

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA

ALEXANDRE DE MATOS

O ENSINO DA FÍSICA ATRAVÉS DE ANALOGIAS COM
VARIANTES DO JOGO DE XADREZ:
POTENCIALIZADO COM REALIDADE AUMENTADA

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal de Santa Catarina – Campus Araranguá no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientadora: Dra. Olga Yevseyeva

Araranguá-SC
Março de 2017

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Matos, Alexandre de
O ENSINO DA FÍSICA ATRAVÉS DE ANALOGIAS COM
VARIANTES DO JOGO DE XADREZ: POTENCIALIZADO COM
REALIDADE AUMENTADA / Alexandre de Matos ;
orientadora, Olga Yevseyeva, 2017.
126 p.

Dissertação (mestrado profissional) -
Universidade Federal de Santa Catarina, Campus
Araranguá, Programa de Pós-Graduação em Ensino de
Física, Araranguá, 2017.

Inclui referências.

1. Ensino de Física. 2. Ensino de Física. 3.
Analogias. 4. Entropia. 5. Xadrez. I. Yevseyeva,
Olga . II. Universidade Federal de Santa Catarina.
Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física. III.
Titulo.

ALEXANDRE DE MATOS

O ENSINO DA FÍSICA ATRAVÉS DE ANALOGIAS COM
VARIANTES DO JOGO DE XADREZ:
POTENCIALIZADO COM REALIDADE AUMENTADA

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação da
Universidade Federal de Santa Catarina – Campus Araranguá no Curso
de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos
requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de
Física

Araranguá, 24 de março de 2017.

Profa. Dra. Olga Yevseyeva
Orientadora

Profa. Dra. Eliane Pozzebon

Profa. Dra. Priscila C. Calegari

Prof. Dr. Marcelo Zannin da Rosa

Dedico esta dissertação

*A minha querida esposa Dayana Pionkiewicz de Matos pelo apoio,
amor, paciência em todos os momentos que precisei durante essa difícil
caminhada na busca do conhecimento.*

AGRADECIMENTOS

A minha orientadora professora Dra. Olga Yevseyeva;

Ao coordenador Prof. Dr. Evy Augusto Salcedo Torres;

Aos meus ex-professores da graduação Dr. Mateus Teixeira e Dr. Humberto Luz de Oliveira;

Aos amigos Amauri Cunha Soares e Yuri Zanerippe pelo apoio e ajuda nas horas mais difíceis;

A professora Silvana Fernandes pela suas aulas de cálculo.

Ao colega Marcio Lemos por sua inestimável colaboração.

A todos meus colegas e professores do Mestrado Profissional que de maneira direta ou indireta fizeram parte da minha formação, o meu muito obrigado.

À CAPES pelo apoio financeiro por meio da bolsa concedida;

Podemos imaginar que esse arranjo complicado de coisas móveis que constitui “o mundo” seja algo como uma grande partida de xadrez jogada pelos deuses, e nós somos observadores do jogo. (FEYNMAN, 2001)

RESUMO

A proposta dessa dissertação é o desenvolvimento de um produto educacional, onde utilizamos variantes do jogo de xadrez como ferramenta para o ensino de conceitos físicos através de analogias com jogo.. Para isso foram criados três variantes jogo de xadrez: “xadrez gravidade”, “xadrez conservação de energia” e “xadrez entropia”. O produto é constituído de um manual descritivo do funcionamento de cada jogo, acompanhado de um recurso para aplicativos de *smartphones* denominado Realidade Aumentada que possibilita o professor visualizar o material através de animações 3D, permitindo-lhe maior autonomia na exploração do produto. Acompanham o produto, sugestões de atividades e textos de apoio sobre cada conteúdo abordado. O produto educacional foi aplicado para alunos no ensino médio de forma direta pelo autor, e de forma indireta através de professores treinados a partir de um curso preparatório. A avaliação da pesquisa sobre o crescimento conceitual dos alunos em relação aos fenômenos físicos e seu ânimo em aprendê-los foram feitos de forma qualitativamente. O método utilizado para avaliação do produto foi feito através questionários com os alunos, e entrevistas com professores. Esse trabalho apresenta também uma participação na forma de *workshop* no SLAT Jogos 2016 realizado na UFSC – Campus Araranguá onde o produto foi apresentado na forma de um seminário para um grupo de inscitos.

Palavras-chave: Ensino de Física. Analogias. Gravidade. Conservação da Energia. Entropia. Xadrez. Realidade Aumentada.

ABSTRACT

The proposal of this dissertation is the development of an educational product, where we use variants of the game of chess as a tool for teaching physical concepts through analogies with game. For this were created three chess game variants: "gravity chess", " Chess energy conservation "and" entropy chess ". The product consists of a manual descriptive of the operation of each game, accompanied by a feature for applications of smartphones called Augmented Reality that allows the teacher to visualize the material through 3D animations, allowing him greater autonomy in the exploration of the product. They accompany the product, suggestions of activities and supporting texts on each content addressed. The educational product was applied to students in high school directly by the author, and indirectly through teachers trained from a preparatory course. The evaluation of the research on the students' conceptual growth in relation to the physical phenomena and their spirit in learning them were done in a qualitative way. The method used to evaluate the product was done through questionnaires with the students, and interviews with teachers. This work also presents a participation in the form of a workshop at SLAT Games 2016 held at UFSC - Campus Araranguá where the product was presented in the form of a seminar for a group of participants.

Keywords: Physics Teaching, Analogies, Gravity, Energy Conservation, Entropy, Chess, Augmented Reality.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Comparação entre a versão original e a apresentada.....	46
Quadro 2 – Comparação entre as duas versões	48
Quadro 3 – Modificação das regras.....	51
Quadro 4 – categorização da respostas do primeiro momento antes da aplicação do produto.	68
Quadro 5 - categorização da respostas do primeiro momento depois da aplicação do produto.	72
Quadro 6 – comparação dos resultados pelo número de respostas e respectivos percentuais.....	72
Quadro 7 – categorização das respostas no segundo momento.....	75
Quadro 8 – categorizando as concepções prévias no terceiro momento	79
Quadro 9 – categorização das respostas no terceiro momento.....	85
Quadro 10 – comparação dos resultados antes e depois.....	85
Quadro 11 – para ser usada durante uma atividade	161
Quadro 12.....	161

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - modelo atômico "pudim de passas"	39
Figura 2 – Gravidade e a “cama elástica.	40
Figura 3- Diagrama de xadrez com seu respectivo QR CODE	44
Figura 4 - Acessando os modelos em Realidade aumentada.....	45
Figura 5 - Visualizando os modelos através da Realidade Aumentada.	45
Figura 6 - O peão branco se move, atraindo as peças pela regra da “gravidade”.	47
Figura 7 – A peça capturada se transforma em outra igual de cor oposta.	49
Figura 8 – Astronauta flutuando e gatos caindo.....	65
Figura 9 – Concepções alternativas sobre a Terra.....	67
Figura 10 - Uma maçã e uma laranja	67
Figura 11 - Terra e Lua	68
Figura 12 – Depois da aplicação do produto.....	70
Figura 13 - Uma maçã e uma laranja	71
Figura 14 - Gases confinados em um recipiente com paredes internas móveis	78
Figura 15 - Espaço para o aluno preencher.....	79
Figura 16 - Copos contendo água e isoladas dentro de um isopor	80
Figura 17 - Gases confinados em um recipiente com paredes internas móveis	82
Figura 18 - Espaço para o aluno preencher	82
Figura 19 - Espaços preenchidos pelos alunos	82
Figura 20 - Espaço preenchido pelo aluno A5-2m.....	83

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	21
1.1 JUSTIFICATIVA	23
1.2 OBJETIVOS	24
1.2.1 Objetivo geral	24
1.2.2 Objetivos específicos	24
1.3 METODOLOGIA	24
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	27
2.1 JOGOS NA EDUCAÇÃO	27
2.2 O JOGO DE XADREZ NA EDUCAÇÃO BÁSICA	28
2.3 O JOGO DE XADREZ NO ENSINO SUPERIOR	29
2.4 REALIDADE AUMENTADA NA EDUCAÇÃO	29
2.5 VARIANTES DO JOGO DE XADREZ	31
3 FUNDAMENAÇÃO TEÓRICA	33
3.1 JOGOS EDUCACIONAIS	33
3.2 O JOGO DE XADREZ	34
3.3 VYGOTSKY E AS TEORIAS DA EDUCAÇÃO	35
3.4 MODELOS E ANALOGIAS NA FÍSICA	37
4 PRODUTO EDUCACIONAL E PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	43
4.1 PRODUTO EDUCACIONAL	43
4.1.1 Variante: Xadrez gravidade	46
4.1.2 Variante: Xadrez conservação de energia	47
4.1.3 Variante: Xadrez entropia	50
4.2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	52
4.2.1 Amostra da pesquisa	54
5 APLICAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL	55
5.1 PRIMEIRO MOMENTO: TURMA DO PRIMEIRO ANO	55
5.1.1 Primeiro encontro	55
5.1.2 Segundo encontro	56
5.1.3 Terceiro encontro	57
5.1.4 Quarto encontro	57
5.1.5 Quinto encontro	57
5.1.6 Sexto encontro	58
5.2 SEGUNDO MOMENTO: TURMA DO SEGUNDO ANO	58
5.2.1 Primeiro encontro	58
5.2.2 Segundo encontro	58
5.2.3 Terceiro encontro	59
5.2.4 Quarto encontro	59

5.2.5 Quinto encontro	59
5.3 TERCEIRO MOMENTO: CURSO DE TREINAMENTO DE PROFESSORES	60
5.3.1 Curso de treinamento para professores	60
5.3.2 Oficina “novos peões”	61
5.4 QUARTO MOMENTO: PARTICIPAÇÃO NO 1º SIMPÓSIO LATINO AMERICANO DE JOGOS	62
5.4.1 Workshop.....	62
6 ANÁLISE DOS RESULTADOS	65
6.1 PRIMEIRO MOMENTO	65
6.1.1 Teste inicial (antes).....	65
6.1.2 Teste final (depois)	68
6.2 SEGUNDO MOMENTO	73
6.3 TERCEIRO MOMENTO	76
6.3.1 Avaliação questionário com os professores.....	76
6.3.2 Avaliação das aulas pelos alunos	77
6.3.3 Avaliação dos resultados com os alunos.....	77
6.4 QUARTO MOMENTO	86
7 CONCLUSÃO	91
REFERÊNCIAS	95
APÊNDICE A: Material de apoio ao professor.....	103
APÊNDICE B: Manual de instalação do App Augment	173
ANEXO A: Leis da FIDE do xadrez tradicional	175
ANEXO B: Anotação Algébrica	183

1 INTRODUÇÃO

Ensinar tem se tornado uma tarefa cada vez mais complexa, nossa sociedade tem evoluído mais rápido do que a escola, que segue com práticas metodológicas antigas, causando no aluno desmotivação em aprender. Muitas práticas de ensino em tempos atuais não se justificam mais. Gastamos muitas horas em sala de aula, mas aprendemos cada vez menos, causando constante desânimo. (MORAN, 2000, p. 2)

Dessa maneira surge a seguinte questão, de que maneira podemos despertar então o desejo no aluno? Como podemos fazê-lo perceber que o conhecimento pode ajudá-lo? Qual sua motivação?

O aluno precisa ser estimulado e motivado para querer aprender. As escolas necessitam estar estruturadas tanto no lado material como no lado humano para poder envolver o aluno nesse processo de aprender com qualidade.

Mas para que o aluno se motive em aprender, é necessário ter desejo, sentir-se inacabado e acreditar que a escola possa contribuir para sua formação, pois para os alunos a falta de desejo em aprender passa pela falta de contexto entre o conteúdo e suas reais necessidades.

Diante dessa realidade professores se encontram cada vez mais frustrados, e sentem a todo instante que é necessário inovar em seus métodos de ensino para conseguirem se comunicar e envolver o aluno.

Em relação ao ensino de Física, os jogos educacionais podem demonstrar grande potencialidade para motivar o interesse dos alunos pelo estudo, já que abordam os conteúdos de forma lúdica, favorecendo uma melhor condição para aprendizagem. (PEREIRA, 2008, p. 12-23).

No ensino de Física, os jogos didáticos podem ser utilizados em sala de aula para: apresentar um conteúdo, ilustrar aspectos importantes do conteúdo desenvolvido, avaliar a aprendizagem de conceitos, revisar ou sintetizar pontos relevantes do conteúdo. Para os alunos, os jogos são atividades mais significativas que os costumeiros exercícios para “fixação” do conteúdo. (NASCIMENTO, 2010, p. 36)

O jogo de xadrez é considerado pelos estudiosos como um importante instrumento pedagógico que pode ajudar bastante no

desenvolvimento da relação ensino-aprendizagem nas escolas. O xadrez pode melhorar a concentração e a paciência, assim como também ampliar a criatividade, a percepção e a memória e, mais importante, a capacidade para ponderar e deduzir a partir de um conjunto de regras, aprendendo a tomar deliberações difíceis e a resolver problemas de maneira criativa. (DAUVERGNE, 2007, p. 12).

Para aprender Física é necessário não raro, de habilidades como abstração, raciocínio, pensamento, reflexão, criatividade, experimentação, aspectos que sempre são desenvolvidos durante a formação dos alunos (NASCIMENTO, 2010).

Desde a metade do século passado, estudiosos chegaram à conclusão de que só é possível se fazer um bom ensino de Ciências através de atividades experimentais. Entretanto, mesmo as atividades onde estão envolvidos experimentos em laboratórios, na maioria das vezes têm a função de delinear uma teoria, ou apresentar ao aluno o “método experimental”. Assim, outras formas de ensino também podem ser utilizadas, como simulações, analogias cuidadosas e jogos interativos. (DELIZOICOV, ANGOTTI e PERNAMBUCO, 2009, p. 241).

A escolha do tema dessa dissertação por este pesquisador não foi ao acaso, trabalhando com o ensino de xadrez há quase uma década e da Física a metade disso, foi quase que natural o desejo por desenvolver um produto que pudesse unir as duas áreas de conhecimento com objetivo de utilizá-lo na educação formal.

A página <http://www.chessvariants.com>, é uma rica fonte de variantes do jogo de xadrez onde encontramos os primeiros modelos relacionados à Física, e partiram daqui ainda na graduação deste pesquisador, as primeiras ideias de desenvolver um projeto usando essas variantes de xadrez na educação. Para o mestrado, continuamos na mesma linha, buscando desenvolver uma metodologia de ensino, onde realmente esses jogos pudessem ser usados em sala de aula. Ou seja, com um plano de aula contendo objetivos, procedimento, atividades e avaliações, o que não ocorreu na graduação.

