nosso público-alvo.

Foi reservado um tempo entre 10 e 15 minutos para o preenchimento desse questionário de opinião composto por oito perguntas, no qual, por motivo de segurança, só foi permitido colocar as iniciais do nome do participante, sendo opcional, entretanto. Das oito perguntas, seis eram abertas e duas objetivas. Na primeira pergunta, que se refere à motivação do reeducando em jogar o LF, 50% se disseram satisfeitos, 15% se mostraram surpresos e 35% assinalaram “mais satisfeito”, como mostra o gráfico 8. Sendo assim, adiantamos a oitava pergunta, que era objetiva, onde tivemos um total de 60% dos reeducandos concordando que o jogo LF facilita a compreensão do ensino-aprendizagem na área de Física.

Gráfico 8 – Quantidade da motivação – LF (%)



Fonte: dados da pesquisa (2022).

As perguntas 2, 3, 4, 5, 6 e 7 foram questões abertas para termos melhor desempenho dos aprisionados em expor seus conhecimentos do que se compreendeu do LF. Do total de

questionários, obtivemos um percentual variando entre 59% e 65% de satisfação com o jogo LF, como mostram os quadros 11 e 12, abaixo.

Quadro 11 - Questionário de opinião respondido por um reeducando (1)

Respostas do aluno K	
2. Você acha que o jogo LF pode ser utilizado como recurso de ensino? Justifique sua resposta.	<i>Sim, o jogo ele traz um conceito adequável por conta do socioemocional e a interatividade que mal temos com o próximo.</i>
3. Você acha que o uso do jogo LF torna a aula de Física mais interessante? Justifique sua resposta.	<i>Sim, porque foi algo inovador e, estudar de forma divertida através do jogo nos desperta cada vez mais a vontade de aprender.</i>
4. Descreva os pontos positivos e negativos do jogo LF que foi aplicado em nossas aulas de Física.	<i>Positivo é que quando podemos ter uma aula nessa modalidade é prazeroso o estudo; Negativo é que o sistema não permite a entrada de materiais preciso para essa modalidade de aula e, isso é triste.</i>
5. As aulas de física sobre o tema energia foram marcadas por conversas entre o professor-alunos e as equipes-professor. O que você achou desse método de ensino, onde a aula é mais dialógica, ou seja, uma aula em que o aluno pode pensar refletir, e opinar?	<i>Bom, porque dessa forma, traz uma certeza de que realmente o docente tem aptidão de ensinar e os alunos de aprender cada vez mais, uma vez que o ensino é para pessoas privadas de liberdade.</i>
6. O professor usou questionários (Pré-teste e Pós teste), Slide com diferentes temas com o foco em ENERGIA, experimentos de baixo custo para produção de energia entre outros para avaliar seus alunos. O que você achou desse método de avaliação?	<i>Ótimo! Assim podemos nos conscientizar mais sobre o uso da energia.</i>
7. Uma das maiores preocupações atuais dos professores de física, é fazer com que os conteúdos tenham significados na vida dos estudantes, ou seja, ver que a física é aplicada a todo o momento em seu cotidiano. O que você achou sobre a importância de se estudar o tema energia e as formas de como ela é transformada?	<i>Ótimo! Pois aprender sobre cada tipo de energia nos traz sabedoria de como lidar com cada uma delas.</i>

Fonte: dados da pesquisa (2022).

Quadro 12 – Questionário de opinião respondido por um reeducando (2)

Respostas do aluno L	
2. Você acha que o jogo LF pode ser utilizado como recurso de ensino? Justifique sua resposta.	<i>Sim, mais com pouco aprendizado.</i>
3. Você acha que o uso do jogo LF torna a aula de Física mais interessante? Justifique sua resposta.	<i>Sim, mais a aula na pratica no ensino escrita é explicado com mais tempo de aula e nos seria mais útil e prazeroso.</i>
4. Descreva os pontos positivos e negativos do jogo LF que foi aplicado em nossas aulas de Física.	<i>Positivo porque torna a aula divertida; Negativo porque toma tempo da materia em si.</i>
5. As aulas de física sobre o tema energia foram marcadas por conversas entre o professor-alunos e as equipes-professor. O que você achou desse método de ensino, onde a aula é mais dialógica, ou seja, uma aula em que o aluno pode pensar refletir, e opinar?	<i>Ótimo, porque com atenção do aluno na explicação do professor te deixa mais envolvido.</i>
6. O professor usou questionários (Pré-teste e Pós teste), Slide com diferentes temas com o foco em ENERGIA, experimentos de baixo custo para produção de energia entre outros para avaliar seus alunos. O que você achou desse método de avaliação?	<i>Ótimo! Porque usou todo os materiais e, foi muito bom, pois complementou o ensino da teoria.</i>
7. Uma das maiores preocupações atuais dos professores de física, é fazer com que os conteúdos tenham significados na vida dos estudantes, ou seja, ver que a física é aplicada a todo o momento em seu cotidiano. O que você achou sobre a importância de se estudar o tema energia e as formas de como ela é transformada?	<i>Muito interessante e importante, pois nos mostrou os meios de saber quais as formas de energia existentes.</i>

Fonte: dados da pesquisa (2022).

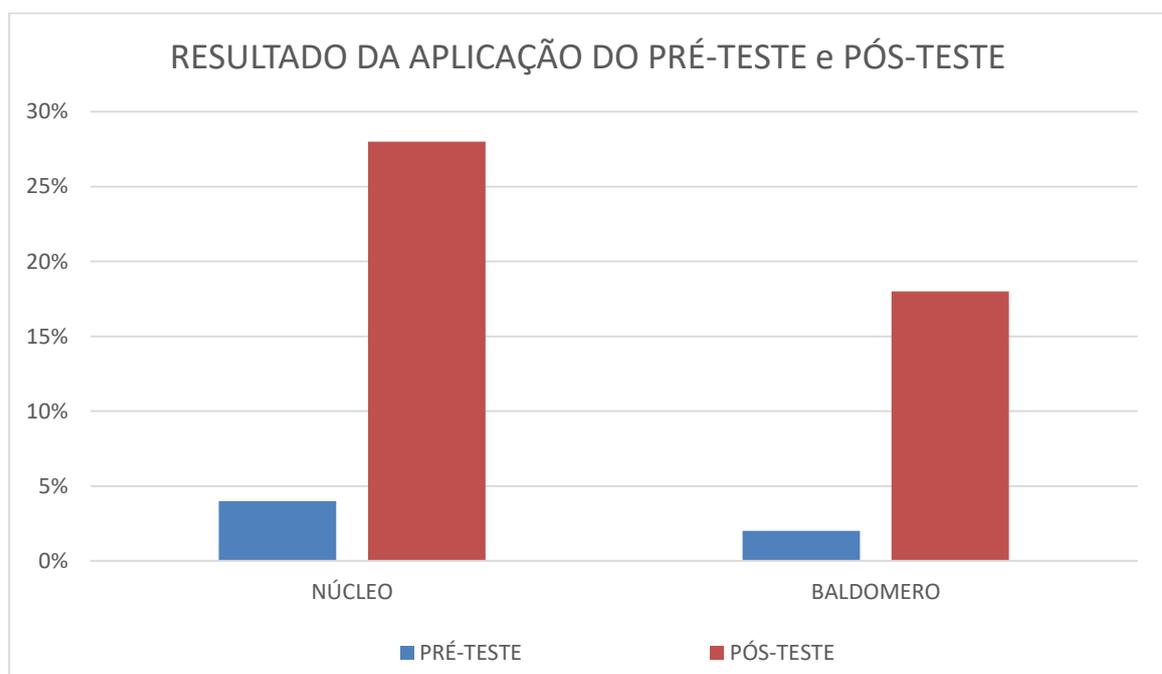
Constatamos, a partir das respostas às perguntas 2, 3, 4, 5, 6 e 7 de alguns dos alunos encarcerados, que a teoria de aprendizagem significativa de David Ausubel foi comprovada por termos valorizado os conhecimentos prévios dos reeducandos durante nossos encontros de

Física. Fizemos isso por meio de debates, rodas de conversas sobre os conceitos abordados de maneira que compartilhamos novas informações, de modo a relacionar com os subsunçores de Ausubel para que os reeducandos atribuíssem significados aos temas abordados sobre energia, como também o socioemocional e o social de Vygotsky de forma clara e bem objetiva por meio da diversão conectada ao jogo Ludo Físico.

Conseguimos com esse trabalho instigar os encarcerados a estabelecer relações entre os conceitos relacionados de forma gradual. Em suas colocações, os reeducandos deixam claro, na questão 4, sobre o ponto negativo, como o aluno K, quando diz que: *o sistema não permite a entrada de materiais*. Já o aluno L, do quadro 11, diz que: *porque toma o tempo da matéria em si*. Percebemos em suas colocações que ainda há alunos que preferem a modalidade antiga, apenas livros, quadro e giz. No entanto, o mesmo reeducado questionou o motivo de pouco tempo, pois a cada encontro nosso com cada conteúdo estudado sempre foi reservado um intervalo de 30 minutos para que se usasse o produto educacional Ludo Físico.

Apesar desse questionamento do reeducando, isso mostra que o uso das tecnologias da informação e comunicação (TICs) é fundamental no ensino. Já na pergunta 6, pedimos a opinião sobre o método de avaliação por meio de pré-teste e pós-teste. O intuito foi comparar o desempenho das duas unidades prisionais, tendo o Núcleo vantagem ante o Baldomero, como mostra o gráfico 9.

Gráfico 9 – Comparação do desempenho do ensino de cada unidade



Fonte: dados da pesquisa (2022).

Como podemos ver no gráfico 9, as duas unidades prisionais tiveram um resultado com diferença de 10% no desempenho entre as unidades. Essa diferença ocorreu porque na unidade Baldomero os discentes aprisionados não têm a permissão de levar o material de estudo para seus alojamentos e/ou módulos. Fato esse que ocorre pelas normas do sistema para manter a segurança dos carcerários; com isso, o rendimento foi de 18%. Já na unidade do Núcleo Ressocializador, os alunos encarcerados têm mais vantagens, pois nessa unidade os alunos podem levar o material para o alojamento e ter um desempenho maior nos estudos; nesse caso, o rendimento foi de 28% no desempenho do ensino-aprendizagem.