Como ponto de partida para o desenvolvimento e criação de alguns desses jogos, utilizamos inicialmente como referência as algumas versões encontradas nessa página envolvendo conceitos de física. Em www.chessvariants.com dois amigos (NETO e CHAUNIER, 1996) contam que tiveram algumas ideias durante uma partida por email, e criaram algumas variantes de xadrez envolvendo alguns fenômenos físicos. A partir das ideias de (NETO e CHAUNIER, 1996) postadas na

página www.chessvariants.com/other.dir/physics.html, desenvolvemos um material para o ensino para duas de suas variantes, “xadrez gravidade” e “xadrez entropia” modificando algumas regras determinadas por seus autores, e ainda criamos uma terceira variante chamada “conservação de energia”. No capítulo 4 descreveremos com mais detalhes o funcionamento de cada jogo. O produto é constituído de um manual descritivo do funcionamento de cada jogo, acompanhado de um recurso para aplicativos de *smartphones* denominado Realidade Aumentada. Este recurso possibilita cada professor visualizar todo o material através de animações 3D, dando ao professor maior autonomia no seu aprendizado. Por fim, acompanham o produto, sugestões de atividades e textos de apoio sobre o conteúdo abordado.

1.1 JUSTIFICATIVA

Estudos com objetivo de melhorar o ensino de Física progrediram nas últimas décadas em relação a dar ouvidos aos estudantes, procurando entender suas motivações individuais, seus conhecimentos prévios, suas relações e formas características de construção do conhecimento. Em virtude disso, tem ocorrido um aumento na elaboração de estratégias variadas de ensino, disponíveis aos educadores. (JUNIOR, 2011, p. 7)

Na educação, o mais importante não é utilizar grandes recursos, mas desenvolver atitudes comunicativas e afetivas favoráveis e algumas estratégias de negociação com os alunos, chegar a consenso sobre as atividades de pesquisa e a forma de apresentá-las para a classe. (MORAN, 2007, p. 31)

As atividades em que se usam jogos têm uma grande capacidade de desenvolver o cognitivo e estimular a vida social, e se utilizados com objetivos pedagógicos podem gerar situações de ensino-aprendizagem e aumentar a construção do conhecimento. São nos jogos que “os seres humanos” se deparam com a vontade de vencer, levando-os a superação.

O presente projeto de pesquisa se propõe a realizar um estudo sobre experiências na área da educação onde são utilizados jogos e

realidade aumentada e disponibiliza um modelo diferente para o ensino de física, embasado em teorias de aprendizagem.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo geral

A proposta dessa dissertação é desenvolver um produto educacional, onde se utilizará variantes do jogo de xadrez como instrumento para ensino de conceitos da física através de analogias.

1.2.2 Objetivos específicos

- Desenvolver variantes do jogo de xadrez adaptando regras que abordem conceitos de gravidade, conservação da energia e ou de entropia;
- Desenvolver seqüências didáticas para cada conceito físico abordado, tendo como ferramenta as variantes de xadrez;
- Selecionar e ou elaborar um material conforme o objetivo de cada plano de aula;
- Preparar um manual descritivo de cada jogo, e potencializá-lo com Realidade Aumentada compatível com dispositivos móveis e sistema IOS e Android.
- Aplicar a seqüência didática em turmas do Ensino Médio;
- Oferecer curso para professores;
- Analisar a aplicação.

1.3 METODOLOGIA

O produto educacional desenvolvido foi aplicado para alunos no ensino médio de uma escola pública em horário normal de aula. Além disso, foi oferecido um curso de treinamento para professores que aplicaram posteriormente o produto em outra escola na forma de oficinas para alunos de séries do fundamental e médio.

A avaliação da pesquisa sobre o crescimento conceitual dos alunos em relação aos fenômenos físicos e seu ânimo em aprendê-los foram realizados de forma qualitativa, da mesma maneira com os professores. O método utilizado para obter dados foi a aplicação de questionários e entrevistas, onde alunos e professores puderam avaliar a qualidade do produto.

No próximo capítulo apresentaremos uma revisão bibliográfica, buscando identificar trabalhos semelhantes na área da educação.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste capítulo será apresentado o levantamento de uma pesquisa realizada em livros, periódicos, dissertações, artigos e revistas. O objetivo é identificar trabalhos realizados na área da educação que abordem jogos, xadrez e realidade aumentada.

2.1 JOGOS NA EDUCAÇÃO

Buscando resgatar o lúdico no ensino de Física e a melhora da aprendizagem de conteúdos, (PEREIRA, 2008) desenvolveu dois jogos de tabuleiro. O “Conhecendo a Física” e o “Ludostática”, são jogos de perguntas e respostas, onde participantes precisam percorrer caminhos abertos ou fechados, desempenhando algumas tarefas que certas casas ou cartas exigem. O “Conhecendo a Física” busca uma abordagem mais ampla, tratando de todo conteúdo do ensino médio, enquanto isso, o “Ludostática” procura trabalhar especificamente as dificuldades dos alunos em Eletrostática.

Apresentando os jogos aos professores de Física, Pereira analisou através de entrevistas suas opiniões sobre o potencial dos jogos. Seus relatos demonstraram a capacidade que os jogos possuem para chamar a atenção dos alunos, o que acarretou também numa melhor interação com a atividade e compreensão do conteúdo implícito neles. Os educadores também se mostraram satisfeitos com o efeito motivador que os jogos trazem durante as aulas convencionais.

Em outra pesquisa, (CASTRO e COSTA, 2011) verificaram possíveis contribuições de um jogo denominado de “Super Átomo” para o ensino de Química, no Ensino Fundamental. Aplicou seu jogo em escolas da rede pública da cidade de Bandeirantes, Estado do Paraná, com alunos da idade de 13 a 16 anos. O jogo foi desenvolvido levando em conta os livros didáticos utilizados pelos alunos. O seu objetivo consiste em conquistar o maior número de “cartas-átomos” percorrendo um tabuleiro arrecadando fichas coloridas que representam as partículas fundamentais do átomo, elétrons, prótons e nêutrons. Através de uma metodologia qualitativa usando questionários antes e depois da aplicação dos jogos, os autores analisaram a influência do jogo sobre os alunos e constatou que ele promoveu entusiasmo, melhora no entendimento da matéria estudada, estímulo do cognitivo e pensamento lógico.

2.2 O JOGO DE XADREZ NA EDUCAÇÃO BÁSICA

Pesquisas demonstram evidências da importância da introdução do ensino do jogo de xadrez no ensino integrador do currículo escolar. Sua prática tem influenciado positivamente o desenvolvimento cognitivo de crianças e adolescentes. Mas para que ele possa atingir seus benefícios de forma mais efetiva, é necessário inseri-lo como uma disciplina regular, ao invés de atividade extracurricular. (ANGÉLICO e PORFIRIO, 2010).

Uma experiência promissora foi realizada em várias escolas primárias em Aberdeen na Escócia. O programa foi lançado em 2001, e os resultados apresentados em um relatório em 2005 pela administração da cidade trouxeram informações sobre melhorias no comparecimento à escola, no comportamento em sala, na aprendizagem, e intensificação no envolvimento dos pais. (FILGUTH, 2007, p. 25).

Outro trabalho realizado no Canadá entre 1990 e 1992, demonstrou o valor que o xadrez produz no desenvolvimento de habilidades para a resolução de problemas entre crianças na disciplina de matemática. Os resultados foram comparados com alunos que apenas cursaram a disciplina de matemática, onde o desempenho daqueles que tiveram xadrez e matemática no currículo foi melhor. (FILGUTH, 2007, p. 13).

(SILVA, 2009), aplicou o jogo de xadrez como instrumento didático pedagógico em algumas escolas públicas de Montes Claros (MG) como forma de proporcionar aos alunos um maior desenvolvimento intelectual e social, ou seja, um melhor desenvolvimento pessoal e cooperativo. Sua conclusão reforçou a relevância do ensino do xadrez nas escolas, mas revelou a necessidade de uma formação avançada dos professores sobre conhecimento do jogo para garantir o xadrez como instrumento pedagógico.

Num artigo (DIRENE, BONA, *et al.*, 2004), apresentam um trabalho de pesquisa e desenvolvimento de um software livre com objetivos de melhorar a qualidade do ensino de xadrez nas escolas públicas brasileiras e reduzir o tempo médio necessário para que se aprenda a jogar xadrez. O PROTEX (Projeto de Tipificação do Ensino de Xadrez) contou com especialistas em xadrez e ciência da computação. O projeto piloto de natureza interdisciplinar teve apoio de diversos órgãos, entre eles o governo federal e o estado do Paraná. Posteriormente o PROTEX foi apresentado por (FEITOSA, 2013) em sua tese de doutorado onde verificou a hipótese de aprendizagem através

de métodos heurísticos. Seu trabalho buscou preencher uma lacuna, já que seu trabalho concluiu que faltavam ferramentas computacionais funcionais com este enfoque.

2.3 O JOGO DE XADREZ NO ENSINO SUPERIOR

Em seu estudo (GÓES, 2002), promove a inserção do jogo de xadrez no currículo universitário do curso de formação de professores de Matemática com objetivo de desenvolver competências e habilidades. Seu trabalho buscou relacionar a prática educativa do jogo de xadrez com o desempenho profissional do licenciado em Matemática. De acordo com Góes, seu trabalho se justifica na medida em que “a Matemática chegou ao novo milênio como uma das maiores responsáveis pela exclusão nos sistemas escolares brasileiros”. E destaca que os cursos de Matemática no Brasil necessitam incorporar novas práticas de ensino que estimulem no aluno criatividade e autonomia, exemplificando o jogo de xadrez, já empregado com sucesso em vários países. Mas conforme Góes, para que o professor de Matemática possa estimular no aluno habilidades e competências, necessariamente ele próprio precisa demonstrar que possuiu tais características dando seu exemplo no exercício do seu trabalho. Seu trabalho concluiu que tais habilidades são possíveis de serem estimuladas com a prática educativa do jogo de xadrez, mas não foi conclusiva em relação à melhora do desempenho profissional do licenciado em Matemática.

Já (NAGEM, MOREIRA, *et al.*, 2010), estes realizaram uma experiência com alunos do mestrado profissional no ensino de ciências utilizando um tabuleiro de xadrez mutilado de (SINGH, 2002). Seus objetivos foram oferecer processo de construção e reconstrução do conhecimento para explicar a diferença entre o fazer matemático e o fazer científico. Através de analogias com o xadrez mutilado, reconstruíram o modelo conceitual desejado. Os resultados indicaram semelhanças e diferenças entre os dois modelos, e concluíram que o processo de reconstrução por analogias permitiu ativar o raciocínio analógico e favoreceu o desenvolvimento das capacidades cognitivas e criativas dos participantes.

2.4 REALIDADE AUMENTADA NA EDUCAÇÃO

Os jogos sempre fascinaram as pessoas ao longo dos anos, sendo usados para o lazer e o desenvolvimento cognitivo. No entanto,

apesar da criatividade de seus inventores, os jogos foram limitados por restrições de material, custo e principalmente pelas leis físicas, envolvendo a gravidade, o atrito, a inércia, o choque de corpos, etc. Essas restrições forçaram o desenvolvimento da maioria dos jogos sobre a mesa, dando-lhes características planares.

Nesse sentido a Realidade Aumentada pela sua flexibilidade pode contribuir criando interações mais autênticas dos jogos e dos mundos virtuais com o ambiente que nos rodeia, podendo ser usada em aplicativos que operam em conjunto com câmeras fotográficas, GPS, entre outros dispositivos móveis como *smartphones*. Na educação, tais aplicativos podem ser integrados com os jogos de aprendizagem no sentido de que os alunos possam jogar de outras formas ou em outros locais virtuais.

A Realidade Aumentada é frequentemente definida como uma sobreposição objetos virtuais, gerados por computador e concebidos em três dimensões, em um ambiente real e em tempo real. Ela permite uma melhor visualização bem como um aumento da visão do usuário. Entretanto, essa definição faz parte de um contexto bem mais amplo denominado Realidade Misturada.

Realidade Misturada é um termo empregado para distinguir o espaço de transição entre o mundo real e um mundo artificial originado por computador, denominado por muitos autores como Realidade Virtual. Um ambiente de Realidade Misturada se fundamenta na coexistência de objetos reais e virtuais, em que o usuário interage sem distinção, de maneira fácil e intuitiva. (RODELLO, SANCHES, *et al.*, 2010, p. 2)

A realidade aumentada é uma tecnologia nova, porém podemos perceber através de trabalhos publicados que seu uso é uma tendência na educação.

Na matemática, uma proposta para o ensino da relação de Euler usando a Realidade Aumentada foi apresentada por (LEMONS, 2010), desenvolvedor do software SISEULER que possibilita a visualização e manipulação de objetos utilizados para associar aos elementos nos poliedros de Platão. O SISEULER foi aplicado pela primeira vez na forma de oficina para mestrandos em matemática, os quais puderam manipular um cubo virtual por meio de marcadores e aplicar os efeitos em questão. Os participantes deram importante contribuição visando melhorias na utilização do produto e confirmando que a realidade aumentada pode trazer muitos benefícios para a construção do conhecimento.

O LiDRA (livro didático com Realidade Aumentada), é um produto informativo de temas comuns do currículo escolar. Cada página do livro possui marcadores relacionados ao conteúdo que se deseja estudar. Ele possibilita a visualização de objetos em 3D, conteúdos visuais de texto em 2D, e auditivos (narração explicativa ou som característico dos objetos). Como exemplo, ao se escolher um tema de Biologia, é possível visualizar um coração pulsante por diferentes ângulos e som característicos. (FORTE, OLIVEIRA, *et al.*, 2006).

O SOL-RA (Sistema Solar com Realidade Aumentada) é um aplicativo criado para ajudar professores e alunos na exploração do Sistema Solar. Utilizando recursos de imagem, som e animação, ele propicia demonstrações onde é possível ver um planeta da página saltar de dentro do livro ativado pela leitura de um marcador. O recurso disponibiliza ainda de exercícios de fixação através de um jogo de memória e outro de perguntas e respostas. (OKAWA, KIRNER, *et al.*, 1984-2017).

O LIXPRA (livro interativo de xadrez) foi criado para facilitar a aprendizagem da regras básicas do jogo de xadrez tradicional de forma dinâmica através de animações 3D. O livro interativo de xadrez desenvolvido aborda alguns dos aspectos básicos desse jogo: o nome das peças, o posicionamento, a movimentação, a captura e os xeques. O objetivo do produto é oferecer condições de estudo para ser usado em casa ou na sala de aula. O LIXPRA fornece condições ainda que o usuário faça exercícios e reveja as explicações através de vídeos (SOUZA e KIRNER).

2.5 VARIANTES DO JOGO DE XADREZ

A prática de criar variantes do jogo de xadrez não é novidade. Há muito tempo isso já tem sido feito nas várias esferas do meio enxadrístico. Atualmente esse número tem aumentando bastante devido à facilidade da criação de jogos para internet. Alguns clubes online como o buho21.com e chessvariant.org, simplesmente despejam variantes divertidas do jogo de xadrez tradicional, e alguns deles promovendo campeonatos constantemente.

Uma variante de xadrez é um jogo derivado, relacionado, ou similar ao xadrez. A diferença do xadrez pode incluir um ou mais dos seguintes aspectos como, por exemplo:

- ✓ Tabuleiro diferente;

- ✓ Peças não ortodoxas;
- ✓ Regras diferentes.

Se olharmos para trás e acompanharmos a história do jogo de xadrez, perceberemos que ele é uma variante de versões muito antigas que tem origem provável na Ásia Meridional. Conforme a *Encyclopedia of Chess Variants de* (PRITCHARD, 1994) existem mais de 1500 formas de jogar xadrez atualmente, mas seu número estima-se que seja ilimitado. Um dos mais famosos no Brasil em clubes tradicionais onde se joga ao vivo, talvez seja o xadrez *bughouse*, ou mais conhecido popularmente por xadrez australiano que na verdade é uma pequena variante do xadrez *bughouse*. Outra variante muito popular hoje em dia é *Chess960*, criada pelo ex-campeão mundial Bob Fischer. Nessa variante, a ordem inicial das peças era escolhida aleatoriamente, e o objetivo de Fischer era beneficiar o talento e a criatividade dos jogadores.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Na educação, os jogos educacionais vêm adquirindo espaço dentro das salas de aula, numa busca de ter o lúdico como ferramenta pedagógica, com a pretensão de tornar as aulas mais agradáveis, com o intuito de fazer com que a aprendizagem torne-se algo mais fascinante. Nesse capítulo apresentaremos o referencial teórico que dão base e fundamentação ao presente projeto.

3.1 JOGOS EDUCACIONAIS

As atividades lúdicas poder ser entendidas como uma estratégia que instiga o raciocínio, levando o aluno a enfrentar situações conflitantes relacionadas com seu cotidiano. Os jogos educacionais além de prazerosos podem ser uma forma de diferente de se facilitar o método de ensino-aprendizagem. Os desafios que os jogos oferecem podem ser explorados como recursos didáticos pelos educadores, estimulando o interesse do aluno pelo aprendizado. (GRÜBEL e BEZ, 2008, p. 3)

O que chamamos de jogos educacionais aqui, são situações onde existem regras como uma partida de xadrez, onde cada ação depende também da estratégia do oponente, mesmo que não se possa ter certeza do lance que será dado pelo oponente em cada passo jogo. (KISHIMOTO, 1998, p. 1)

As regras são uma característica importante na maioria dos jogos, são elas que transformam o jogo “brincadeira” num jogo “sério”, pois diferente das brincadeiras, onde as atividades são livres e espontâneas, num jogo com regras esta implícita a competição entre os participantes, e o resultado final é importante.

O jogo sem regras, de ações livres por parte do aluno, executado pelo simples prazer de jogar, não encontraria dessa forma espaço na escola. Essas considerações têm aquecido as discussões em torno da apropriação do jogo pela escola e, especialmente, o jogo educativo. (KISHIMOTO, 1998, p. 14)

Segundo TEZANI (2006), o jogo não é somente um “passatempo” para ocupar os alunos, mas sim uma necessidade do organismo e ocupa lugar de admirável importância na educação escolar. O jogo estimula o crescimento, a coordenação muscular, as faculdades intelectuais, a iniciativa individual, favorecendo o advento e o progresso da palavra.

A ação durante o movimento do jogo provoca espontaneidade. Isto causa estimulação suficiente para que o aluno transcenda a si mesmo. Ele é libertado para penetrar no ambiente, explorar, aventurar-se e enfrentar, sem medo, todos os perigos. (TEZANI, 2006, p. 2)

São diversos jogos educacionais disponíveis hoje em dia, é tarefa do professor avaliar, e escolher aquele que melhor se enquadre aos seus objetivos, buscando aplicá-los da forma mais correta possível, pois é através da reflexão crítica e intervenção que os jogos educativos podem contribuir para o desenvolvimento dos educandos na construção do seu conhecimento. (GRÜBEL e BEZ, 2008, p. 4)

3.2 O JOGO DE XADREZ

O xadrez é um jogo clássico de estratégia, inventado na Índia há mais de 1.500 anos. A lenda diz que o soberano da Índia pediu aos sábios que concebessem um modo de tornar as crianças da família Real melhores pensadores e melhores generais no campo de batalha. O xadrez foi o resultado desse pedido, e nos séculos que se seguiram a sua invenção, o jogo se espalhou por todos os países do mundo. (FILGUTH, 2007, p. 34).

O xadrez tem sido um desses jogos bastante utilizados na educação, haja vista seu poder de alcance e benefícios já pesquisados na área das habilidades cognitivas. O jogo de xadrez ajuda a aprendizagem de “como aprender” e cria um desejo, bem como aumenta a motivação e a vontade de usar conhecimento. (FILGUTH, 2007, p. 25)

Segundo (DÂMASO, 2006), “o mesmo pode colaborar para o desenvolvimento da formação moral e ética desta, influenciando assim na forma dela se relacionar com os colegas e com as pessoas com as quais convive”.

No caso do jogo de xadrez, podemos constatar que é uma proposta interessante para o docente utilizar em sala de aula, já que o mesmo permite a definição de regras e o desenvolvimento do pensamento e da imaginação. Sabemos que os jogadores até podem estudar e dominar os princípios e teorias de abertura, meio e fim do jogo para lhes dar suporte, mas seu desenvolvimento, ainda, pertencerá somente ao

âmbito do abstrato, sendo imperativo o construir a cada instante. (DÂMASO, 2006, p. 19)

Aprender o movimento das peças de xadrez é muito fácil, podendo ser ensinado para uma criança de quatro ou cinco anos, que pode seguir os princípios básicos do jogo sem dificuldades. “Quem joga xadrez deve saber que, embora seja fácil aprender todas as regras, muitas vezes é difícil escolher o melhor lance ou entender por que um jogador realiza determinado movimento”. (FEYNMAN, 2001, p. 63)

Como em qualquer situação de aprendizado, a precocidade pode contribuir para sua futura competência. Contudo, não importa a idade em que se aprenda, o jogo pode aumentar a capacidade de concentração, a paciência e a memória. (DAUVERGNE, 2007, p. 11)

Pode-se trabalhar com xadrez de três formas diferentes:

1. De forma lúdica: Como fonte de lazer e passatempo;
2. Técnico: Os jogadores estudam técnicas de abertura, meio jogo e finais com o intuito de participar de campeonatos profissionais;
3. Pedagógico: O xadrez é ensinado com o objetivo de desenvolver habilidades nas quais os alunos possuem dificuldades no desempenho escolar.

Neste sentido, o estudo do jogo de xadrez e sua prática pedagógica com objetivo do desenvolvimento das habilidades cognitivas foram desenvolvidos por estudiosos na área da pedagogia e psicologia como, por exemplo, Jean Piaget e Lev Vygotski.

Segundo (ANGÉLICO e PORFIRIO, 2010), existem estudos que demonstram os níveis do desenvolvimento da inteligência e da observação de um grupo de crianças jogando xadrez. Chegou-se a conclusão que os avanços em cada etapa seguem ritmos diferentes. A utilização do xadrez em sala de aula contribui no crescimento da autoconfiança dos alunos, pois possibilita que se aprenda o jogo dentro das suas condições cognitivas e melhorando suas estratégias e análises. Quando se destacam, percebem que podem realizar uma tarefa dessa natureza e, paralelamente, melhorar em outras disciplinas na escola.

3.3 VYGOTSKY E TEORIAS DA EDUCAÇÃO

Leo Semiónovitch Vygotsky (1896-1934) foi um estudioso no campo da psicologia entre outras coisas, iniciando um trabalho

sistemático sobre o tema no período entre 1924 e 1934, ano de sua morte. Foi nesse período que trabalhou em conjunto com talentosos estudantes e colaboradores como Luria, Leontiev e Sakharov, iniciando uma série de pesquisas em psicologia do desenvolvimento, educação e psicopatologia. Sua obra é uma verdadeira Teoria da Educação.

Em seu trabalho Vygotsky dedicou-se a analisar o que titulamos de *funções psicológicas superiores* ou *processos mentais superiores*, ou seja, aquelas funções mentais mais complexas, típicas do ser humano, que envolvem o controle consciente do comportamento, tais como: percepção, atenção e memória, que não estão presentes no ser humano desde o seu nascimento; enquanto que as outras funções psíquicas elementares são as que representam os mecanismos mentais mais simples: as ações reflexas, as reações automáticas ou os processos de associação simples. (TEZANI, 2006, p. 2)

Na teoria de Vygotsky se destaca o conceito de *mediação*, ou aprendizagem mediada. Ele demonstra a importância da mediação para o desenvolvimento dos chamados processos mentais superiores – delinear ações, idealizar conseqüências para uma decisão, imaginar objetos etc. Para ele, o desenvolvimento da espécie humana está baseado no exercício, que sempre abrange a intervenção, direta ou indireta, de outros sujeitos e a reconstrução pessoal da experiência e dos significados.

Para Vygotsky há dois elementos fundamentais responsáveis por essa mediação: “*o instrumento*”, que tem a função de regular as ações sobre os objetos e “*o signo*”, que regula as ações sobre o psiquismo do indivíduo.

Os instrumentos mediadores são elaborados para realização da atividade humana. Para realizar tarefas específicas, o homem constrói ferramentas e as guarda para uso futuro, podendo transmitir sua ideia para as próximas gerações que poderão aperfeiçoar as antigas e construir as novas.

Signos, instrumentos psicológicos, têm a função de auxiliar o homem nas suas atividades psíquicas. Com o auxílio dos signos, o homem pode controlar voluntariamente sua atividade psicológica e ampliar sua capacidade de atenção, memória e acúmulo de informações como, exemplo, consultar um dicionário para compreender o significado de uma palavra ou anotar os lances de uma partida de xadrez para não esquecer-la.

De acordo com Oliveira (2010), a mediação através de instrumentos e signos é importante para o desenvolvimento das funções psicológicas superiores, diferenciando os homens dos outros animais.

Vygotsky, Luria e Leontiev pesquisaram as transformações sofridas pelo indivíduo ao longo do seu desenvolvimento, a partir dos processos de mediação. Concluíram que as aprendizagens se dão em forma de processos que incluem: aquele que aprende, aquele que ensina e, mais, a relação entre essas pessoas. Essa conclusão levou Vygotsky a pensar o conceito de *zona de desenvolvimento proximal*: a criança, em cada período de seu desenvolvimento, tem um nível de desenvolvimento real e um nível de desenvolvimento potencial. (TEZANI, 2006, p. 4)

Vygotsky denomina essa capacidade de realizar tarefas de forma independente de nível de desenvolvimento real. Para ele, o nível de desenvolvimento real da criança caracteriza o desenvolvimento de forma retrospectiva, ou seja, refere-se a etapas já alcançadas e consolidadas pela criança. (OLIVEIRA, 2010, p. 61)

O nível de desenvolvimento potencial segundo Vygotsky é determinado através da solução de atividades realizadas sob a orientação de outro indivíduo mais capaz ou em cooperação com colegas mais experientes. Existem tarefas que uma criança não é capaz de realizar sozinha, mas que se torna capaz de realizar se alguém lhe der instruções ou lhe fizer uma demonstração.

Assim, a zona de desenvolvimento proximal é o caminho que o sujeito vai percorrer para ampliar funções que estão em processo de amadurecimento e que se tornarão funções materializadas, consolidadas no seu nível de desenvolvimento real. A zona de desenvolvimento proximal é, pois um domínio psicológico em constante transformação: aquilo que uma criança é capaz de fazer com a ajuda de alguém hoje, ela conseguirá fazer sozinha amanhã. (OLIVEIRA, 2010, p. 62)

3.4 MODELOS E ANALOGIAS NA FÍSICA

Entre a construção do conhecimento e elaboração de um modelo físico existe a configuração geométrica simplificada de uma imagem. Ela carrega algo em particular que lembra alguma situação da qual foi construída, mas que seleciona aspectos relevantes em relação a outros sem importância. O modelo não representa a realidade, mas sim uma interpretação de fenômenos por diversas classes, sendo a da científica uma probabilidade. (PACCA e SCARINCI, 2009, p. 3)

Segundo Veit, Araujo e Brandão (2008), modelos científicos são ideias da mente humana, não podendo, portanto, serem descobertos. São invenções que objetivam descrever sistemas ou fenômenos de certas áreas da ciência. São mediadores entre o mundo real complexo, e o outro idealizado, simples, pois preservam apenas características dos fenômenos físicos que simulam, mas que não existem de verdade na natureza.

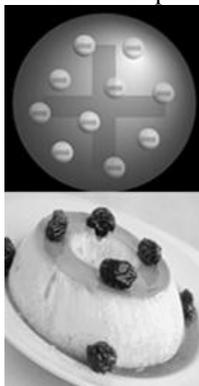
De acordo com (SOUZA, 2015), os modelos têm como característica a imperfeição, não conseguem descrever a realidade como ela realmente é, a classificação de “certo” ou “errado” não se aplicam aqui. Um modelo pode ser bom ou ruim, estando sujeito à funcionalidade do sistema que supostamente representa.

Podemos definir uma analogia como uma semelhança entre conceitos ou comparação de um objeto conhecido com outro desconhecido, de maneira que sejamos capazes de imaginar o desconhecido. O uso de analogias é um costume natural dos seres humanos na comunicação de ideias. (SOUZA, 2015, p. 15)

O modelo do átomo é um bom exemplo de como a ciência se utiliza de analogias para explicar seus modelos científicos. Dalton (1766-1844) retomou as ideias de Demócrito e Leucipo de 450 a.C., e usou uma bola de bilhar para descrever seu modelo de átomo esférico, maciço e indivisível.

J. J. Thomson (1856-1940) propôs uma mudança ao modelo de Dalton conhecido como “pudim de passas” conforme Figura 1 **Erro! Fonte de referência não encontrada.** O átomo não seria maciço nem indivisível, continuaria sendo um corpo esférico com carga elétrica positiva, incrustada de elétrons de forma que a carga total fosse nula.

Figura 1 - modelo atômico "pudim de passas".

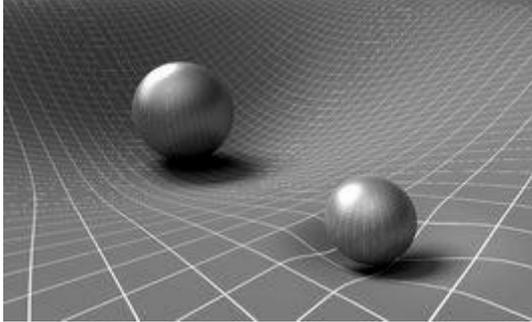


Fonte <http://mundoeducacao.bol.uol.com.br/quimica/evolucao-dos-modelos-atomicos.htm>

As ideias sobre o que compõe o átomo continuam progredindo, o modelo que usamos nos dias de hoje no ensino médio é o modelo “sistema solar” de Rutherford-Bohr, mas a física quântica vem apresentando outros modelos baseados na estrutura matemática do átomo, e faz analogias com ondas se propagando na água para explicar seu comportamento no mundo.