O mesmo ocorreu no questionário final aplicado aos reeducandos, com um total de 11 perguntas de múltipla escolha e cuja diferença foi de 7% entre as unidades prisionais, como mostra o gráfico 10.

Gráfico 10 – Questionário final aplicado nas duas unidades



Fonte: dados da pesquisa (2022).

De acordo com gráfico 10, percebemos que o nível de ensino surtiu um efeito de quase a metade do total no Núcleo Ressocializador. Comparando o resultado do pré e do pós-teste com o questionário final, o Baldomero teve um rendimento de 18% nos testes; já no teste final, ficou com 38%. Com essa diferença nos testes, verificamos que na unidade Baldomero os reeducandos tiveram um avanço em torno de 20%, resultado este obtido pela diferença desses testes.

Mesmo assim, os aprisionados do Baldomero precisam avançar no aprendizado. Isso mostra que os encarcerados dessa unidade têm dificuldade para avançar no ensino. O fato que traz essa dificuldade é a ausência do material para ler e/ou estudar em seu alojamento, dificultando assim o ensino-aprendizagem do reeducando.

No decorrer das aulas, com uso o jogo LF em um intervalo de 30 minutos, percebe-se que durante a brincadeira os discentes aprisionados tiveram uma evolução, com um percentual de 48% para o Baldomero e 54% para o Núcleo. Esse fato traz um bom efeito de desempenho.

Por fim, no último encontro a aplicação do produto educacional nas duas unidades teve duração de 50 minutos, além de mais 10 minutos para responderem ao questionário de opinião. Assim, nesse encontro, jogo o LF foi composto por mais de 40 perguntas de múltiplas escolhas envolvendo todas as modalidades de energias e suas transformações, como mostram as figuras 39 e 40.

Figura 39 – Aplicação final do produto educacional nas unidades carcerárias (1)



Fonte: elaborada pelo autor (2022).

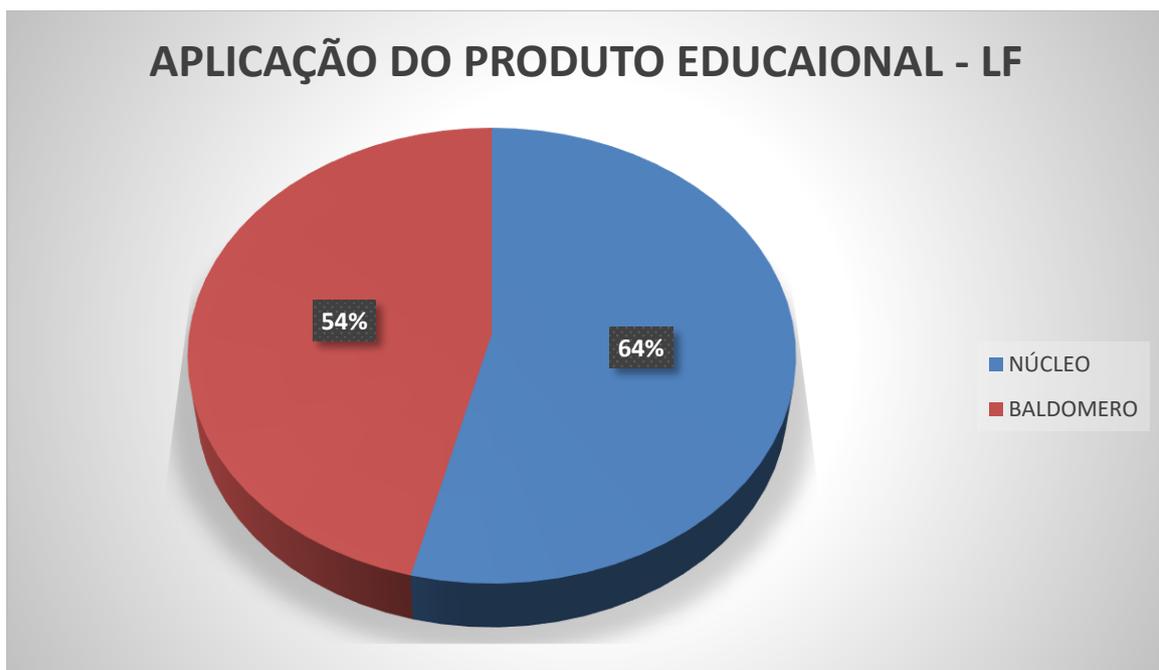
Figura 40 – Aplicação final do produto educacional nas unidades carcerárias (2)



Fonte: elaborada pelo autor (2021).

Nesse último encontro, os resultados obtidos foram melhor do que o previsto, pois ambas as unidades tiveram seus percentuais aumentados apesar das dificuldades dos encarcerados da unidade do Baldomero. O avanço foi de 54% no Baldomero e de 64% na unidade do Núcleo Ressocializador, como mostra o gráfico 11.

Gráfico 11 – Aplicação do produto educacional - Jogo LF



Fonte: dados da pesquisa (2022).

Nessa última etapa, houve diversos elogios e reconhecimentos de forma verbal por parte dos reeducandos, que demonstraram muita satisfação, considerando as aulas e atividades dinâmicas, interativas, cooperativas, discursivas, com a solicitação de que se realizasse mais encontros dessa modalidade.

8 CONCLUSÃO

Mediante o desenvolvimento deste trabalho e, apesar de estarmos efetuando uma análise qualitativa diante do grande número de participantes acompanhados nos dois tipos de amostras que trabalhamos no sistema de carceragem local, tivemos que recorrer a poucas provas documentais referentes a análises quantitativas, utilizando uma categorização de desempenho ao processo de ensino-aprendizagem em cinco modalidades descritas a seguir.

A primeira refere-se ao experimento, não tendo surtido nenhum efeito desejado (2% e 4%) (pré-teste). A segunda se refere ao experimento, tendo surtido pouco efeito desejado (18% e 28%) (pós-teste). A terceira se refere ao experimento tendo surtido um efeito intermediário desejado (38% e 45%) (questionário final). A quarta se refere a que o experimento surtiu um bom efeito desejado (48% e 54%) (a utilização do jogo LF sendo usando por 30 minutos em cada encontro). A quinta refere-se a que o experimento surtiu um ótimo efeito desejado (59% e 65%) (aplicação do Jogo LF num tempo de 50 minutos mais 10 minutos para responder a um questionário de opinião).

Diante dessas cinco classes, e de acordo com a aprendizagem significativa ausubeliana, o fator isolado que mais influencia o ensino-aprendizagem é levantar inicialmente o que o aluno já sabe, o que vai ser aprendido. Isto é, se os subsunçores são adequados na mente do sujeito que aprende para que a matéria de ensino se torne potencialmente significativa para o aprendiz, assim, então, é preciso saber se uma base de elementos está adequada para que o assunto possa ser apreendido satisfatoriamente pela previsão científico-tecnológica já estabelecida.

Para atender a essa necessidade, essa categorização foi aplicada antes e depois da interação, isto é, do experimento dos dois grupos acompanhados na carceragem e os resultados mostrados antes e após a realização do experimento, que se encontram apresentados nos diagramas percentuais trazidos na estrutura da pesquisa, pois os resultados mostram que o tema trabalhado sobre energia alternativa deve ser conquistado e difundido no dia a dia.

Os grupos acompanhados mostraram não apresentar inicialmente em sua maioria subsunçores adequados para aprender sobre um tema tão relevante para a sociedade atual. Após a instrução desses adultos, apesar das peculiaridades e condições de trabalho restritiva a que estivemos submetidos, existia algum progresso, um efeito positivo satisfatório, intermediário para uma boa parte do grupo acompanhado, o que indica um efeito desejado para a continuidade deste trabalho, que pode auxiliar, através do ensino de Física, em um processo de ressocialização dessas pessoas para a sociedade.

Esse resultado também aponta para a educação escolar regular, para a qual esse experimento, em sua temática, possa mostrar um efeito satisfatório positivo muito mais desejado diante das condições de ensino que lá se verifica. A perspectiva sociointeracionista de Vygotsky também mostra ter tido um efeito desejado, mesmo diante das condições de trabalho educacional restritivas a que nós já nos referimos. Por isso, a continuidade deste trabalho está sendo desejada pela carceragem local.

Em se tratando especificamente da educação carcerária com um público com faixa etária diversa, foi possível constatar que o uso das tecnologias de informação (TICs) e comunicação facilitam o ensino-aprendizagem mesmo em um espaço com normas rígidas, como é o sistema prisional. Foi também notório que o recurso produto educacional – jogo Ludo Físico – veio a contribuir de forma satisfatória no processo de ensino nas aulas de Física, sendo apreciado pelos encarcerados, fator principal na assimilação dos conhecimentos conquistados durante o período da experimentação.

Isso nos permite afirmar que a educação carcerária pode e deve abrir espaço para que seja implantado em suas ações pedagógicas o uso das TICs, como o *notebook*, *datashow* e/ou *tablet*, para o desenvolvimento e a evolução dos discentes aprisionados. Para tanto, entendemos que o jogo Ludo Físico é uma importante estratégia para o ensino-aprendizagem de conceitos diversos, incluindo os de Física, favorecendo também a motivação, as interações professor-aluno encarcerado, aluno-aluno privado de liberdade e a descontração por meio de atividades lúdicas conectadas a diversos conceitos, como o da energia e suas transformações.

A reeducação dos detentos no estado de Alagoas é algo que exige maior preocupação voltada às políticas sociais. Refletir o papel dos educadores fora dos muros da escola, especificamente numa penitenciária, é enxergar a importância deste produto educacional, por exemplo, tendo como uma das premissas a interação social entre o homem e o meio no qual ele interage, em que consideramos o uso das tecnologias como um instrumentos culturais na realidade contemporânea.

Além disso, o discente encarcerado precisa de apoio sociocultural, em vista de que a privação da liberdade única e exclusivamente não favorece a ressocialização. Uma educação dentro do sistema penitenciário deve trabalhar com conceitos fundamentais, como família, amor, dignidade, liberdade, vida, morte, cidadania, dentre outros, pois assim o aprisionado será capaz de fazer escolhas para sua vida e, conseqüentemente, para o seu grupo social.