Diz a lenda que Isaac Newton formulou a lei da gravitação universal usando uma “maçã caindo sobre sua cabeça” como analogia para explicar a gravidade que puxa todos os corpos em direção à Terra. Diferente de Newton, o físico Albert Einstein usou o modelo da “cama elástica” para explicar o mesmo fenômeno. Para Einstein, os corpos deformam mais ou menos o “espaço-tempo”, e essa seria a razão que levaria um corpo pequeno na tendência a se aproximar de um corpo grande.

Figura 2 – Gravidade e a “cama elástica”.



Fonte: <https://pt.dreamstime.com/imagem-de-stock-royalty-free-distoro-do-espao-e-do-tempo-image7435056>

Para explicar os conceitos “desordem” e “irreversibilidade”, alguns livros de ensino médio utilizam analogias variadas. Em um deles, por exemplo, os seus autores sugerem que se tome um “jogo de baralho” onde suas cartas estejam fora de ordem, e que após uma nova mistura das cartas, questiona se seria possível que as cartas voltassem à posição inicial de forma espontânea. (JUNIOR, FERRARO e SOARES, 2007, p. 198)

Abordando os mesmos conceitos, outro livro sugere uma analogia diferente para explicar os fenômenos: um bloco deslizando sobre uma superfície horizontal onde o atrito não pode ser considerado desprezível. Após converter toda sua energia cinética em térmica, argumenta que ela é irreversível, pois não poderia de forma natural a energia térmica voltar a ser energia cinética do bloco na mesma forma ordenada microscopicamente. (LUZ e ÁLVARES, 1993, p. 651)

O físico Richard Feynman faz uma analogia divertida em seu livro “*Six Easy Pieces*” (1963) para explicar o conceito de “Conservação de Energia”, ele sugere que imaginemos uma criança, “*Dênis o Pimentinha*” brincando com certa quantidade de “cubos” idênticos dentro do seu quarto. Depois de horas brincado, sua mãe entra no quarto e recolhe os cubos espalhados e, por hábito confere sempre a quantidade de “cubos”. Num primeiro momento sua contagem diz que a quantidade de “cubos” diminuiu, estão faltando alguns deles. Olhando com mais atenção, percebe que alguns “cubos” caíram pela janela, e outros estavam escondidos dentro do baú, e refazendo a contagem,

chega assim à mesma quantidade de cubos que existia antes comprovando assim uma lei fundamental da física: não importa o quanto a criança brinque ou espalhe seus “cubos”, a quantidade no final é sempre a mesma. (FEYNMAN, 2001, p. 116)

Tomando um caminho inverso (MARINHO, 2009), usa a “Teoria do Caos” para explicar a conduta de uma partida de xadrez dinâmico, que se caracteriza assim, por serem partidas onde os jogadores procuram o confronto direto logo desde o início do jogo.

Tal como a Teoria do Caos, o xadrez dinâmico apresenta sistemas complexos e que apresentam instabilidade, podendo aumentar sua imprevisibilidade com o passar do tempo. Segundo (MARINHO, 2009), o estudo do xadrez dinâmico, a luz da teoria do caos, é um estudo sobre as leis que regem as ações humanas.

4 PRODUTO EDUCACIONAL E PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Trataremos nesse capítulo da apresentação e descrição do produto educacional desenvolvido e da metodologia adotada durante o processo de aplicação do produto.

4.1 PRODUTO EDUCACIONAL

Com objetivo de instrumentalizar professores do ensino fundamental e médio na área de Física, baseado nas dificuldades de motivação pela aprendizagem como já foi mencionado anteriormente, desenvolvemos um material educacional, utilizando como ponto de partida “o jogo de xadrez”. Entende-se inicialmente aqui como “o jogo de xadrez”, o material utilizado para o desenvolvimento de uma partida de “xadrez tradicional”, ou seja, um tabuleiro com 64 casas, e 32 peças. O produto educacional em si, trata-se de “variantes do xadrez tradicional”, onde se utilizam regras do movimento de peça do xadrez tradicional ampliadas com outras regras que utilizam conceitos físicos. Cada jogo oferece uma proposta relacionada a um único conceito físico que se deseja abordar e todo material é apresentado da seguinte maneira:

- ✓ Plano de aula;
- ✓ Texto de apoio sobre o conteúdo;
- ✓ Manual explicativo passo a passo de como jogar cada variante do jogo de xadrez, potencializado com animações em 3D com Realidade Aumentada. Ao todo, são três variantes:
 - ❖ Xadrez Gravidade;
 - ❖ Xadrez Conservação da Energia;
 - ❖ Xadrez Entropia;
- ✓ Sugestão de Atividades.

O recurso de Realidade Aumentada que faz parte do produto educacional está presente na forma de códigos de leitura (QR CODE). Ao lado de algumas figuras citadas (diagramas de xadrez), encontram-se esses marcadores que podem ser acessados através de um *smartphone* com o aplicativo *App Augment*, que pode ser instalado gratuitamente conforme as instruções encontradas nos Apêndices dessa dissertação.

Depois de instalado e aberto o aplicativo, basta que o usuário escolha a opção *scan* do *menu* e aponte a câmera do seu aparelho para o marcador QR CODE (impresso ou na tela de computador – conforme figura 3 e 4). Com o reconhecimento do marcador surgirá uma imagem (figura 5) e o leitor poderá estar interagindo na tela ampliando, diminuindo e girando a animação 3D. Cada imagem representa uma animação 3D do diagrama, ou seqüências de diagramas de xadrez. O objetivo é facilitar ainda mais o trabalho do leitor, que poderá ou não utilizar esse recurso para aprender a jogar as variantes de xadrez. Caso não deseje, poderá aprender naturalmente apenas através da leitura acompanhando as figuras estáticas com setas indicando os movimentos mencionados no texto de lance.

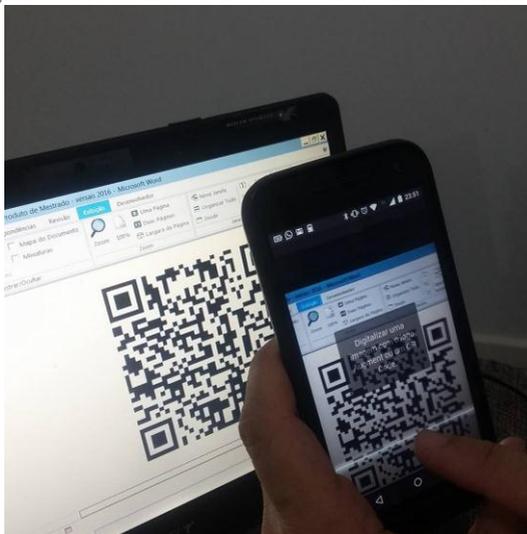
Figura 3- Diagrama de xadrez com seu respectivo QR CODE

3. $c3$ (a vez de jogar passa para as brancas, elas executam um movimento de xadrez tradicional movendo o peão de c2 para c3, conforme figura abaixo – seta VERDE),



Fonte: Produzido pelo Autor

Figura 4 - Acessando os modelos em Realidade aumentada



Fonte: Produzido pelo Autor

Figura 5 - Visualizando os modelos através da Realidade Aumentada



Fonte: Produzido pelo Autor

4.1.1 Variante: Xadrez Gravidade

Conforme (TEODORO, 2000) os seres humanos adquirem noção sobre o formato do planeta Terra muito antes do conceito de gravidade, mas admite que seja difícil para os indivíduos estabelecerem uma relação entre a queda dos corpos na terra, com o movimento deles no espaço.

Os jovens estudantes tendem a associar a força de gravidade com presença de um meio que não seja o vácuo, associando a existência da força atrativa com o ar atmosférico. Concluem assim, que os objetos flutuam no espaço devido à ausência de uma atmosfera. (ZILBERSTAJN, 1983, p. 7)

O primeiro jogo aplicado abordou o conceito de Força Gravitacional, e por isso levou o nome “*xadrez gravidade*”. A cada movimento de uma peça, ações que simulam a força gravitacional acontecem no jogo. A variante apresentada aqui é uma variante do modelo proposto por (NETO e CHAUNIER, 1996) no *site chessvariants.com*. Abaixo no quadro 1, mostramos uma comparação entre a versão original e a apresentada pelo autor desse projeto.

Quadro 1 – Comparação entre a versão original e a apresentada

Variante Original	Variante apresentada aqui
1. Todas as regras da FIDE se aplicam.	1. Não mudou, com exceção que não há punição para movimentos irregulares. Se isso ocorrer, o lance deve ser corrigido. Caso nenhuma das partes tenha percebido o erro, segue o jogo normalmente da posição que se encontra.
2. As ações de atração entre as peças só ocorrem na horizontal e vertical.	2. Mudou. As ações ocorrem em todas as direções, horizontal, vertical e diagonal. No exemplo da as brancas realizam um lance de xadrez tradicional (<i>primeiro diagrama</i>). Completando o lance todas as peças mais próximas nas horizontais, verticais e diagonais, são atraídas para perto desta movida. Obedecendo assim a “ <i>regra da atração</i> ”.

3. O rei não sofre ação de atração.	3. Mudou. O Rei sofre a ação de atração.
-------------------------------------	--

Fonte: Produzido pelo Autor

Com essas duas modificações, o jogo ficou mais dinâmico, e possibilitou que se desenvolvesse uma atividade onde o professor pudesse usar para explicar que as ações gravitacionais ocorrem em todas as direções e entre todos os corpos com massa.

Figura 6 - O peão branco se move, atraindo as peças pela regra da “gravidade”.



Fonte: Produzido pelo Autor

4.1.2 Variante: Xadrez Conservação de Energia

Conforme (SOUZA, 2015), o conceito de energia envolve todas as áreas da ciência da natureza. Tanto Química, Biologia e Física, empregam este conceito, mas a Física particularmente baseia a maioria de seus modelos nesse conceito.

A lei da Conservação de Energia é exata até onde sabemos. Existe “algo” numa certa quantidade, e a esse “algo” chamamos de energia. E não importam as sucessivas transformações que ocorrem na natureza, esta quantidade de “algo”, permanece matematicamente a mesma. (FEYNMAN, 2001, p. 115).

O “*xadrez conservação de energia*” é uma variante criada pelo autor dessa dissertação. Não encontramos em nossa pesquisa, qualquer

referência parecida. É verdade que o conceito de reposição de peças surgiu do xadrez australiano, onde uma partida é disputada em duplas e em dois tabuleiros. As duplas jogam com cores opostas, e cada peça capturada, pode ser recolocada no jogo em qualquer momento da partida pelo seu parceiro, mas no tabuleiro em que ele está jogando. No quadro 2 faremos uma comparação entre essas duas versões.

Quadro 2 – Comparação entre as duas versões

Xadrez Australiano	Xadrez Conservação de Energia
1. Todas as regras da FIDE se aplicam.	1. Não mudou, mas a noção de xeque, ou xeque-mate não existe.
2. É jogado entre duplas e dois tabuleiros.	2. É jogado por duas pessoas apenas.
3. É jogado com dois tabuleiros, onde cada dupla joga com cores opostas.	3. É jogado com apenas um tabuleiro, podendo ser adaptado para meio tabuleiro.
4. É necessário um relógio para controle de tempo.	4. Não existe a necessidade do uso de relógio.
5. A reposição de peças é opcional, e pode ser feita em qualquer lance do jogador que tiver a vez de jogar.	5. A reposição de peça é obrigatória, e deve acontecer imediatamente após o lance de xadrez tradicional do jogador da vez.
6. Na reposição de um peão, ele não pode ser colocado na primeira linha ou oitava linha.	Não mudou.

7. Uma peça não pode ser recolocada no tabuleiro dando xeque.	7. As peças podem ser colocadas no tabuleiro dando xeque, ou xeque-mate.
8. A quantidade de peças no tabuleiro varia bastante, conforme o andamento do jogo e a estratégia de cada jogador.	8. A quantidade de peças no tabuleiro permanece constante durante toda a partida, assim como a soma total de seus valores. O que varia apenas é a cor das peças no andamento do jogo.

Fonte: Produzido pelo Autor

O objetivo do jogo “xadrez conservação de energia”, é buscar a compreensão de que a energia não gasta, pois é algo que existe numa certa quantidade, mas que pode ser transferida de um sistema para outro, ou transformada dentro do próprio sistema.

Considera-se no jogo que as peças brancas compõem um micro-estado denominado “energia branca”, e as peças pretas um micro-estado denominado “energia escura”. Joga-se o xadrez tradicional, porém a cada captura, a peça retirada deve retornar ao tabuleiro com cor oposta. Dessa forma, a energia total do sistema, formada pelos dois micros estados se mantém durante todo o jogo. Nenhuma peça é retirada do jogo, não importando o que acontecer durante a partida. Na figura abaixo temos uma demonstração, as brancas jogam seu peão para frente (**Erro! Fonte de referência não encontrada.** – *primeiro abuleiro – SETA VERDE*), em seguida as pretas respondem capturando o peão avançado (**Erro! Fonte de referência não encontrada.** – *egundo tabuleiro – SETA VERDE*), em seguida o peão branco reaparece no tabuleiro (**Erro! Fonte de referência não encontrada.** – *terceiro tabuleiro - CÍRCULO VERMEHO*), com cor oposta numa casa escolhida pelo autor da captura, obedecendo à regra do jogo “xadrez conservação de energia”.

Figura 7 – A peça capturada se transforma em outra igual de cor oposta.



Fonte: Produzido pelo Autor

4.1.3 Variante: Xadrez Entropia

De acordo com (COVOLAN e SILVA, 2005), o tema entropia carece de pesquisas relacionadas na área da educação, talvez isso seja uma evidência da dificuldade que professores possuem no ensino desse conceito em relação a outros conceitos da Termodinâmica.

Os fenômenos naturais são irreversíveis exatamente por se realizarem sempre no sentido de estados ordenados para estados desordenados. Aumentando a desordem, aumenta a indisponibilidade da energia do sistema, aumentando sua entropia.

Embora tenhamos conhecimento que a energia é conservada, a energia útil para uso humano não é conservada com facilidade. As leis que regem quanta energia estão disponíveis, envolvem um conceito chamado de “entropia” para processos termodinâmicos irreversíveis. (FEYNMAN, 2001, p. 136)

Portanto entropia é um conceito que está associado a toda energia do universo e ao aumento dessa desordem analisada estatisticamente. (JUNIOR, FERRARO e SOARES, 2007, p. 198)

O jogo denominado “*xadrez entropia*”, busca auxiliar professores e alunos no entendimento dos conceitos de irreversibilidade, desordem e energia degradada (não útil). A versão apresentada aqui é uma variante do modelo proposto por (NETO e CHAUNIER, 1996). Inicialmente mudamos o termo “movimento browniano¹”, para

¹ O movimento aleatório das moléculas de um gás não é o chamado movimento browniano. O movimento browniano é um movimento macroscópico de partículas enormes quando comparada às moléculas. Ele pode ser observado com microscópios ópticos.
https://pt.wikipedia.org/wiki/Movimento_browniano

“movimentos randômicos²”, em seguida modificamos algumas regras da proposta inicial, conforme demonstraremos no Quadro 3:.

Quadro 3 – Modificação das regras

Variante Original	Variante apresentada aqui
1. Todas as regras da FIDE se aplicam.	1. Não Mudou
2. Depois de cada jogada, o jogador pode fazer um "movimento browniano" opcional, isto é, escolher uma peça inimiga (exceto o rei e a última peça movida) e colocá-la em um quadrado vazio não atacado pelas peças do jogador.	2. Mudou. O “movimento randômico” passou a ser obrigatório e não opcional.
3. Os bispos, se movidos, devem ser colocados em casas da mesma cor.	3. Mudou. Os bispos, se movidos podem ser colocados em casas de cor oposta a que se encontravam.
4. Um jogador não pode mover a peça que foi usada no último movimento browniano feito pelo adversário.	4. Não mudou.
5. Um jogador deve libertar o rei de um xeque fazendo um movimento tradicional de xadrez. Se isso não for possível, o jogador perde o jogo.	5. Mudou. O jogador pode libertar seu rei de um xeque realizando um lance randômico, desde que respeite todas as regras anteriores.
	6. Se o jogador da vez, cometer uma irregularidade referente ao movimento randômico, o lance deve ser corrigido quando

² Diz-se de estatística que foi obtida por um processo de amostragem aleatória, casual ou acidental. O que é aleatório.

<http://michaelis.uol.com.br/>

	solicitado pelo oponente, ou de sua própria iniciativa. Isso deve ser feito antes que o próximo movimento de xadrez tradicional do adversário seja feito. Caso contrário, segue-se a partida normalmente, e qualquer reclamação posterior perde efeito.
--	---

Fonte: Produzido pelo Autor

A cada movimento de xadrez tradicional, o jogador da vez também executa um lance randômico com uma única peça do adversário. Entende-se como movimento randômico um movimento que não obedece a nenhuma regra específica do xadrez tradicional, a peça escolhida pode ser colocada em qualquer casa do tabuleiro, exceto quando infringir uma ou mais das seis regras do movimento randômico, que são elas descritas no produto educacional, que pode ser encontrado no Apêndice A.

4.2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A pesquisa relatada na presente dissertação teve caráter qualitativo, e os dados foram obtidos através da coleta de informações aplicando o produto educacional desenvolvido em três momentos distintos. Trata-se também de uma pesquisa de ação, pois seu objetivo é produzir novas informações que possam contribuir para o desenvolvimento de práticas pedagógicas, e assim promover condições para ações e transformações de situações dentro da escola.

Os dados foram coletados em um grupo de estudantes do nível médio e fundamental, onde a qualidade do teor das respostas foi o que configurou o aspecto mais importante desta pesquisa.

A organização da pesquisa foi feita utilizando a análise de conteúdo, que segundo (BARDIN, 1977), trata-se de um conjunto de técnicas de análise da comunicação que pode utilizar métodos sistêmicos e práticos de descrição do conteúdo das mensagens analisadas.

Conforme (ANDER-EGG, 1995) a análise de conteúdo possui três passos:

- Estabelecer a unidade de análise: que se refere ao ambiente fundamental de análise, respectivo às palavras chave e/ou às hipóteses sobre determinado assunto.

- Determinar as categorias de análises: que se refere à seleção e classificação dos dados. A chamada categoria de matéria que trata da identificação dos assuntos abordados na comunicação.

- Selecionar uma amostra do material de análise: que trata dos critérios adotados para a seleção da amostra.

Na análise de conteúdo, conforme destaca (BARDIN, 1977) o exame qualitativo não renuncia toda e qualquer formato de quantificação. Somente os indicadores são retidos de maneira não constante, podendo o pesquisador recorrer a testes quantitativos: por exemplo, a aparição de índices similares em discursos semelhantes.

4.2.1 *Categorizando os dados*

Para avaliar os dados decidimos criar quatro categorias hierárquicas baseado nas concepções alternativas dos alunos, e nos dados obtidos durante a pesquisa em função do nível de elaboração das respostas apresentadas pelos estudantes.

- **Categoria A:** respostas boas, mais elaboradas que se apropriam de conceitos físicos, dando-lhes sentido mais correto em suas justificativas.
- **Categoria B:** respostas médias, menos elaboradas, se apropriam corretamente dos conceitos físicos, mas ainda de forma direta e com pouca justificativa.
- **Categoria C:** respostas intermediárias, que apresentam indícios de apropriação dos conceitos, mas que ainda demonstram imprecisão quanto a sua aplicação e sentido dado em suas justificativas.
- **Categoria D:** respostas fracas, incoerentes de modo geral, sem justificativas e sobrecarregadas de impressões do senso comum.

Dentro desse grupo de respostas, ainda classificaremos como respostas **satisfatórias** as das categorias **A** e **B**, enquanto classificaremos as respostas das categorias **C** e **D**, como **insatisfatórias**.

4.2.1 Amostra da pesquisa

A amostra dessa pesquisa foi obtida aplicando o produto educacional descrito nesta dissertação em quatro momentos distintos, de forma direta e indireta. Na forma direta o produto foi aplicado pelo autor, enquanto na forma indireta ele foi aplicado por outros professores treinados previamente.

O primeiro e o segundo momento da aplicação dessa pesquisa se passaram na Escola de Educação Básica Normélio Cunha com alunos do primeiro e segundo ano do ensino médio. A escola pertence ao município de Sombrio/SC e se encontra situada às margens da BR-101 no Km 432.

O terceiro momento ocorreu em duas fases distintas. A primeira fase consistiu em curso de treinamento para dois alunos da Licenciatura em Física do Instituto Federal de Santa Catarina de Araranguá/SC. Já na segunda fase, os professores graduandos aplicaram o produto na Escola de Educação Básica Apolônio Ireno Cardoso situado no Balneário Arroio do Silva.

O quarto momento ocorreu na Universidade Federal de Santa Catarina, no campus de Araranguá/SC. Durante o evento no SLAT Jogos 2016 – I Simpósio Latino Americano de Jogos, o produto educacional foi apresentado na forma de *workshop* a um público aberto e interessado em conhecer o projeto. Nesse momento participaram também o colaborador Márcio Lemos, responsável pela construção dos vídeos em Realidade Aumentada e nossa orientadora.

5 APLICAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL

Neste capítulo iremos relatar os encontros ocorridos durante quatro momentos onde foi aplicado o produto educacional apresentado nessa dissertação. Iniciaremos com a Escola Normélio Cunha onde o produto foi aplicado para duas turmas do ensino médio, em seguida iremos relatar a experiência de dois professores na escola Apolônio Ireno Cardoso, e concluiremos nossa participação no Simpósio Latino Americano de Jogos onde apresentamos o produto a professores, alunos e interessados.

5.1 PRIMEIRO MOMENTO: TURMA DO PRIMEIRO ANO.

Inicialmente, a nossa experiência em sala de aula com as duas turmas dessa escola foi marcada por fatos paralelos. A nova política do governo do estado traçou um panorama ameaçador para as escolas. Nos seis primeiros meses do período letivo de 2016, a direção da E.E.B. Normélio Cunha, por exemplo, sofreu pressão quase que semanal dos órgãos superiores que exigiam que todas as turmas, com um número menor que quinze matrículas, fossem fechadas e seus alunos remanejados. Em função disso, fomos chamados pela direção que, preocupada com a evasão dos poucos alunos, pediu que nos reinventássemos na aula de Física, tendo em vista a forte reclamação por parte dos alunos no núcleo pedagógico que declaravam estar tendo muita dificuldade para acompanhar a aula. Diante dessa necessidade de aumentar as matrículas, a direção correu atrás de alunos que tinham abandonado a escola há anos e, ao final do primeiro bimestre, ainda tínhamos alunos novos surgindo semanalmente na sala, dificultando completamente qualquer prática metodológica que tivesse sendo aplicada naquele período.

Então aplicar o produto educacional nessa escola foi mais que uma necessidade do pesquisador completar seu trabalho, foi uma esperança de amenizar os problemas iniciais ocorridos na escola, e uma tentativa de melhorar os efeitos negativos com a disciplina da Física, muitos deles causados pelo baixo rendimento na aprendizagem de maneira geral que obtiveram nos anos anteriores na maioria das disciplinas.

5.1.1 Primeiro encontro.

Para a realização da primeira aula, foi necessário remover os alunos para a biblioteca. As carteiras na sala de aula são inclinadas, impedindo que a montagem do jogo seja feita sobre elas. Assim foi necessário usar as mesas redondas e planas da biblioteca.

Sanado esse problema, antes de iniciar a atividade, foi feita uma pesquisa oralmente para saber se alguém conhecia e sabia jogar xadrez. O resultado foi que cinco dos alunos já conheciam o jogo de xadrez, sendo que apenas três de fato admitiram que soubessem jogar.

Levando em consideração o conhecimento de alguns alunos sobre o xadrez, eles foram separados em duplas, buscando colocar sempre um aluno que não sabia em parceria com outro que declarou saber jogar.

Para cada dupla foi explicado o movimento de apenas uma peça usando a técnica holandesa de ensino juntamente com um exercício prático para fixar. A atividade teve início com o peão e terminou com o movimento do rei.

O tempo estimado para fixar cada movimento variou entre 5 a 10 minutos, ao final da aula, as duplas já puderam praticar o jogo completo. Vale mencionar que não foi lhes ensinado técnicas de xadrez profissional, ou seja, como proceder numa abertura ou meio do jogo. A liberdade do movimento das peças é fator preponderante no processo de aplicação deste produto educacional, já que jogar xadrez em nível avançado requer anos de estudo, mas a ausência de tal conhecimento não interfere na finalidade da pesquisa.

5.1.2 Segundo encontro

A aula desse dia ocorreu na sala de vídeo, onde iniciamos as atividades assistindo um o vídeo *O Martelo e a Pena - Experimento de Galileu na Lua*³.

Em seguida foi entregue a cada aluno um impresso contendo uma atividade com objetivo de levantar suas concepções alternativas sobre alguns temas que envolvem força gravitacional. A atividade consistia em observar algumas figuras e em seguida responder individualmente um questionário.

Ocorreu uma preocupação por parte dos alunos, se a atividade valia “nota”, e mesmo esclarecendo que apenas se tratava de uma

³ Disponível em: < <https://www.youtube.com/watch?v=HqcCpwIeiu4>> Acessado em 10 de mar. 2016.

pesquisa, muitos tentaram “colar” dos colegas, ou tiveram receio em responder errado. Os alunos encontraram relativa dificuldade com as questões discursivas, e a atividade tomou mais tempo que o programado.

5.1.3 Terceiro encontro

Nesse dia, a aula ocorreu na sala de aula normalmente. Foi distribuído a cada aluno o texto “Um mistério chamado força da gravidade”. A cada aluno foi pedido que fizesse inicialmente uma leitura individual, pedindo-lhes que anotassem palavras (conceitos) que tinham dúvidas quanto ao seu significado.

Em seguida, foi pedido a cada aluno que fosse ao quadro e anotasse as palavras destacadas no seu texto. Na sequência, com o auxílio de um dicionário, procuramos esclarecer o significado de cada palavra, e concluímos a atividade fazendo novamente uma leitura oral do texto.

5.1.4 Quarto encontro

Os alunos foram levados à biblioteca, onde lhes foi dado alguns minutos para prática em dupla do xadrez tradicional como forma de relembrar os movimentos aprendidos na primeira aula.

Em seguida deu-se o início do ensino do jogo “xadrez gravidade”, entregando um manual impresso de partida modelo potencializado com RA (realidade aumentada) para cada aluno. Os alunos conseguiram instalar o aplicativo da *augment* sem problemas. Sanado a maioria das dúvidas, os alunos passaram para a prática do jogo “xadrez gravidade”. A atividade transcorreu bem, os alunos conseguiram jogar várias partidas até o fim da aula. Isso reforçou nossa impressão inicial de que a assimilação das regras do jogo é de médio para fácil.

5.1.5 Quinto encontro

Iniciamos o encontro, retomando de onde paramos no encontro anterior. A aula necessitou ser transferida para o refeitório, já que a biblioteca estava fechada para inventário.

Para a atividade do dia, iniciamos com os alunos praticando livremente o “xadrez gravidade”.

Para motivá-los, foram premiados a cada vitória com um bombom bis. A aula transcorreu de forma divertida, mas alguns alunos ainda apresentavam dúvidas sobre o movimento das peças, principalmente aqueles que não acompanharam todas as aulas.

5.1.6 Sexto encontro

A última aula desse projeto aconteceu na sala de aula normalmente, onde os alunos responderam ao mesmo questionário aplicado no segundo encontro. A avaliação do resultado será descrita no capítulo 6.

5.2 SEGUNDO MOMENTO: TURMA DO SEGUNDO ANO.

O produto educacional aplicado para a turma do segundo ano envolveu o jogo, “xadrez conservação da energia”. As aulas a princípio aconteceriam nas quintas e sextas feiras com uma hora/aula cada dia. No entanto ocorreu que tanto nós quanto a professora de Química, tínhamos apenas uma aula por noite nesses dias conforme o horário escolar. Assim, para diminuir as despesas de combustível, combinamos em fazer uma troca, onde a professora de Química daria duas horas aula numa semana, ficando para nós duas horas aulas na outra semana. Dessa maneira tivemos então semanas com três horas aulas, e outras com apenas uma hora aula e assim seguiu-se até o término do ano letivo

5.2.1 Primeiro encontro

A aula foi realizada na biblioteca, e seguindo o plano de aula, esse dia foi dedicado a aprendizagem do jogo de xadrez tradicional. Boa parte dos alunos já sabia os movimentos das peças, resultado de projetos passados envolvendo xadrez no município. Com a ajuda desses alunos o aprendizado dos demais colegas que ainda não conheciam o jogo de xadrez ocorreu de forma acelerada. O movimento do cavalo é que causou maior dificuldade no processo, mas ao final da aula, todos já sabiam os movimentos necessários.

5.2.2 Segundo encontro

Como nesse dia a biblioteca estava interditada, passamos a realizar a aula no refeitório. Apenas sete alunos compareceram nesse

dia. Iniciamos a aula com instalação de um aplicativo para *smarphone* que possibilita a visualização de modelos animados em 3D com tecnologia de Realidade Aumentada. Para que fosse possível realizar essa atividade, foi necessário pedir para a direção do colégio a liberação da internet aos alunos, pois a rede *wi-fi* é bloqueada nos horários de aula. Um material de apoio impresso foi distribuído para cada aluno.

Com a instalação desse recurso, os alunos puderam dar início ao aprendizado do jogo “*xadrez conservação da energia*”. Não houve dificuldade no aprendizado, às vezes alguns movimentos eram esquecidos. Isso ocorre pela falta de prática do jogador, mas que diminui ao longo do tempo exercitando o jogo.

Com a maioria das dúvidas sanadas, colocamos os alunos para praticar livremente a variante de xadrez. Para incentivar a brincadeira, cada vitória foi premiada com um biscoito bis de chocolate.