Por fim, a nossa dissertação de mestrado pode contribuir para o fortalecimento do uso de dispositivos móveis não só em um sistema prisional mas de forma geral, ou seja, qualquer escola pode aplicar o LF tendo o professor como um sujeito mediador e norteador para que os

discentes consigam trilhar seus caminhos no processo de ensino-aprendizagem durante os conteúdos abordados em sala de aula ou mesmo numa modalidade de EAD.

REFERÊNCIAS

AUSUBEL, David P.; NOVAK, Joseph D.; HANESIAN, Helen. **Psicologia educacional**. Tradução Eva Nick. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.

AUTOSSUSTENTÁVEL. **Você sabe como funciona a energia das ondas?**. 17 abril 2020. 1 gravura. Disponível em: <https://autossustentavel.com/2020/04/ondomotriz-energia-ondas.html>. Acesso em: 23 out. 2022.

BRASIL. **Lei de Execução Penal**. Lei nº 7.210. Congresso Nacional. Brasília, 1984.

BRASIL. **Constituição** (1988). Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília, DF: Senado Federal: Centro Gráfico, 1988.

BRASIL. **Lei n. 9.394**, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Brasília, 1996.

BRASIL. Departamento Penitenciário Nacional (Depen). **Levantamento Nacional de Informações Penitenciárias**. Julho a dezembro de 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/depen/pt-br/servicos/sisdepen>. Acesso em: 10 fev. 2022.

BRASIL ESCOLA. **Energia eólica**. 1 fotografia. Disponível em: <https://brasile scola.uol.com.br/fisica/energia-eolica.htm>. Acesso em: 25 fev. 2022.

COLE, M.; SCRIBNER, S. Introdução. *In*: VYGOTSKY, L. S. **A formação social da mente**. São Paulo: Martins Fontes, 1984.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Balanco Energético Nacional 2022**. 2022. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/balanco-energetico-nacional-2022>. Acesso em: 10 fev. 2022.

ENERGY PLUS FOTOVOLTAICO. **Como Funciona A Energia Solar Fotovoltaica**. 6 abril 2021. 1 gravura. Disponível em: <https://energyplusfotovoltaico.com.br/como-funciona-a-energia-solar-fotovoltaica/>. Acesso em: 7 fev. 2022.

ESCOLA EDUCAÇÃO. **Plano de aula: Recicláveis e não recicláveis – 1º ano do Ensino Fundamental**. 13 fevereiro 2020. 1 gravura. Disponível em: <https://escolaeducacao.com.br/plano-de-aula-reciclaveis-e-nao-reciclaveis/>. Acesso em: 7 fev. 2022.

FEYNMAN, Richard P.; LEIGHTON, Robert B.; SANDS, Matthew. **Lições de física de Feynman**: edição definitiva. Porto Alegre: Bookman, 2008.

GETTY IMAGES. **Sugar Cane Field**. 1 fotografia. Disponível em: <https://www.istockphoto.com/br/fotos/sugar-cane-field>. Acesso em: 7 fev. 2022.

GNPW GROUP. **O que é uma fazenda solar?**. 8 setembro 2020. 1 fotografia. Disponível em: <https://www.gnpw.com.br/marcos-antonio-grecco-pt/o-que-e-uma-fazenda-solar/>. Disponível em: 7 fev. 2022.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. **Fundamentos de física**. 9. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2012. v. 1.

KISHIMOTO, Tizuco M. (Org.) **Jogo, brinquedo, brincadeira e a educação**. 5. ed. São Paulo: Cortez, 2006.

LOURENÇO, Arlindo da Silva; ONOFRE, Elenice Maria Cammarosano. **O espaço da prisão e suas práticas educativas: enfoques e perspectivas contemporâneas**. São Carlos: EdUFSCar, 2011.

MACEDO, L; PETTY, A. L. S; PASSOS, N. **Os Jogos e o Lúdico na Aprendizagem escolar**. Porto Alegre: Artmed, 2005.

MOREIRA, M. A. **A teoria da aprendizagem significativa e sua implementação em sala de aula**. Brasília: Editora da UnB, 2009.

MUSEU WEG DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA. **Energia renovável: como é produzida a energia a partir da biomassa**. 24 novembro 2019. 1 gravura. Disponível em: <https://museuweg.net/blog/energia-renovavel-como-e-produzida-a-energia-a-partir-da-biomassa/>. Acesso em: 7 fev. 2022.

ORNELLAS, Antonio José. **A energia dos tempos antigos aos dias atuais**. Maceió: EDUFAL, 2006.

ORNELLAS, Antonio José. **Fundamentos pedagógicos à uma educação integrada: a satisfação em conhecer**. Maceió, [2021?]. No prelo.

PEREIRA, L. H. Pena. **Bioexpressão: a caminho de uma educação lúdica para a formação de educadores**. Rio de Janeiro: Mauad X; Bapera, 2005.

PETRO NOTÍCIAS. **Prorrogação de concessão da usina de Jaguará é negada**. 23 agosto 2013. 1 fotografia. Disponível em: <https://petronoticias.com.br/tag/usina-de-jaguara/>. Acesso em: 7 fev. 2022.

PORTAL ENERGIA.COM. **Fontes de energia: Tudo sobre energias renováveis**. 1 gravura. Disponível em: <https://br.pinterest.com/pin/380624605997422341/>. Acesso em: 7 fev. 2022.

PREPARA ENEM. **Força elástica**. 1 gravura. Disponível em: <https://www.preparaenem.com/fisica/forca-elastica.htm>. Acesso em: 7 fev. 2022.

QUANTA. **Hidrelétrica: conheça esse sistema**. 8 janeiro 2021. 1 gravura. Disponível em: <https://quantageracao.com.br/hidreletrica-conheca-esse-sistema/>. Acesso em: 7 fev. 2022.

SANTOS, Jorge (Ascom Seris). **O sistema prisional que dá certo: Núcleo Ressocializador tem reincidência mínima**. 14 outubro 2017. Disponível em: <https://www.gazetaweb.com/noticias/geral/o-sistema-prisional-que-da-certo-nucleo-ressocializador-tem-reincidencia-minima/>. Acesso em: 10 fev. 2022.

VERGNAUD, G. **Lev Vygotsky: pedagogo e pensador do nosso tempo**. Porto Alegre: GEEMPA, 2004.

VYGOTSKY L. S. **A formação social da mente**. São Paulo, Martins Fontes, 1991

WATANABE, Roberto Massaru. **Como é o funcionamento de uma Usina Eólica**. 13 abril 2001. 1 gravura. Disponível em: <https://www.ebanataw.com.br/roberto/energia/ener12.htm>. Acesso em: 7 fev. 2022.

WATANABE, Roberto Massaru. **Como é o funcionamento de uma Usina Nuclear**. 13 abril 2000. 1 gravura. Disponível em: <http://www.ebanataw.com.br/roberto/energia/ener9.htm>. Acesso em: 7 fev. 2022.

YOUNG, Hugh D.; FREEDMAN, Roger A. **Física I: mecânica**. 12. ed. São Paulo: Pearson Addison Wesley, 2008.

APÊNDICE A



MNPEF Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
INSTITUTO DE FÍSICA
LICENCIATURA PLENA EM FÍSICA – UFAL**

PRÉ - TESTE PARA A DISSERTAÇÃO

Escola: _____

Aluno: _____

Prezados(as) alunos este Pré-teste faz parte de uma pesquisa para avaliar sua eficácia que está sendo realizado por mim, José Ailton Cardoso, mestrando do curso de Licenciatura Plena em Física pela Universidade Federal de Alagoas – UFAL. Vale lembrar que as informações aqui colocadas serão utilizadas exclusivamente no âmbito da defesa desta dissertação, ou seja, num trabalho puramente acadêmico, ao passo que agradecemos a sua colaboração para esta atividade acadêmica.

QUESTIONÁRIO PRÉ - TESTE

1 – Com suas próprias palavras defina Energia?

2 - A Energia pode ser criada? Justifique sua resposta.

3 – Os termos MOVIMENTO ou VELOCIDADE está relacionado a que tipo de Energia?

4 – Nesta situação, uma criança ao utilizar um estilingue esticado produz que tipo de Energia?

5 – Pássaros voando possuem que tipos de Energias?

APÊNDICE B



MNPEF Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
INSTITUTO DE FÍSICA
LICENCIATURA PLENA EM FÍSICA – UFAL**

PÓS - TESTE PARA A DISSERTAÇÃO

Escola: _____

Aluno: _____

Prezados(as) alunos este Pós-teste faz parte de uma pesquisa para avaliar sua eficácia que está sendo realizado por mim, José Ailton Cardoso, mestrando do curso de Licenciatura Plena em Física pela Universidade Federal de Alagoas – UFAL. Vale lembrar que as informações aqui colocadas serão utilizadas exclusivamente no âmbito da defesa desta dissertação, ou seja, num trabalho puramente acadêmico, ao passo que agradecemos a sua colaboração para esta atividade acadêmica.

QUESTIONÁRIO PÓS - TESTE

- 1 – Pássaros voando possuem que tipos de Energias?

- 2 - Nesta situação, uma criança ao utilizar um estilingue esticado produz que tipo de Energia?

- 3 – Os termos MOVIMENTO ou VELOCIDADE está relacionado a que tipo de Energia?

- 4 – Com suas próprias palavras defina Energia?

- 5 – A Energia pode ser criada? Justifique sua resposta.

APÊNDICE C



MNPEF Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
INSTITUTO DE FÍSICA
LICENCIATURA PLENA EM FÍSICA – UFAL**

QUESTIONÁRIO FINAL DISSERTAÇÃO

Escola: _____

Aluno: _____

1. Qual das alternativas a seguir é uma fonte de energia não renovável?

- a) combustíveis fósseis
- b) solar
- c) hidrelétrica
- d) geotérmico

2. A energia que é gerada e armazenada na Terra é chamada _____. Esta energia é criada pelo calor do interior da terra, que é então transportado para a superfície da terra.