5.2.3 Terceiro encontro

A aula ocorreu na sala de data show. Utilizando o texto “A magia da conservação de energia”, foi preparada uma apresentação em slide para os alunos. Os alunos interagiram realizando algumas perguntas. Não foi possível terminar a apresentação, o que ficou para a próxima aula.

5.2.4 Quarto encontro

Neste dia continuamos de onde paramos a aula anterior na sala de data show. Foi feita uma revisão rápida da apresentação e terminamos o restante.

Para a atividade seguinte, foi necessário remover os alunos para o refeitório. Foram distribuídos jogos de xadrez para as duplas e cópias impressas de tabelas para serem preenchidas durante as partidas de “xadrez conservação de energia”. A atividade transcorreu normalmente.

Ao final das partidas, deveriam responder individualmente um questionário. Mas por fim, achamos melhor completar a tarefa no dia seguinte em sala, já que no refeitório percebeu-se que seria difícil fazê-los sair daquele momento lúdico para realização de uma atividade mais formal.

5.2.5 Quinto encontro

Nesse último encontro, os alunos responderam ao questionário que deveria ter sido feito no quarto encontro. No final da aula, conversamos de forma informal sobre o projeto, e agradei a todos pela participação e colaboração nesse trabalho.

5.3 TERCEIRO MOMENTO: CURSO DE TREINAMENTO DE PROFESSORES

O curso de treinamento, conforme relatado anteriormente foi dividido em duas etapas. Na primeira etapa com intenção de preparar futuros professores, foi realizado um curso de treinamento para dois estudantes do Curso de Licenciatura em Física do IFSC (Instituto Federal de Santa Catarina). Na segunda etapa, os estudantes aplicaram o produto educacional em forma de oficina numa escola pública, dentro de outro projeto de extensão do PIBID (Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência) chamado “Novos peões”. Durante a aplicação do produto, com orientação do autor, registraram os encontros num diário de campo e colheram dados através dos questionários. No final os professores foram entrevistados, e puderam relatar sua experiência, e suas percepções pessoais sobre a didática e o resultado obtido com os alunos.

5.3.1 Curso de treinamento para professores

O Treinamento foi realizado pelo autor dessa dissertação nas dependências do Clube de Xadrez IFSC/Araranguá. A realização do curso ocorreu em duas etapas em um único dia com 4 horas aula e com intervalo entre elas.

Na primeira etapa iniciando o curso, fez-se uma rápida apresentação desse projeto de mestrado e da atividade escolhida para o curso que envolvia o conteúdo sobre entropia. Cada professor recebeu a primeira parte do material de apoio didático. O material consistia no manual descritivo passo a passo de como jogar “xadrez entropia”, que estão presentes nos apêndices desta dissertação.

Em seguida dois tabuleiros e peças foram entregues aos estudantes. Como os professores já sabiam jogar xadrez de forma tradicional, iniciamos de imediato o ensino em loco do jogo “xadrez entropia”. Passados todos os movimentos, iniciamos uma breve partida “*autor versus professores*” com o objetivo de sanar todas as dúvidas.

Na hora seguinte, os dois professores formaram uma dupla, e iniciaram uma partida “*professor versus professor*”. Os estudantes se mostraram o tempo todo motivados e demonstraram interesse em conhecer o restante do projeto.

Após um breve intervalo para o café, os professores retornaram e foi entregue a eles a segunda parte do material de apoio didático. Esse material consistia primeiramente de um roteiro explicando passo a passo da instalação de um aplicativo para *smartphones* que possibilita o acesso a um manual animado em 3D com Realidade Aumentada. O andamento dessa parte do curso também foi muito tranquilo, os professores instalaram facilmente o recurso em seus *smartphone* e acompanharam o movimento de cada lance da partida modelo descrita no manual na forma animada pela Realidade Aumentada.

Concluindo essa primeira parte do treinamento, foi entregue aos professores um plano de aula e as atividades que deveriam aplicar na oficina com os alunos. Foi lhes passado algumas orientações, mas frisando que eles tinham liberdade para adaptações na didática se achassem necessário.

5.3.2 Oficina “novos peões”

Abaixo será transcrito um resumo das anotações do diário de campo de um dos professores sobre os procedimentos realizados durante a aplicação do produto na oficina realizada na Escola de Educação Básica Apolônio Ireno Cardoso.

- **Primeiro encontro:** No primeiro encontro os professores optaram em adaptar o texto “Entropia, o universo a caminho da destruição”.
Professores: Compareceram sete alunos e para começar foi feito um pequeno debate e idéias para constatar se a palavra “entropia” tinha algum significado para eles.
Em seguida foi entregue a eles um questionário, e após responderem. Realizamos uma apresentação em slides para data show tomando como base o texto “entropia, o universo a caminho da destruição”.
- **Segundo encontro:** Os professores optaram por fazer com que cada aluno jogasse a partida “xadrez entropia”

individualmente e justificaram da seguinte maneira: **“Nossa intenção era que o aluno desenvolvesse uma maior percepção de jogo.”**

Professores: Compareceram cinco alunos, e para começar foi dado um jogo de xadrez a cada um. Em seguida foi ensinado o “xadrez entropia”, e os alunos praticaram por quarenta e cinco minutos.

Após a prática, foi entregue uma folha impressa a cada aluno, contendo uma tabela com três diagramas na forma de tabuleiro de xadrez para serem completadas durante as partidas. No primeiro diagrama eles deveriam marcar as posições iniciais das peças com bolinhas apenas diferenciando as peças brancas das peças pretas pela cor, enquanto no segundo diagrama deveriam marcar a posição do meio-jogo e no terceiro a posição final da partida.

No final foi entregue a eles um pequeno questionário, e após responderem foram postos em debate para verificar se os grupos estavam de acordo em suas respostas.

- **Terceiro encontro:** último dia do projeto.

Professores: Compareceram cinco alunos, e primeiramente foi lhes lembrado que esta seria a última aula dessa parte do projeto e que seria aplicado um questionário com cinco perguntas para verificar se ocorreu aprendizado sobre o conceito de entropia.

Após a aplicação do questionário, foi entregue outra folha aos alunos, e pedido para que fizessem uma avaliação sobre o projeto.

5.4 QUARTO MOMENTO: PARTICIPAÇÃO NO 1^o SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO DE JOGOS

5.4.1 WorkShop

O quarto momento foi marcado por uma participação na forma de *workshop* no SLATJOGOS (Simpósio Latino-Americano de Jogos) realizado entre os dias 13 a 15 de Outubro de 2016 na Universidade Federal de Santa Catarina – Campus Araranguá. O autor dessa

dissertação junto com Márcio Lemos, colaborador na execução dos recursos da Realidade Aumentada e nossa orientadora de projeto de mestrado Dra. Professora Olga Yevseyva, apresentaram o produto educacional com o título “Jogo de Xadrez Entropia com uso de recursos da Realidade Aumentada”.

A apresentação durou uma hora e meia com um nível básico, e teve como público-alvo todos os interessados em conhecer e aprender sobre o jogo de xadrez entropia e os recursos da realidade aumentada. Para o workshop não foi exigido nenhum conhecimento anterior do jogo de xadrez tradicional, nem do conceito de entropia, tampouco sobre a tecnologia de realidade aumentada ou programação. O único recurso sugerido, mas não obrigatório para participantes foi o porte de um *smartphone*.

Nosso objetivo foi apresentar um jogo para professores, alunos e interessados e permitir que os mesmos pudessem adquirir conhecimentos básicos sobre o conceito de entropia e realidade aumentada de forma lúdica e descontraída, e que pudessem contribuir com dados para essa pesquisa através de uma pesquisa online, dando sua opinião sobre o produto educacional apresentado.

Os assuntos abordados no workshop foram:

- ✓ Jogo de xadrez tradicional;
- ✓ Conceito de Entropia;
- ✓ Jogo de xadrez Entropia;
- ✓ Realidade Aumentada.

A metodologia do workshop seguiu-se da seguinte maneira:

- ✓ Ilustrar as regras do xadrez tradicional utilizando a realidade aumentada;
- ✓ Apresentar o jogo de xadrez Entropia;
- ✓ Ilustrar as regras do xadrez Entropia utilizando a realidade aumentada;
- ✓ Realizar as partidas de xadrez Entropia entre os participantes;
- ✓ Realização de uma atividade escrita.

6 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Neste capítulo vamos apresentar os dados obtidos durante a aplicação do produto educacional nos momentos citados no capítulo 4, e em cima deles faremos uma análise com objetivo de procurar vestígios de uma evolução conceitual.

Devido ao número de faltas ser consideravelmente grande em todas as turmas, selecionou para avaliação apenas aqueles que tiveram uma presença mais efetiva durante o projeto.

Os dados foram obtidos da seguinte maneira:

- ✓ Questionário com os alunos;
- ✓ Entrevistas com professores e alunos;

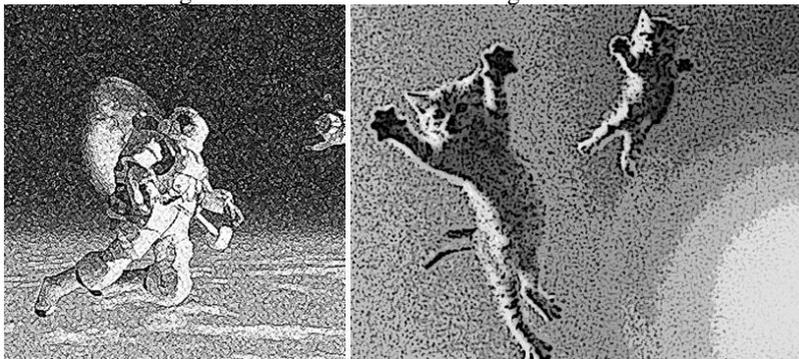
6.1 PRIMEIRO MOMENTO

Como já esclarecido anteriormente, nesta parte foram selecionados oito alunos, que por sigilo serão identificados de forma arbitrária por A1, A2, A3, A4, A5, A6, A7 e A8.

Para avaliar a evolução conceitual dos alunos, foi aplicado um questionário “antes” e outro “depois” da aplicação do produto educacional. Para responder ao questionário, os alunos deveriam antes observar por alguns instantes as duas figuras abaixo. No final apresentaremos tabelas comparativas e faremos uma análise geral deste momento.

6.1.1 Teste inicial (antes)

Figura 8 – Astronauta flutuando e gatos caindo.



Fonte: Produzido pelo Autor

1. Por que os astronautas flutuam?

Quatro respostas na **categoria C**

A1: *no espaço tem falta de gravidade.*

A3: *no espaço existe gravidade, por isso eles flutuam as coisas não tem como cair.*

A4: *por que no espaço tem gravidade.*

A6: *por que no espaço tem bastante gravidade.*

Quatro respostas na **categoria D.**

A2: *por que lá não tem ar.*

A5: *não soube responder.*

A7: *não soube responder.*

A8: *eu acho que eles flutuam por que no espaço não tem ar.*

2. Por que os objetos caem?

Uma Resposta **categoria B.**

A1: *por causa da gravidade.*

Sete respostas na **categoria D.**

A3: *na terra não tem força que ta atraindo, por isso as coisas caem*

A2: A4 e A6: *por causa da força do ar que puxa.*

A5: *por causa de uma força que vem do além.*

A7: *não soube responder.*

A8: *por que existe uma força que é exercida em diferentes elementos.*

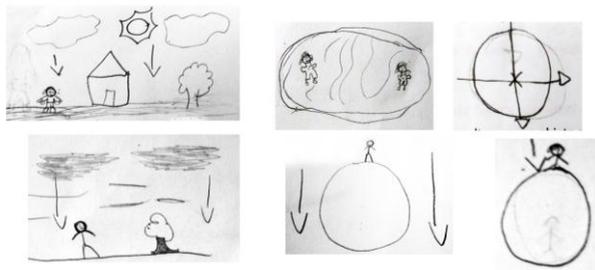
3. Desenhe a Terra no espaço e indique com uma flecha (vetor) a direção (horizontal/vertical/diagonal) e o sentido (para onde ela aponta) da gravidade?

Dentre as respostas dadas, podemos encontrar algumas já previstas conforme pesquisas sobre concepções alternativas, onde os alunos concebem a Terra como sendo plana. Já outros concebem a terra como sendo esférica, mas a maioria ainda entende a gravidade como algo externo a terra, agindo no sentido sempre para baixo.

Conforme (LAUGHY, 2004), esta noção dos alunos sugere que se existisse um túnel atravessando a Terra até o outro hemisfério, os objetos continuariam caindo para o espaço.

Alguns desses desenhos estão reproduzidos abaixo.

Figura 9 – Concepções alternativas sobre a Terra



Fonte: Arquivo do Autor.

Quatro respostas na **categoria C**.

A1, A2, A4, A8: *terra esférica, gravidade na direção vertical apontando para baixo.*

Quatro respostas na **categoria D**.

A3, A5, A6, A7: *terra plana, gravidade na direção vertical apontando para baixo.*

3 *Observe as figuras abaixo, e responda: Existe alguma força de atração entre a maçã e a laranja? Se a resposta for sim, que força é essa? Explique sua resposta.*

Figura 10 - Uma maçã e uma laranja



Fonte: Produzido pelo Autor

Oito respostas na **categoria D**.

A1, A2, A3, A4, A5, A6, A7 e A8: *responderam não, ou não souberam responder.*

5. *Quando os astronautas estão na Lua, dão grandes saltos com mais facilidade do que na Terra. Explique porque você acha que isso acontece?*

Uma resposta na **categoria B**.

A8: *por que na lua ele fica mais leves.*

Sete respostas na **categoria D**.

A1, A3, A4: *por que lá não tem gravidade.*

A2, A6: *por que na lua não tem ar.*

Quadro 4 – categorização da respostas do primeiro momento antes da aplicação do produto.

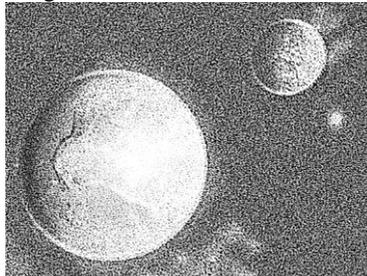
<i>Categorias</i>		<i>Número de</i>	<i>Percentual</i>	
<i>Satisfatórias</i>	<i>A</i>	<i>0</i>	<i>0 %</i>	<i>5 %</i>
	<i>B</i>	<i>2</i>	<i>5 %</i>	
<i>Insatisfatórias</i>	<i>C</i>	<i>8</i>	<i>20 %</i>	<i>95 %</i>
	<i>D</i>	<i>30</i>	<i>75 %</i>	

Fonte: o autor

6.1.2 Teste Final (depois)

1. *Observe a figura abaixo. O que acontece com o valor da força de atração entre a terra e lua, se aumentarmos a distância entre elas?*

Figura 11 - Terra e Lua



Fonte: Produzido pelo Autor

Três respostas na **categoria A**.

A1 e A4: *ela diminui com a distância.*

A6: *Quando aumenta a distância menor a gravidade, e quando diminui maior.*

Três respostas na **categoria C**.

A2: *diminui porque quanto mais alto, ta longe do chão.*

A3: *diminui, porque ao invés de ter gravidade acaba caindo.*

A8: *diminui, se não a lua iria cair.*

Dois respostas na **categoria D**.

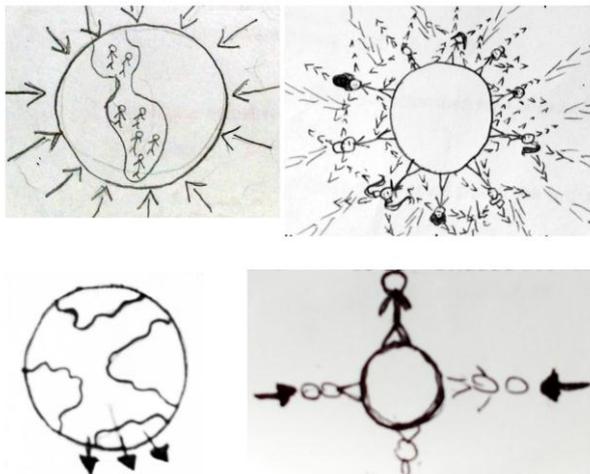
A5: *aumenta por causa da força da gravidade.*

A7: *diminui, por que lá em cima o espaço é maior.*

2. *Desenhe a Terra no espaço e indique com uma flecha (vetor) a direção (horizontal/vertical/diagonal) e o sentido (para onde ela aponta) da gravidade?*

Repetindo a pergunta do questionário aplicado antes, podemos perceber uma evolução nos desenhos conforme figura abaixo.

Figura 12 – Depois da aplicação do produto



Fonte: Arquivo do Autor

Três respostas na **categoria A**.

A1, A2, A4: *terra esférica, gravidade em todas as direções apontando para Terra.*

Quatro respostas na **categoria B**.

A3, A6: *Terra esférica, gravidade na direção horizontal e vertical apontando para Terra.*

A5: *Terra esférica, gravidade na direção horizontal nos dois sentidos apontando para Terra.*

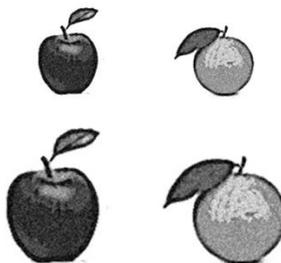
A7: *Terra esférica, gravidade direção vertical, sentido para baixo.*

Uma resposta na **categoria C**.

A8: *Terra esférica, gravidade direção vertical, sentido para fora da Terra.*

3. *Observe as figuras abaixo, e responda: Se dobrarmos o tamanho da maçã e da laranja e mantivermos a distância, o que ocorre com o valor da força de interação entre elas? Justifique sua resposta.*

Figura 13 - Uma maçã e uma laranja



Fonte: Produzido pelo Autor

Oito respostas na **categoria B**.

Todas as respostas foram parecidas, todos acertaram que a força aumenta.

4. Um astronauta pousa em um planeta que tem a mesma massa da Terra, mas com diâmetro duas vezes maior. Como o peso do astronauta ali difere e seu peso na Terra?

Duas respostas na **categoria A**.

A1, A8: a distância do astronauta ao centro do planeta aumentou, ele ficou mais leve que na terra

Quatro respostas na **categoria B**.

A2, A3, A4 e A6: *o peso dele diminui.*

Uma resposta na **categoria C**.

A5: *acho que ele fica mais leve*

Uma resposta na **categoria D**.

A7: *o planeta é maior que a Terra, ele ficou mais pesado.*

5. A força da gravidade é mais intensa sobre um pedaço de papel amassado do que sobre um mesmo pedaço de papel quando não está amassado? Explique também por que o papel amassado cai mais rápido? Justifique sua resposta.

Três respostas na **categoria A**.

A1: *a força é igual, a massa deles é a mesma. O amassado cai mais rápido por que tem menos resistência do ar.*

A5, A8: *a força é a mesma. Na Terra o amassado cai mais rápido que na Lua, por que aqui tem resistência do ar.*

Quatro respostas na **categoria B**.

A2, A3, A4 e A6: *ela é igual*

Uma resposta na **categoria D**.

A7: *no amassado é maior, ele cai primeiro.*

Quadro 5 - categorização da respostas do primeiro momento depois da aplicação do produto.

<i>Categorias</i>		<i>Número de</i>		<i>Percentual</i>	
<i>Satisfatórias</i>	<i>A</i>	<i>11</i>		<i>27,5 %</i>	<i>77,5 %</i>
	<i>B</i>	<i>20</i>		<i>50 %</i>	
<i>Insatisfatórias</i>	<i>C</i>	<i>7</i>		<i>17,5 %</i>	<i>22,5 %</i>
	<i>D</i>	<i>2</i>		<i>5 %</i>	

Fonte: Produzido pelo Autor

Análise: A qualidade das respostas melhorou bastante do teste inicial para o final. Mas ocorreu ainda uma resistência grande por parte dos alunos em aceitar a gravidade como algo relacionado à massa da Terra, preferindo explicar sua existência a algo externo. Isso melhorou a compreensão dos alunos na forma da terra, no sentido da gravidade e principalmente na existência de uma força gravitacional entre todos os corpos, onde 100 % responderam corretamente. E finalmente observamos uma pequena evolução na questão relacionada à rapidez com que os corpos caem, onde a maioria entendeu que ela depende da resistência do ar e não de sua massa.

Comparando os resultados de antes e depois:

Quadro 6 – comparação dos resultados pelo número de respostas e respectivos percentuais

<i>Categorias</i>		<i>Número de</i>			<i>Número de</i>		
<i>Satisfatórias</i>	<i>A</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>5</i>	<i>11</i>	<i>27,5</i>	<i>77,5</i>
	<i>B</i>	<i>2</i>	<i>5</i>	<i>%</i>	<i>20</i>	<i>50</i>	
<i>Insatisfatórias</i>	<i>C</i>	<i>8</i>	<i>20</i>	<i>95</i>	<i>7</i>	<i>17,5</i>	<i>22,5</i>
	<i>D</i>	<i>30</i>	<i>75</i>	<i>%</i>	<i>2</i>	<i>5 %</i>	

Fonte: Produzido pelo Autor

Analisando o quadro acima observamos que no teste inicial obtivemos apenas 5 % de respostas entre as categorias A e B somadas e consideradas satisfatórias, e 95 % entre as categorias C e D que são consideradas insatisfatórias nessa pesquisa. Já na fase final encontramos 77,5 % de respostas entre as categorias A e B, 72 % a mais que o teste inicial, enquanto apenas 22,5 % entre as categorias insatisfatórias C e D, onde a queda maior foi notada na categoria D que diminui em 70 %, a maior registrada em todas as amostras descritas nesta dissertação. Concluímos com nossa análise e dentro da categorização que estipulamos que o objetivo foi alcançado no primeiro momento.

6.2 SEGUNDO MOMENTO

A turma é formada apenas por nove alunos e ficou difícil realizar uma avaliação “antes” e “depois” como no primeiro momento devido ao grande número de faltas, principalmente nos primeiros encontros de sexta feira.

Os alunos, por sigilo, serão identificados de forma arbitrária por A1, A2, A3, A4, A5, A6, A7, A8 e A9 quando citados.

O questionário descrito abaixo foi aplicado durante a aplicação do produto como atividade enquanto ocorriam partidas de xadrez conservação de energia conforme metodologia proposta no produto educacional.

1. Dois corpos a temperaturas diferentes 30°C e 70°C, são colocados em contato. O que se verifica com a quantidade de energia térmica de cada corpo após certo tempo? Explique.

Concepção alternativa conforme (LOUZADA, ELIA e SAMPAIO, 2015): calor não é energia e sim uma substância. Objetos com diferentes temperaturas em contato um com outro, não necessariamente atingirão a mesma temperatura (equilíbrio térmico não é um conceito).

Duas respostas na **categoria A**.

A2: *haverá uma variável em que um receberá e o outro ganhará energia térmica.*

A4: *eles vão ficar com a mesma quantidade de energia. Um perderá e o outro ganhará.*

Três respostas na **categoria B**.

A1, A3: *eles compartilham energia térmica entre si.*

A5: *uma vai ganhar energia e o outro vai perder.*

2. *Considere as peças de xadrez sendo dois estados de energia, uma é energia branca (peças brancas) e a outra a energia escura (peças pretas). O que acontece com a “quantidade” de energia dos dois sistemas durante a partida?*

Concepção alternativa conforme Jacques (JACQUES, 2008): O modelo de “transferência de fluxo” em que Energia é pensada como algo que pode fluir de um corpo para o outro. A Energia é algo que pode ser contido, dado, conduzido ou transportado.

Cinco respostas na **categoria B**.

Todos eles responderam de forma muito parecida com o aluno A3: *“a quantidade de energia deles muda”*.

3. *Em relação à soma da quantidade total da energia dos dois sistemas juntos o que acontece com ela durante o jogo?*

Concepção alternativa conforme (JACQUES, 2008): Os alunos não consideram a conservação de energia, concebem-na como um algo de vida-curta que se extingue com o passar do tempo.

Cinco respostas na **categoria B**.

Todos os alunos chegaram à mesma conclusão, respondendo de forma parecida com a dada pelo aluno A1: *“ela se mantém sempre igual”*.

4. *Qual conclusão você poderia obter dessa experiência sobre a quantidade de energia dos sistemas durante o jogo?*

Quatro respostas na **categoria B**.

Quatro alunos responderam: *“um tem que perder para outro ganhar.*

Uma resposta na **categoria D**.

O aluno A4 não respondeu a questão.

5. *Analizando essa experiência que você vivenciou durante o jogo, você pode afirmar que durante a partida a energia foi:*

Concepção alternativa conforme (JACQUES, 2008): A energia é vista pelos alunos como algo que pode ser gasta ou produzida.

- a) *destruída e produzida;*
- b) *destruída e transformada;*
- c) *apenas transformação de uma energia em outra;*
- d) *gasta e produzida;*

Três respostas na **categoria A**.

A1, A2 e A3: *assinhou a opção correta, letra C.*

Duas respostas na **categoria D**.

A4: *assinhou a letra A.*

A5: *assinhou a letra D.*

Análise: todos perceberam que a variação de energia de um sistema está associada à variação de energia do outro sistema, mas que a soma total é sempre constante. Objetivo foi alcançado, pois de acordo com (FEYNMAN, 2001) a conservação da energia só pode ser compreendida se apresentarmos um método que atenda todas as suas formas. Sendo o método matemático o mais usado pela Física para explicar o fenômeno da conservação da energia.

Verificando o quadro abaixo, podemos ainda analisar a categoria das respostas.

Quadro 7 – categorização das respostas no segundo momento.

<i>Categorias</i>		<i>Número de</i>	<i>Percentual</i>	
<i>Satisfatórias</i>	<i>A</i>	<i>5</i>	<i>20 %</i>	<i>88 %</i>
	<i>B</i>	<i>17</i>	<i>68 %</i>	
<i>Insatisfatórias</i>	<i>C</i>	<i>0</i>	<i>0 %</i>	<i>12 %</i>
	<i>D</i>	<i>3</i>	<i>12 %</i>	

Fonte: Produzido pelo Autor

Como mencionado anteriormente, não temos uma comparação dessa turma com respostas antes e depois. Mas as respostas no teste final demonstraram que 88% ficaram entre as categorias A e B consideradas satisfatórias, mas as respostas na categoria B foram 48% maiores que na categoria A que ficaram em apenas 20%.

Enquanto o restante de 12% se concentrou em respostas insatisfatórias na categoria D. Consideramos que nesse segundo momento, a meta também foi alcançada.

6.3 TERCEIRO MOMENTO

Esta avaliação foi feita através de uma entrevista com os dois estudantes de licenciatura, e uma análise dos resultados obtida por eles na aplicação do produto com os alunos no projeto em forma de oficinas chamado “novos peões”.

6.3.1 Avaliação questionário com os professores.

A avaliação ocorreu através de entrevista com os dois professores graduandos, onde abaixo está uma síntese de suas declarações. Os graduandos estão identificados como G1 e G2

1. Vocês gostaram da experiência em trabalhar com o Ensino de Física usando o jogo de xadrez?

Os professores se empenharam bastante na aplicação do produto, e por fim acabaram cobrando uma ampliação do curso para aprender os demais jogos.

G1. Gostamos muito, sentimos que tornou o conceito bem visível, e percebemos que ocorreu uma evolução bem grande em alguns alunos.

2. Em relação à didática, encontraram alguma dificuldade na aplicação do produto?

De uma maneira geral, foi possível perceber pelas respostas, que os professores consideraram a didática funcional para os alunos mais avançados no jogo de xadrez, mas a aplicação na forma de oficina encontrou obstáculos devidos à diferença de séries. Também foi identificada nessa escola dificuldades no acesso livre à Internet para os alunos nas escolas públicas, já apontada pelo autor na aplicação no segundo momento.

G1. Existiram dúvidas, pertinente a falta de experiência de alguns em jogar xadrez, que misturavam os lances ou esqueciam-se de executar alguns movimentos. Também não foi possível utilizar o recurso de Realidade Aumentada por não termos acesso à Internet.

G2. A didática proporcionou uma dinâmica legal, isso deu para perceber pelo comportamento dos alunos, principalmente para quem já

sabia jogar, acredito que proporcionou um interesse maior para aprender sobre entropia.

Mas teve dificuldades porque tinham turmas misturadas, de séries diferentes e realmente para esses ficou difícil entenderem o conceito.

3. Em relação ao uso da Realidade Aumentada, o que acharam?

G1. Foi muito legal, achamos muito fácil usá-lo. Facilitou bastante para tirarmos algumas dúvidas em casa depois do curso.

G2. Acho que pode ajudar bastante para entender como se joga. Apenas lendo, achei um pouco difícil. Não deu para aplicar na oficina, pois não tínhamos conexão livre de internet. E talvez, acho que a maioria dos alunos do município é pobre, e não possuem um aparelho adequado ainda para isso.

6.3.2 Avaliação das aulas pelos alunos.

1. O que você achou do curso?

Todos os alunos declaram que gostaram, apontando vários aspectos positivos do curso. Entre algumas respostas destacamos:

Um aluno respondeu: eu achei este curso muito bom, me ensinou táticas de concentração, além de ser divertido aprender sobre “entropia”, me ajudou muito em Física.

Outro aluno respondeu: achei muito interessante, as aulas foram bem explicadas e eu entendi a maioria das coisas ensinadas. Acho que não tem nada para melhorar a meu ver.