- a) energia geotérmica
- b) energia nuclear
- c) energia solar
- d) combustíveis fósseis

3. O petróleo é encontrado no subsolo em muitas partes do mundo. Quando o óleo é queimado, produz energia. Qual das alternativas a seguir descreve esse tipo de energia?

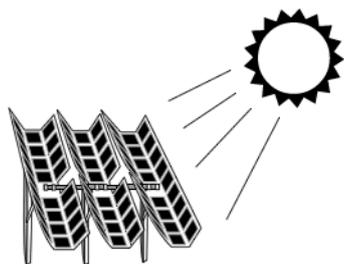


- a) combustível fóssil
- b) energia hidrelétrica
- c) energia geotérmica
- d) energia solar

4. Qual é uma fonte de energia não renovável?

- a) solar
- b) vento
- c) carvão
- d) tudo o que precede

5. A imagem mostra a luz do sol brilhando em painéis solares.



Qual afirmação melhor descreve essa fonte de energia?

- a) A luz solar é uma fonte de energia renovável usada para produzir energia hidrelétrica.
- b) A luz solar é uma fonte de energia não renovável usada para produzir energia nuclear.
- c) A luz solar é uma fonte de energia renovável usada para produzir eletricidade.
- d) A luz solar é uma fonte de energia não renovável usada para produzir gás natural.

6. Qual é uma fonte de energia renovável?

- a) óleo
- b) nuclear
- c) vento
- d) nenhuma das acima

7. Energia que vem de recursos naturais que podem ser reabastecidos são chamados?

- a) energia não-renovável
- b) energia cinética
- c) energia natural
- d) energia renovável

8. O que é biomassa?

- a) energia do sol
- b) energia da água
- c) energia do vento
- d) energia a partir de resíduos vegetais e animais

9. Um problema com a energia solar é que ela é

- a) não renovável
- b) caro para construir
- c) muito quente
- d) usado demais

10. Um contra (desvantagem) da energia hidrelétrica é que as barragens são

- a) não confiável
- b) caro para construir
- c) muito grande
- d) tudo o que precede

11. O objetivo dos painéis é transformar a energia solar em _____.

- a) Energia luminosa
- b) Energia elétrica
- c) Energia química
- d) Energia mecânica



APÊNDICE D



MNPEF Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física



QUESTIONÁRIO DE OPINIÃO

Prezados(as) alunos este Questionário de opiniões faz parte de uma pesquisa para avaliar a eficácia do jogo LF, que está sendo realizado por mim, José Ailton Cardoso, mestrando do curso de Licenciatura Plena em Física pela Universidade Federal de Alagoas – UFAL. Vale lembrar que as informações aqui colocadas serão utilizadas exclusivamente no âmbito da defesa desta dissertação, ou seja, num trabalho puramente acadêmico, ao passo que agradecemos a sua colaboração para esta atividade acadêmica.

AVALIANDO AS OPINIÕES DOS ESTUDANTES PRIVADOS DE LIBERDADE EM RELAÇÃO À INTERVENÇÃO DO JOGO LUDO FÍSICO COM FOCO EM ENERGIA.

1. Durante a aplicação do jogo LF como você se sentiu em relação a sua motivação:

() Me senti mais Preocupado 

() Me senti Com dúvida 

() Me senti mais Satisfeito 

() Me senti Querendo mais 

() Me senti Surpreso 

() Me senti Indiferente 

() Me senti Cansado 

2. Você acha que o jogo LF pode ser utilizado como recurso de ensino? Justifique sua resposta.

3. Você acha que o uso do jogo LF torna a aula de Física mais interessante? Justifique sua resposta.

4. Descreva os pontos positivos e negativos do jogo LF que foi aplicado em nossas aulas de Física.

5. As aulas de física sobre o tema energia foram marcadas por conversas entre o professor-alunos e as equipes-professor. O que você achou desse método de ensino, onde a aula é mais dialógica, ou seja, uma aula em que o aluno pode pensar refletir, e opinar?

6. O professor usou questionários (Pré-teste e Pós teste), Slide com diferentes temas com o foco em ENERGIA, experimentos de baixo custo para produção de energia entre outros para avaliar seus alunos. O que você achou desse método de avaliação?

7. Uma das maiores preocupações atuais dos professores de física, é fazer com que os conteúdos tenham significados na vida dos estudantes, ou seja, ver que a física é aplicada a todo o momento em seu cotidiano. O que você achou sobre a importância de se estudar o tema energia e as formas de como ela é transformada?

8. Fazendo uma análise final sobre o jogo LF com foco no tema energia, como o mesmo foi exposto, sobre minha motivação, e meu ensino aprendido, eu poderia classifica-las como (marca com um x):

Ruim



()

Péssimo



()

Boas



()

Ótimas



()

APÊNDICE E

PLANOS DE ENSINO

Dados de Identificação

Instituição: Escola Estadual de Educ. Básica Prof. Educador Paulo Jorge dos Santos Rodrigues

Professor: José Ailton Cardoso

Disciplina: Física

Turma: EJA

Nº de aulas: 5 aulas

Assunto/Tema: Energia Renováveis e Não Renováveis

Objetivos

Identificar conhecimentos prévios dos estudantes sobre:

- Identificar as diferentes fontes de energia, tipos de energia e suas transformações;
- Diferenciar energias renováveis e não renováveis;
- Observar os impactos produzidos no meio ambiente;
- Conscientizar sobre o consumo de energia elétrica – utilização responsável.

Conteúdos

Introdução a Energia; Fontes de energia; Energia Renovável e a Energia Não-Renovável.

Procedimentos Metodológicos

Aula expositiva e dialógica.

Recursos

- Data-show;
- Material de Apoio;
- Quadro Branco e Piloto;
- Texto;
- 30 min de interação com o jogo Ludo Físico;

Avaliação

Participação do aluno; Roda de conversa e Interação com a turma.

Bibliografia

- **BONJORNO** e **CLINTON**. Física Novo Fundamental, Volume Único. Editora FTD, 1998.
- **KAZUHITO** e **FUKE**. Física para o Ensino Médio, Volume 1. Editora Saraiva, São Paulo, 2016.
- **RAMALHO, NICOLAU** e **TOLEDO**. Os Fundamentos da Física. Volume 1. Editora Moderna, 2007.

Dados de Identificação

Instituição: Escola Estadual de Educ. Básica Prof. Educador Paulo Jorge dos Santos Rodrigues

Professor: José Ailton Cardoso

Disciplina: Física

Turma: EJA

Nº de aulas: 5 aulas

Assunto/Tema: Energia Cinética, Potencial gravitacional e Elástica

Objetivos

Identificar conhecimentos prévios dos estudantes da seguinte forma:

- Trabalhar conceitualmente a energia cinética, potencial e elástica;
- Apresentar as equações que envolvam tais tipos de energia;
- Sondar e analisar onde podemos encontrar essas energias em nosso cotidiano;
- Discutir situações problemas que envolvam tais tipos de energia.

Conteúdos

Energia Cinética; Energia potencial gravitacional e a Energia potencial elástica.

Procedimentos Metodológicos

Aula expositiva, dialógica e com formalismo matemático.

Recursos

- Data-show;
- Material de Apoio;
- Quadro Branco e Piloto;
- Texto;
- 30 min de interação com o jogo Ludo Físico;

Avaliação

Participação do aluno; Roda de conversa e Interação com a turma.

Bibliografia

- **BONJORNO** e **CLINTON**. Física Novo Fundamental, Volume Único. Editora FTD, 1998.
- **KAZUHITO** e **FUKE**. Física para o Ensino Médio, Volume 1. Editora Saraiva, São Paulo, 2016.
- **RAMALHO, NICOLAU** e **TOLEDO**. Os Fundamentos da Física. Volume 1. Editora Moderna, 2007.

Dados de Identificação

Instituição: Escola Estadual de Educ. Básica Prof. Educador Paulo Jorge dos Santos Rodrigues

Professor: José Ailton Cardoso

Disciplina: Física

Turma: EJA

Nº de aulas: 4 aulas

Assunto/Tema: Energia Mecânica e Conservação da Energia Mecânica

Objetivos

Identificar conhecimentos prévios dos estudantes da seguinte forma:

- Trabalhar conceitualmente a energia mecânica;
- Apresentar as equações que envolvam a energia mecânica e o princípio de conservação da energia mecânica;
- Discutir situações problemas que envolvam a energia mecânica e sua conservação.

Conteúdos

Energia Mecânica e a Conservação da Energia Mecânica.

Procedimentos Metodológicos

Aula expositiva, dialógica e com formalismo matemático.

Recursos

- Data-show;
- Material de Apoio;
- Quadro Branco e Piloto;
- Texto;
- 30 min de interação com o jogo Ludo Físico;

Avaliação

Participação do aluno; Roda de conversa e Interação com a turma.

Bibliografia

- **BONJORNO** e **CLINTON**. Física Novo Fundamental, Volume Único. Editora FTD, 1998.
- **KAZUHITO** e **FUKE**. Física para o Ensino Médio, Volume 1. Editora Saraiva, São Paulo, 2016.
- **RAMALHO, NICOLAU** e **TOLEDO**. Os Fundamentos da Física. Volume 1. Editora Moderna, 2007.

Dados de Identificação

Instituição: Escola Estadual de Educ. Básica Prof. Educador Paulo Jorge dos Santos Rodrigues

Professor: José Ailton Cardoso

Disciplina: Física

Turma: EJA

Nº de aulas: 1 aulas

Assunto/Tema: Avaliando a aplicação do produto educacional – Jogo Ludo Físico

Objetivos

Verificar se os estudantes assimilaram:

- a definição de energia no jogo LF;
- os tipos de energia e suas transformações no jogo LF;
- as fontes de energia no jogo LF;
- as possíveis relações entre as energias cinética, potencial e elástica no jogo LF.

Conteúdos

Introdução a Energia; Fontes de energia; Energia Renovável e a Energia Não-Renovável; Energia Cinética; Energia potencial gravitacional e a Energia potencial elástica; Energia Mecânica e a Conservação da Energia Mecânica.

Procedimentos Metodológicos

Aula expositiva, dinâmica e interatividade das equipes com o jogo LF.

Recursos

- Data-show;
- Simulador do jogo LUDO FÍSICO;
- Quadro Branco e Piloto;
- Grupo das equipes;
- 50 min de aplicação do jogo Ludo Físico;

Avaliação

Participação das equipes no jogo LF; interatividades e formalismo matemático.

Bibliografia

- **BONJORNO** e **CLINTON**. Física Novo Fundamental, Volume Único. Editora FTD, 1998.
- **KAZUHITO** e **FUKE**. Física para o Ensino Médio, Volume 1. Editora Saraiva, São Paulo, 2016.
- **RAMALHO, NICOLAU** e **TOLEDO**. Os Fundamentos da Física. Volume 1. Editora Moderna, 2007.

APÊNDICE F

TERMO DE AUTORIZAÇÃO DE USO DE IMAGEM



PODER
JUDICIÁRIO
DE ALAGOAS

Juízo de Direito - 16ª Vara Criminal da Capital / Execuções Penais
Campus Universitário A C Simões – UFAL, BR 104, KM 97,6 – sn, Maceió/AL CEP: 57072-970, Tabuleiro dos
Martins, - CEP 57045-900, Fone: 82-4009-5731, Maceió-AL - E-mail: vcriminal16@tj.al.gov.br

DECISÃO

Trata-se de pedido formulado pelo Sr. José Ailton Cardoso de Barros, atualmente mestrando da Universidade Federal de Alagoas – UFAL e professor no Sistema Prisional Alagoano, por meio do qual requer autorização para utilização de imagens fotográficas dos reeducandos que participaram da aplicação do produto educacional referente à dissertação de seu mestrado.

Considerando o disposto no art. 5º, X e XLXX, da Constituição Federal, bem como o aduzido no art. 13, I e II, da Lei 13.869/2019 – Lei de Abuso de Autoridade, AUTORIZAMOS, para fins unicamente científicos, conforme requerido, a utilização das imagens dos reeducandos, para que sejam anexadas à dissertação de mestrado do requerente, devendo ser obrigatoriamente editadas com o fim de impossibilitar a identificação dos apenados.

Maceió, 23 de novembro de 2022.

ALEXANDRE MACHADO DE OLIVEIRA

Juiz titular da 16ª Vara Criminal da Capital – Execuções Penais do TJ/AL

APÊNDICE G
PRODUTO EDUCACIONAL

MNPEF Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física



JOSÉ AILTON CARDOSO DE BARROS

LUDO FÍSICO: UMA EXPERIÊNCIA VIVENCIADA NO ENSINO-APRENDIZAGEM DE
FÍSICA NA EDUCAÇÃO CARCERÁRIA

MACEIÓ
2022

JOSÉ AILTON CARDOSO DE BARROS

LUDO FÍSICO: UMA EXPERIÊNCIA VIVENCIADA NO ENSINO-APRENDIZAGEM DE
FÍSICA NA EDUCAÇÃO CARCERÁRIA

Produto Educacional desenvolvido como atividade de mestrado, apresentado ao Programa de Pós-Graduação no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF) - Polo 36, na Universidade Federal de Alagoas (UFAL), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador: Prof. Dr. Antônio José Ornellas Farias.

MACEIÓ
2022

RESUMO

Este produto educacional é resultante do Mestrado Profissional no Ensino de Física. Seu objetivo foi o de elaborar, confeccionar, avaliar e divulgar o jogo didático Ludo Físico, que tem como suporte ferramentas de tecnologias de comunicação e informação, como *notebook*, *tablet* ou celular. Tais ferramentas auxiliam o professor norteador na compreensão do processo de ensino-aprendizagem dos discentes em conteúdos diversos da Física (no caso em tela, a energia e suas transformações) aplicados na educação de jovens e adultos. Este produto educacional foi aplicado e avaliado por alunos da educação carcerária da Escola Estadual de Educação Básica Professor Educador Paulo Jorge dos Santos Rodrigues, na cidade de Maceió, Alagoas. As aulas desta escola são ministradas nas dependências do sistema prisional e atende reeducandos de duas unidades: a Penitenciária Masculina Baldomero Cavalcanti de Oliveira e o Núcleo Ressocializador da Capital. Após a aplicação do experimento, dos testes, questionários e das análises, constatamos a aptidão do jogo Ludo Físico para ser aplicado em qualquer ambiente escolar de Ensino Fundamental e Ensino Médio e em disciplinas e assuntos variados.

Palavras-chave: física; energia sustentável; Jogo Ludo Físico; educação carcerária; privação de liberdade.

ABSTRACT

This educational product is the result of the Professional Master's in Physics Teaching. Its objective was to elaborate, manufacture, evaluate and disseminate the Ludo Físico didactic game, which is supported by communication and information technology tools, such as notebooks, tablets or cell phones. Such tools help the guiding teacher in understanding the teaching-learning process of students in different contents of Physics (in this case, energy and its transformations) applied in the education of young people and adults. This educational product was applied and evaluated by students of prison education at the State School of Basic Education Professor Educador Paulo Jorge dos Santos Rodrigues, in the city of Maceió, Alagoas. Classes at this school are held on the premises of the prison system and assists inmates from two units: the Baldomero Cavalcanti de Oliveira Men's Penitentiary and the Resocializing Center in the Capital. After the application of the experiment, tests, questionnaires and analyses, we found the Ludo Físico game's ability to be applied in any school environment of Elementary School and High School and in different subjects and subjects.

Keywords: physics; sustainable energy; Physical Ludo Game; prison education; deprivation of liberty.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	5
2	OBJETIVO DO JOGO LUDO FÍSICO.....	6
3	COMO ADICIONAR OU ALTERAR PERGUNTAS NO LUDO FÍSICO.....	7
3.1	PREPARANDO O JOGO LUDO FÍSICO – REGRAS.....	9
3.1.1	Objetivo do jogo.....	9
3.1.2	Compreendendo a terminologia do jogo.....	10
3.1.3	Montando o seu grupo.....	10
3.1.4	Preparando o tabuleiro.....	11
3.1.5	Decidindo quem vai começar.....	11
3.1.6	Jogando Ludo Físico.....	11
3.1.6.1	Começando o jogo.....	11
3.1.6.2	Seguindo com a jogada.....	12
3.1.6.3	Entendendo a regra dos números um ou seis.....	13
3.1.6.4	Captando o peão dos seus oponentes.....	13
3.1.6.5	Brincando com as torres.....	13
3.1.6.6	Chegando à casa central.....	13
3.1.6.7	Como vencer o jogo.....	14
3.1.6.8	O vencedor.....	15
4	METODOLOGIA.....	16
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	18

1 INTRODUÇÃO

Este trabalho incentiva um aprendizado de forma significativa, quantitativa e qualitativa, onde o aluno deve apresentar um interesse espontâneo. Instigar o discente a ter essa espontaneidade tem sido um dos desafios dos professores de Física em pleno século XXI, pois vivemos numa sociedade na qual o fluxo de informações é gigantesco em mídias e tecnologias cada vez mais interativas e atraentes.

Nesse contexto, o jogo Ludo Físico (LF) proporciona várias estratégias para serem empregadas por professores de ciências exatas e suas tecnologias, especificamente em Física, para facilitar o processo de ensino-aprendizagem, pois as limitações específicas dos professores sem um planejamento adequado podem não conduzir aos resultados esperados, recaindo em uma aula monótona e desmotivadora.

O jogo LF é, portanto, uma ferramenta tecnologicamente pedagógica para dinamizar, interagir, cooperar e trabalhar os estudantes da disciplina de Física nos Ensinos Fundamentais e Médio.

2 OBJETIVO DO JOGO LUDO FÍSICO

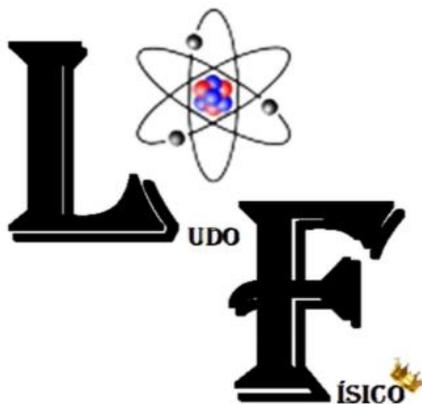
O objetivo é utilizar o jogo Ludo Físico como uma ferramenta didaticamente pedagógica para o ensino das ciências exatas e suas tecnologias, especificamente em Física, no Ensino Médio para que tornemos a aprendizagem natural, prazerosa e agradável, ou seja, livre de pressões externas ou internas, onde discutiremos todas as suas certezas e incertezas. Além disso, resgatarmos e explorarmos a curiosidade dos discente buscando instigar seu interesse.

Nossa meta é mostrar que, como não há muitos jogos específicos com as tecnologias da informação e comunicação (TICs) para o ensino de Física, desenvolvemos um jogo educacional com os mesmos critérios do original (Fubica⁶) de forma tecnológica, ou seja, nosso produto precisa da utilização de *notebook*, celular ou *tablet* para ser desenvolvido no processo de ensino-aprendizagem de modo quantitativo ou qualitativo sem perder a essência do jogo original.

⁶ Fubica é o nome utilizado em português para uma versão do jogo indiano Pachisi.

3 COMO ADICIONAR OU ALTERAR PERGUNTAS NO LUDO FÍSICO

Figura 1 – Logotipo do jogo



Fonte: elaborada pelo autor (2022).

O jogo Ludo Físico foi desenvolvido pelo programa <https://expo.dev/> e suas etapas de construção voltados ao conteúdo de Física, mais especificamente ao assunto Energia. Para gerar uma nova versão do jogo com um novo conjunto de perguntas, é preciso apenas preparar o novo conjunto de perguntas. E para facilitar para profissionais que não são da área de informática, a base de dados de perguntas pode ser registrada em uma planilha, seguindo a estrutura apresentada na figura 1, a seguir.

Figura 2 - Quadro de seqüência das perguntas

	B	C	D	E	F	G	H	I
	PERGUNTA	ALTERNATIVA 1	ALTERNATIVA 2	ALTERNATIVA 3	ALTERNATIVA 4	ALTERNATIVA 5	RESPOSTA	EXPLICAÇÃO DA ALTERNATIVA CORRETA
1	PERGUNTA	ALTERNATIVA 1	ALTERNATIVA 2	ALTERNATIVA 3	ALTERNATIVA 4	ALTERNATIVA 5	RESPOSTA	EXPLICAÇÃO DA ALTERNATIVA CORRETA
2	Quem é o professor de física que criou o Ludo Físico?	Einstein	Ailton	Newton	Marie	Gallieu	Ailton	
3	Qual das alternativas a seguir é uma desvantagem da Alta poluição	Disponível em toc	Disponível em toc	Disponível em toc	Disponível em toc	Disponível em toc	Disponível em toc	
4	Uma célula solar é um dispositivo elétrico que converte	Efeito fotovoltaico	Efeito químico	Efeito atmosférico	Efeito físico	Efeito térmico	Efeito fotovolt	O efeito fotovoltaico foi de
5	Na energia hidrelétrica, o que é necessário para a pro	Barragens cheias	Grande quantidade	Luz solar intensa	Energia nuclear	Energia solar	Barragens ch	Barragens são usadas pa
6	A composição principal do biogás é	Metano	Dióxido de carbon	Nitrogênio	Hidrogênio	Mergúrio	Metano	O biogás é um dos tipos c
7	A composição primária do carvão é	Nitrogênio	Carbono	Oxigênio	Hidrogênio	Enxofre	Carbono	O carvão é um combustiv
8	Qual das seguintes energias não renováveis não é cla	Nuclear	Petróleo	Carvão mineral	Gás natural	Xisto betuminoso	Nuclear	A energia nuclear não é u
9	Que tipo de energia o pássaro voador possui?	Energia potencial	Energia cinética	Energia elástica	Ambas as energia	Energia Elástica	Ambas as eni	Um pássaro voador possu
10	Quando uma mola é comprimida ou esticada, a energi	Diminui	Permanece const	Aumenta	Torna-se zero	NDA	Aumenta	A energia potencial de ur
11	O que acontece com a energia potencial quando um p	A energia potenc	A energia potenc	A energia potenc	A energia potenc	NDA	A energia pot	A energia potencial dimin
12	Em uma usina térmica, o carvão é usado para a geraç	Energia térmica ->	Energia térmica ->	Energia mecânica	Energia elétrica ->	Energia eólica ->	Energia térm	A energia térmica produzi
13	Como a energia hidrelétrica desempenha um papel im	Mostra a quantida	Fornecer quantida	Fornecer energia a	A produção de eni	Mostrar que a qua	Fornecer ener	No desenvolvimento de ui
14	Que tipo de energia a chuva retém em relação aos oce	Energia potencial	Energia cinemática	Energia elétrica	Energia de movim	Energia Elástica	Energia pot	A energia potencial de ur
15	De que depende a geração de energia hidrelétrica?	Quantidade de ági	Capacidade da tur	Altura da carga	Capacidade de ar	Quantidade de ve	Quantidade d	A geração de energia dep
16	De que depende a quantidade de água disponível no l	Temperatura no lo	Umidade no local	Vegetação da área	Ciclo hidrológico d	Área aberta	Ciclo hidrológ	A quantidade de água dis
17	A evaporação da água das superfícies e sua precipitaç	Ciência	Infiltração	Ciclo hidrológico	Vegetação	Montanhas	Vegetação	É a ciência que trata da pi
18	Qual é o requisito básico de uma usina hidrelétrica?	Reservatório	Turbina	Casa de força	Conduta forçada	NDA	Reservatório	O requisito básico de uma

Fonte: elaborada pelo autor (2022).

Essa planilha é como uma tabela, onde tem a pergunta, os textos de cinco alternativas, o texto da alternativa correta (resposta) e a explicação (quando houver) do porquê aquela resposta é a correta. Deve-se exportar essa tabela usando o formato TSV (convencionado como “Perguntas.tsv”).

Em seguida, pode-se então utilizar o arquivo TSV com um script (convert.js) desenvolvido no próprio projeto que gera o arquivo com essas perguntas no formato JSON, que será carregado e manipulado pelo jogo para sortear as perguntas a serem feitas e verificar se o jogador fez a escolha da resposta correta, além de exibir, quando houver, a explicação demonstrada na figura 2:

Figura 3 - Estrutura da tela de perguntas

```
[
  {
    "question": "Quem é o professor de física que criou o Ludo Físico?",
    "options": [
      "Einstein",
      "Ailton",
      "Newton",
      "Marie",
      "Galileu"
    ],
    "answer": "Ailton"
  },
  {
    "question": "Qual das alternativas a seguir é uma desvantagem da energia renovável?",
    "options": [
      "Alta poluição",
      "Disponível apenas em alguns lugares",
      "Alto custo operacional",
      "Fornecimento não confiável",
      "NDA"
    ],
    "answer": "Fornecimento não confiável"
  },
  {
    "question": "Uma célula solar é um dispositivo elétrico que converte a energia da luz diretamente em eletricidade pelo _____",
    "options": [
      "Efeito fotovoltaico",
      "Efeito químico",
      "Efeito atmosférico",
      "Efeito físico",
      "Efeito térmico"
    ],
    "answer": "Efeito fotovoltaico"
  },
  ...
]
```

Fonte: dados da pesquisa (2022).

O arquivo JSON deve ter o nome “questions.json” e ser colocado na pasta “assets” do projeto, ou ser inserido temporariamente no jogo através do botão CARREGAR PERGUNTAS (na versão *on-line*). Com a compilação do jogo, em seguida é gerada a versão do jogo contendo o novo conjunto de perguntas. O fluxo abaixo (figura 3) resume o funcionamento dessa abordagem.

Figura 4 – Fluxograma do funcionamento da abordagem



Fonte: elaborada pelo autor (2021).

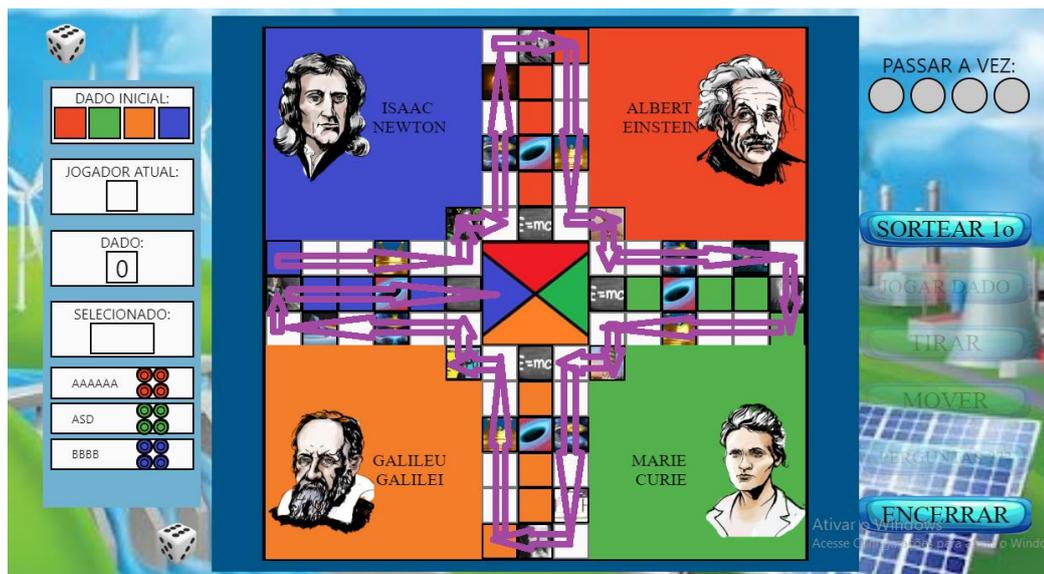
Sempre que houver novas perguntas, é só repetir esse procedimento.

3.1 PREPARANDO O JOGO LUDO FÍSICO - REGRAS

3.1.1 Objetivo do jogo

O objetivo principal é percorrer todo o trajeto do tabuleiro no sentido horário e conseguir colocar todos os peões na casa central, como demonstrado na figura 4.

Figura 5 – Percurso a ser seguido pelo peão

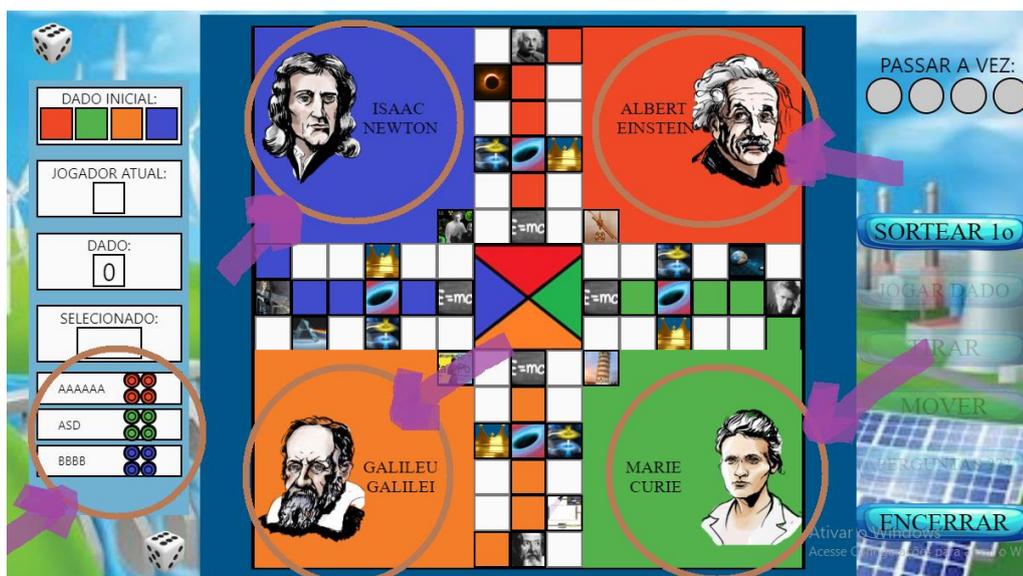


Fonte: elaborada pelo autor (2022).

3.1.2 Compreendendo a terminologia do jogo

Cada jogador ou equipe escolhe um físico com sua respectiva cor, que o representará, e terá um controle sobre quatro peões. O LF requer usar um par de dados. O jogo começa com os peões em suas respectivas casas (físicos com suas cores; figura 5). As casas e/ou físicos com suas cores são os quadrados grandes e coloridos em cada canto. A casa central é o quadrado que fica no meio do tabuleiro. O jogo tem o total de 80 quadrados (incluindo a casa central) que formam o percurso que cada peão tem que fazer até chegar no centro do tabuleiro, pois o objetivo do jogo é colocar todos os quatro peões no centro desse tabuleiro e para que isto ocorra será preciso dar uma volta completa até que seu peão fique correspondente à entrada da casa de sua cor ou equivalente a cada físico.

Figura 6 – Cores com seus respectivos físicos



Fonte: elaborada pelo autor (2022).

3.1.3 Montando o seu grupo

O LF pode ser jogado com no mínimo duas e no máximo quatro pessoas ou cada quadrado grande com seus respectivos físicos representando uma equipe. Cada jogador deve escolher uma cor entre as quatro disponíveis, que será a cor da casa e dos peões, como mostrado na figura acima.

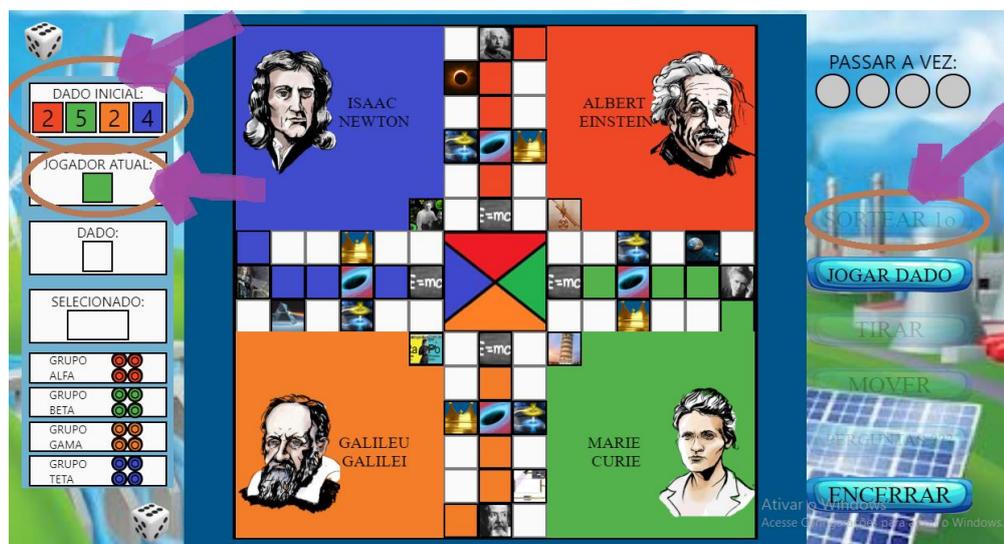
3.1.4 Preparando o tabuleiro

Já é automática a organização do tabuleiro, pois isso só ocorre depois que cada equipe tiver escolhido uma cor. O próprio sistema já deixa organizados todos os peões daquela cor. Mesmo que sejam apenas duas pessoas e/ou duas equipes jogando e cada uma já tenha escolhido a cor que irá representá-las, o sistema já organiza as peças no tabuleiro automaticamente. Depois, é só começar.

3.1.5 Decidindo quem vai começar

É preciso clicar nos dados para determinar quem será a primeira equipe a jogar (figura 6). Quem conseguir o maior número começa. A ordem dos jogadores deve seguir em sentido horário a partir do primeiro jogador.

Figura 7 – Definição de qual grupo começará o jogo



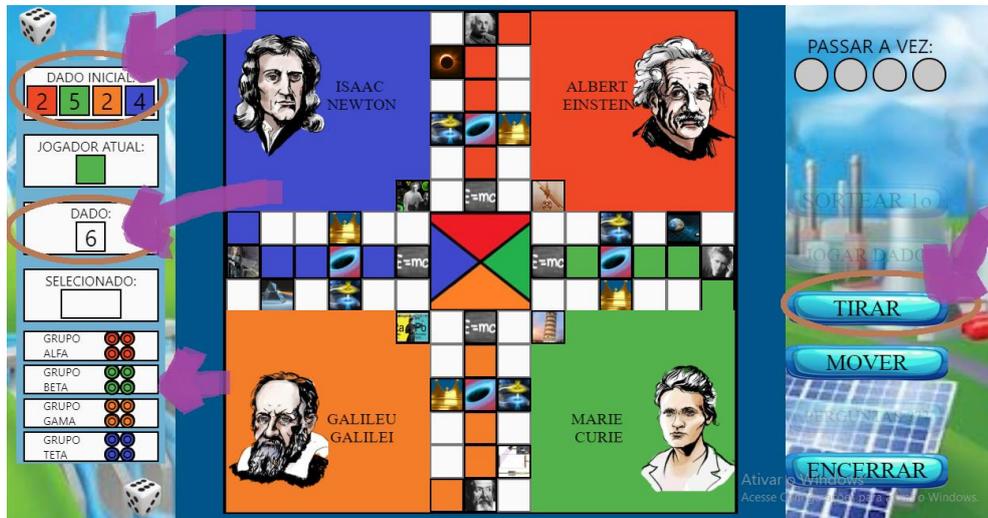
Fonte: elaborada pelo autor (2022).

3.1.6 Jogando Ludo Físico

3.1.6.1 Começando o jogo

A equipe que conseguir tirar o maior ponto nos dados começa o jogo (figura 7). No entanto, para retirar o peão, as equipes devem conseguir no dado o número um ou seis, que vai “ativar” o peão para jogo na casa inicial (tirar peão). Se a pessoa e/ou a equipe não conseguir o número um ou seis durante o jogo do dado, passa para próxima pessoa e/ou equipe do jogo tentar sua sorte. Os números um e seis permitem que o peão entre na casa inicial.

Figura 8 – Sorteio do dado saindo o número 6 (clicar em tirar)

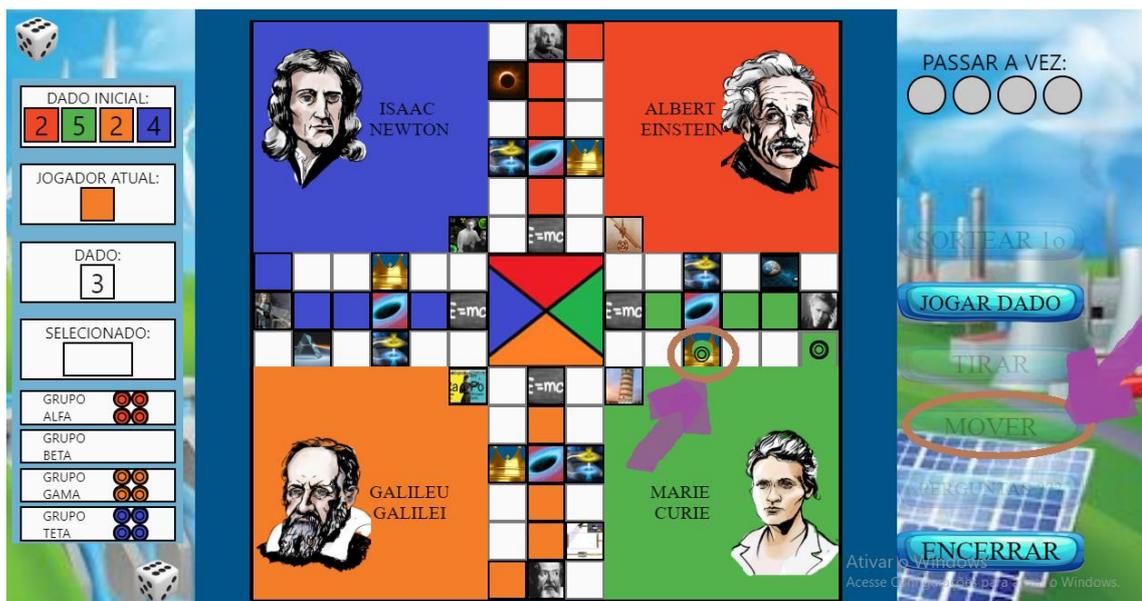


Fonte: elaborada pelo autor (2022).

3.1.6.2 Seguindo com a jogada

Quando um jogador conseguir qualquer um dos números (um ou seis), ele deve jogar o dado novamente para mover o peão. Então, escolhe-se qual peão se quer mover; feito isso, é só apertar o botão mover, que automaticamente o peão se moverá e assim sucessivamente (figura 8).

Figura 9 – O peão verde sendo movido



Fonte: elaborada pelo autor (2022).

3.1.6.3 Entendendo a regra dos números um ou seis

Quando uma equipe tira um ou seis nos dados, ela pode tirar um peão para a casa inicial. Então, é preciso jogar o dado novamente e escolher qual peão quer mover. Se o jogador tirar um ou seis no dado, joga novamente (o jogador pode mover o primeiro peão ou já retirar o seguinte). Toda vez que no sorteio dos dados saírem os números um ou seis, o jogador ou a equipe sempre tem a vez de ficar jogando.

3.1.6.4 Captando o peão dos seus oponentes

O participante pode capturar o peão de um oponente toda vez que cair sobre um deles. O peão capturado volta para a casa inicial. Sendo assim, o jogador terá que tirar um ou seis novamente para tirá-lo da casa. Se o peão do oponente estiver na figura de uma coroa, ele se encontra protegido, não podendo ser eliminado.

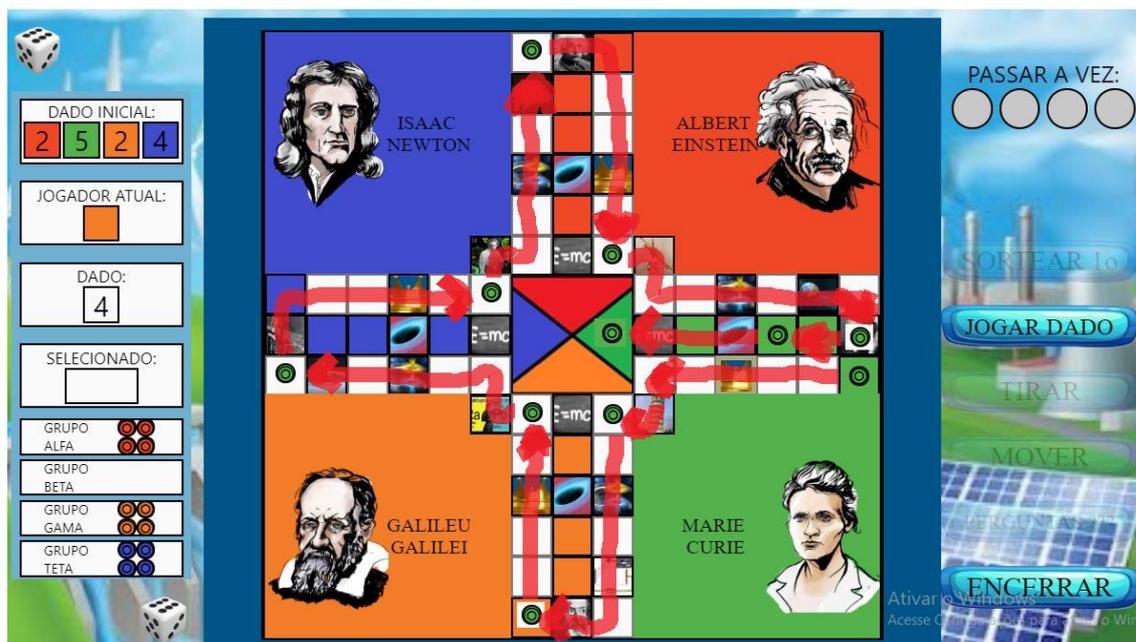
3.1.6.5 Brincando com as torres

Uma torre se forma quando dois ou mais peões da mesma cor ou de cores diferentes estão na coroa; isso não permitirá a captura de nenhum deles.

3.1.6.6 Chegando à casa central

Para colocar seus peões na casa central do tabuleiro, é necessário dar uma volta completa no tabuleiro. Cada peão deve sair sempre à direita. Depois de completar a volta, pode-se colocar os peões na casa central, que é o objetivo do jogo (figura 9).

Figura 10 – Peão verde chegando ao centro do tabuleiro



Fonte: elaborada pelo autor (2022).

3.1.6.7 Como vencer o jogo

Para ganhar o jogo, é preciso colocar todos os peões dentro da casa central antes de qualquer outra equipe. Dependendo do número sorteado no dados, há a estratégia de pular peões para chegar à casa central. No entanto, o maior trunfo do jogo é ficar atento ao sorteio nos dados e escolher o peão certo para avançar, pois a equipe pode cair em um desses itens abaixo:

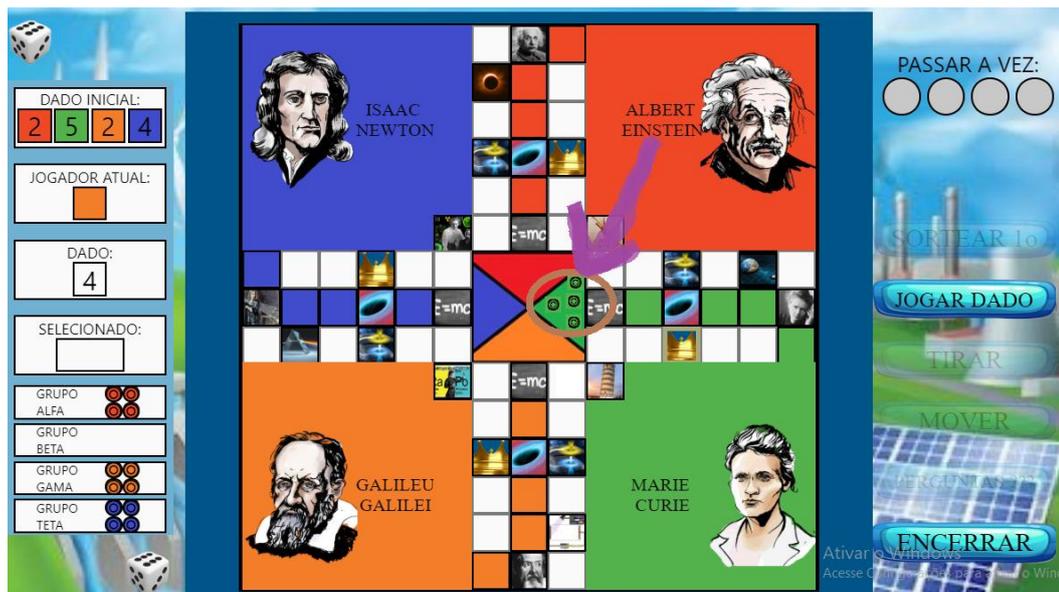
- se o peão cair na figura da coroa, o participante fica protegido;
- se cair na imagem do buraco negro, volta 13 casas;
- se o peão cair na imagem do teletransporte, avança duas casas;
- se o peão cair em qualquer uma das outras imagens (com exceção das imagens coroa, buraco negro e o teletransporte), a equipe terá que responder a uma pergunta;
- caso a resposta seja correta, permanece na casa e no jogo;
- se for resposta errada, fica uma rodada sem jogar, mas permanece na mesma casa.

O bom do jogo é ter sempre a melhor estratégia para não deixar o peão adversário avançar.

3.1.6.8 O vencedor

Vence a primeira equipe que levar seus quatro peões ao ponto de chegada da sua cor (casa central do tabuleiro; figura 10). Caso o tempo de cada aula termine, o vencedor será o grupo que obtiver o maior número de peões na casa central.

Figura 11 – Todos os peões no centro do tabuleiro (equipe vencedora)



Fonte: elaborada pelo autor (2022).

4 METODOLOGIA

O método usado neste produto educacional foi o qualitativo com uma estratégia de ensino-aprendizagem, de maneira interativa e cooperativa para a educação carcerária com tema Energia, de caráter mais produtivo, divertido e atrativo. Este trabalho teve como tática principal um olhar diferenciado no ensino de educação carcerária no estado de Alagoas, visando mostrar a percepção da realidade dos reeducandos numa modalidade dinâmica em sala de aula na utilização de *notebook* e *datashow* para o desenvolvimento do jogo LF, com vistas a colaborar expressivamente no processo de ensino-aprendizagem dos alunos privados de liberdades. O método a ser utilizado a aplicação do jogo Ludo Físico dependerá do professor norteador, que poderá trabalhar numa perspectiva quantitativa e/ou qualitativa.

O desenvolvimento desta dissertação foi aconteceu no Presídio Baldomero Cavalcanti de Oliveira e no Núcleo Ressocializador da Capital, sendo 30 reeducandos de cada uma dessas unidades com idades entre 18 a 65 anos e que fazem parte da educação na modalidade EJA de ensino, cujo órgão responsável pela sua administração é a Secretaria de Estado de Ressocialização e Inclusão Social no Estado de Alagoas (SERIS).

Os reeducandos privados de liberdades representa a Escola Estadual de Educação Básica Professor Educador Paulo Jorge dos Santos Rodrigues, localizada na rua Valter José Ferro Lima Filho, Antares, Maceió - AL, CEP 57.083-410. Mas para estes alunos as aulas são ministradas nas dependências do sistema prisional e, são os professores que se deslocam até os módulos prisionais para ministrar suas aulas. Tal fato ocorre por terem um baixo efetivo de policiais penais e para manter a segurança pública no estado de Alagoas.

A nossa aplicação para desenvolver a dissertação foi voltada a reeducandos privados de liberdades matriculados na modalidade de Educação de Jovens e Adultos da Escola Estadual de Educação Básica Professor Educador Paulo Jorge dos Santos Rodrigues, na cidade de Maceió, Alagoas. A escola fica localizada na rua Valter José Ferro Lima Filho, Antares, Maceió - AL, CEP 57.083-410, mas para estes alunos as aulas são ministradas nas dependências do sistema prisional e atende reeducandos com faixa etária entre 18 e 65 anos de duas unidades: a Penitenciária Masculina Baldomero Cavalcanti de Oliveira e o Núcleo Ressocializador da Capital. O órgão responsável pela sua administração é a Secretaria de Estado de Ressocialização e Inclusão Social no Estado de Alagoas (SERIS).

Foram aplicados pré-testes e pós-testes, além de questionários, a partir dos quais pudemos avaliar seus conhecimentos prévios, posteriores e suas opiniões sobre o a experiência.

Além desses testes, desenvolvemos um experimento de baixo custo para a produção de energia elétrica com placa solar.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Mediante o desenvolvimento deste produto educacional, o jogo Ludo Físico é uma ferramenta tecnologicamente multidisciplinar e pedagógica que visa o desenvolvimento do ensino-aprendizagem para além da área do conhecimento de ciências exatas e suas tecnologias ou no ensino de Física.

Esta pesquisa consistiu no uso das tecnologias da informação e comunicação, como *notebook*, celular ou *tablet*, para poder usar o jogo Ludo Físico. Assim, o desenvolvimento deste protótipo foi realizado nas unidades prisionais do Núcleo Ressocializador e do Baldomero Cavalcanti com reeducandos privados de liberdades que representa a Escola Estadual de Educação Básica Professor Educador Paulo Jorge dos Santos Rodrigues, em Maceió, Alagoas, com o intuito de instigar professores a criar ou desenvolver ferramentas tecnologicamente didáticas, assim como instigar também os alunos a se interessarem pelos estudos, especialmente o da área de Física, e com isso apreenderem mais e de forma mais simples os conteúdos da área.

Por fim, o jogo Ludo Físico é uma importante estratégia para o ensino-aprendizagem de conceitos de Física, favorecendo também a motivação, as interações professor-aluno e aluno-aluno, além da descontração por meio de atividades lúdicas conectadas aos diversos conceitos, como o da energia e suas transformações.