2. Você gostaria de aprender mais Física jogando xadrez?

Os alunos responderem que sim, destacando aspectos já destacados na primeira pergunta como: *“ajuda na concentração e é divertido”*. Entre algumas respostas diferentes destacamos: *Para mim que não amava o xadrez nem a Física foi muito bom, aprendi várias coisas.*

Já outro destacou a importância de retornar as aulas: *Seria muito bom retornar as aulas com esse tipo de ensino.*

6.3.3 Avaliação dos resultados com os alunos.

Os dados abaixo foram obtidos com três alunos do 9^a ano do ensino fundamental, um do 1^o ano e um do 2^o ano do ensino médio. Os alunos serão identificados da seguinte maneira: A1-f, A2-f, A3-f para os alunos do 9^a ano do ensino fundamental, A4-1m para o aluno do 1^a ano do ensino médio e A5-2m para o aluno do 2^a ano do ensino médio.

O questionário aplicado no primeiro encontro foi avaliado pelos dois professores seguindo o critério de categorização estabelecido pelo autor dessa dissertação no capítulo 4. O questionário consistia nas seguintes perguntas.

1. Duas barras de aço a temperaturas diferentes 30°C e 60°C, são colocadas em contato. O que se verifica após certo tempo? Explique.

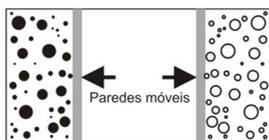
2. Você observa num certo dia um terreno cercado com um monte de areia. Nos dias que seguem, percebe que o monte de areia está diminuindo, mesmo sabendo que não ocorreu nenhuma intervenção humana ou de qualquer outro ser vivo. O que você acha que aconteceu? Explique.

3. Agora imagine a mesma areia espalhada pelo chão. Você acredita que ela poderia vir a ser reunida sem a intervenção humana e formar um monte novamente? Explique.

4. Na figura abaixo temos um recipiente isolado de influências externas contendo dois gases contidos por duas paredes móveis, de forma que lembre as peças de xadrez agrupado no início de uma partida. No restante da caixa retiramos tudo, produzindo vácuo.

Figura 14 - Gases confinados em um recipiente com paredes internas móveis

SITUAÇÃO A



Caixa com divisória entre gás e vácuo

O que aconteceria com as moléculas desses gases se retirasse as paredes móveis? Represente nas caixas vazias da figura abaixo a situação imaginada.

Figura 15 - Espaço para o aluno preencher

SITUAÇÃO B	SITUAÇÃO C
Caixa Imediatamente após remover a separação.	Alguns minutos depois

5. Sua vovó acabou de retirar do forno “quente”, aquela torta deliciosa de maçã e a deixou por um tempo sobre a mesa. Depois de um tempo nota-se que a torta esta “fria”. Em sua opinião, por que isso acontece?

Quadro 8 – categorizando as concepções prévias no terceiro momento

<i>Categories</i>	<i>Número de respostas</i>	<i>Percentual</i>		
<i>Satisfatórias</i>	<i>A</i>	<i>1</i>	<i>4 %</i>	<i>16 %</i>
	<i>B</i>	<i>3</i>	<i>12 %</i>	
<i>Insatisfatórias</i>	<i>C</i>	<i>8</i>	<i>32 %</i>	<i>84 %</i>
	<i>D</i>	<i>13</i>	<i>52 %</i>	

O questionário aplicado no terceiro e último encontro foram avaliados pelo autor dessa dissertação seguindo os critérios de categorização estabelecidos no capítulo 4.

1. Durante uma partida de “xadrez entropia”, o jogador A, foi anotando alguns diagramas da partida em intervalos de tempo. Em um determinado momento, enquanto observava a evolução dos diagramas, fez a seguinte afirmativa ao jogador B: “Se continuarmos jogando até o final, é impossível que em algum momento, as peças voltem à posição inicial do jogo naturalmente, sem que façamos isso de propósito”.

Qual sua opinião sobre a afirmativa do jogador A?

Concepção alternativa: Segundo (COVOLAN e SILVA, 2005) não existe concordância entre os alunos que o aumento de desordem seja naturalmente o resultado mais provável depois de acontecimentos espontâneos.

Cinco respostas na **categoria B**.

Nas suas respostas os alunos A1-f, A2-f e A3-f, concordaram plenamente com a afirmativa do jogador A:

A1-f: “*acho que não tem chance de acontecer mesmo*”.

A2-f e A3-f: “*ele está certo*”.

O aluno A4 também concordou que é difícil acontecer, mas considerou a probabilidade que isso ocorra de forma não natural, jogando para trás:

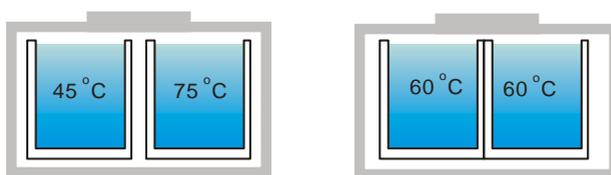
A4-1m: “*é bem difícil acontecer, a não ser que a gente jogue de propósito para trás*”.

A resposta dada pelo aluno A5-2m foi interessante, ele não concordou com a afirmativa do jogador A, mas, entretanto considerou que seria difícil na medida em que as peças (nossa energia de forma análoga) fossem retiradas do tabuleiro.

A5-2m: “*sim, pode voltar pro mesmo lugar, mas só quando nenhuma das peças não tiver sido tomada*”.

2. Temos dois copos de alumínio com água separada entre si e isoladas dentro de uma caixa de isopor. No primeiro copo a água se encontra a 45°C, e no segundo a 75°C (figura abaixo - ANTES). Em seguida encostando os dois copos entre si verifica-se que passado algum tempo ambos encontram-se na mesma temperatura média de 60°C (figura abaixo – DEPOIS).

Figura 16 - Copos contendo água e isoladas dentro de um isopor



Analizando o enunciado acima, você acredita que possa ocorrer o processo inverso de forma espontânea, ou seja, que as massas de água, ambas agora a 60°C (figura acima – DEPOIS),

voltem às temperaturas que anteriormente eram de 45°C e 75°C (figura acima – ANTES)? Justifique sua resposta.

Concepção alternativa: De acordo com (COVOLAN e SILVA, 2005), o aluno imagina que o calor é transferido nos dois sentidos⁴, e concebe a existência de um calor frio e um calor quente.

Transporte, transformação, conservação e degradação de Energia não são conceitos adotados pelos estudantes que vêem energia como algo relacionado à ação de um agente e o efeito provocado por essa ação.⁵

Quatro respostas na **categoria A**.

Nas repostas dos alunos A1-f, A2-f, A3-f, e A4-2m, percebemos que os alunos foram capazes de identificar que o fenômeno é irreversível.

A1-f e A3-f: *não, pois quando ficarem no mesmo ambiente será impossível uma ficar mais quente do que outra, ou mais fria.*

A2-f: *acredito que não, pois as temperaturas já se ajustaram, não teria como voltar à anterior de modo natural.*

Uma resposta na **categoria D**.

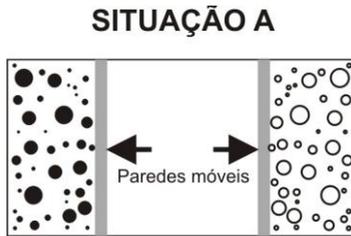
A5-2m: *unindo os dois corpos, as temperaturas se igualam, então talvez, separando-os o processo possa ser invertido de forma natural.*

3. Na figura abaixo temos um recipiente isolado de influências externas contendo dois gases contidos por duas paredes móveis, de forma que lembre as peças de xadrez agrupado no início de uma partida. No restante da caixa retiramos tudo, produzindo vácuo.

⁴ No estudo da física moderna, vemos que a transferência de calor por radiação entre dois corpos a temperaturas diferentes ocorre nos dois sentidos. Tanto **A** cede calor para **B**, como **B** cede calor para **A**, embora o saldo de calor de esteja sempre orientado para o corpo de temperatura mais baixa. (GASPAR, 2004, p. 317)

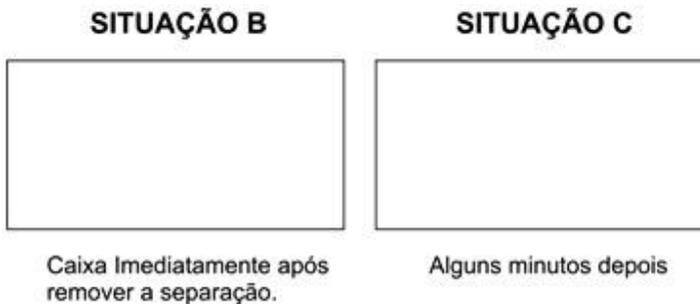
⁵ Disponível em: <
http://api.adm.br/GRS/referencias/SEGUNDA_LEI_DA_TERMODINAMICA.pdf> Acessado em 22 de fev. 2017.

Figura 17 - Gases confinados em um recipiente com paredes internas móveis



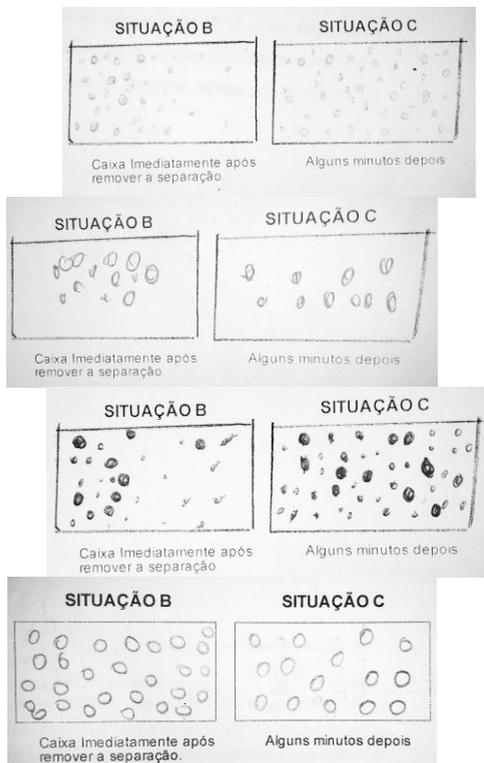
O que aconteceria com as moléculas desses gases se retirarmos as paredes móveis? Represente nas caixas vazias da figura abaixo a situação imaginada.

Figura 18 - Espaço para o aluno preencher



Quatro respostas na **categoria A**.
Alunos A1-f, A2-f, A3-f e A4-1m:

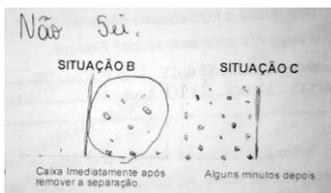
Figura 19 - Espaços preenchidos pelos alunos



Uma resposta na **categoria D**.

Aluno A5-2m:

Figura 20 - Espaço preenchido pelo aluno A5-2m



4. Analisando sua resposta no exercício anterior, é possível que o inverso aconteça espontaneamente? Ou seja, será possível que todas as moléculas desse gás se concentrem como estavam no início sem a intervenção humana?

Duas respostas na **categoria A**.

A1-f: *não, porque não pode ser separado novamente sem a intervenção humana.*

A2-f: *não, depois de espalhado o gás não pode ser recriado o vácuo sem interferência.*

Duas respostas na **categoria B**.

A3-f: *sem a intervenção humana não é possível*

A4-1m: *a situação de antes vai ter que mudar para depois, e depois se eles querem voltar, não vão conseguir.*

Uma resposta na **categoria D**.

A5-2m: *de certa forma algumas moléculas podem ser agrupar para que não se separem no ar, pois tudo está continuamente em evolução.*

5. Dê exemplos do seu cotidiano onde ocorrem processos irreversíveis na natureza?

Duas respostas na **categoria A**.

A1-f e A2-f: *apontar um lápis, rasgar um papel, arrancar um fio de cabelo.*

Três respostas na **categoria B**.

A3-f: *ao apontar um lápis eu altero seu tamanho original.*

A4-1m: *uma fruta quando apodrece.*

A5-2m: *a queima da madeira.*

Análise: Em todas as respostas sentiu-se que os alunos perceberam que é difícil que o jogo volte para trás de forma natural. Mesmo aquele quem não concordou de imediato, destacou que a probabilidade é muito pequena. A maioria aceitou a irreversibilidade e a degradação como conceitos físicos. Dessa forma, o objetivo foi alcançado.

Podemos analisar a categoria das respostas na tabela abaixo.

Quadro 9 – categorização das respostas no terceiro momento.

<i>Categorias</i>		<i>Número de respostas</i>	<i>Percentual</i>	
<i>Satisfatórias</i>	<i>A</i>	<i>12</i>	<i>48 %</i>	<i>88 %</i>
	<i>B</i>	<i>10</i>	<i>40 %</i>	
<i>Insatisfatórias</i>	<i>C</i>	<i>0</i>	<i>0 %</i>	<i>12 %</i>
	<i>D</i>	<i>3</i>	<i>12 %</i>	

Comparando as tabelas antes e depois da aplicação do produto:

Quadro 10 – comparação dos resultados antes e depois

<i>Categorias</i>		<i>Número de</i>			<i>Número de</i>		
<i>Satisfatórias</i>	<i>A</i>	<i>1</i>	<i>0</i>	<i>5 %</i>	<i>12</i>	<i>48</i>	<i>88 %</i>
	<i>B</i>	<i>3</i>	<i>5</i>		<i>10</i>	<i>40</i>	
<i>Insatisfatórias</i>	<i>C</i>	<i>8</i>	<i>20</i>	<i>95 %</i>	<i>0</i>	<i>0 %</i>	<i>12 %</i>
	<i>D</i>	<i>13</i>	<i>75</i>		<i>3</i>	<i>12</i>	

Percentualmente os resultados mostram um salto de 5% para 88% das respostas consideradas satisfatórias somando as categoria A e B. A evolução maior ficou na categoria A, onde o salto foi de 0% para 48 % de respostas satisfatórias.

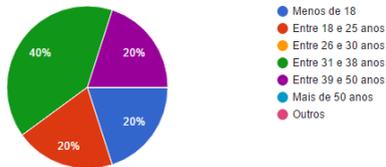
As respostas insatisfatórias caíram de 95% para 12 %, sendo na categoria D que observamos uma diminuição maior de 75% para 12%.

Análise Geral: Podemos concluir que houve progresso na qualidade das respostas, o percentual de respostas satisfatórias na categoria A e B superam 80% nas três amostras. Se olharmos somente para as questões na categoria A, o percentual ficou abaixo de 32 %, o que demonstra a dificuldade que os alunos encontraram na elaboração de respostas mais articuladas se apropriando dos conceitos físicos abordados. Observamos também que as respostas na categoria D diminuíram de 75% para menos de 10% depois da aplicação do produto, o que demonstra evolução.

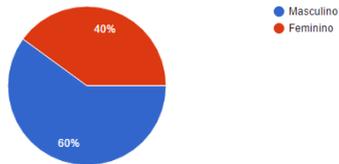
6.4 QUARTO MOMENTO

Foram ao todo dezoito participantes no workshop, entre os quais alguns eram professores do ensino médio e outros estudantes de várias áreas da graduação da UFSC. Apenas cinco dos participantes responderam o questionário online, mas o resultado da pesquisa foi positivo, e no ambiente do workshop as dinâmicas funcionaram sem dificuldades para os presentes. O questionário online apresentou as seguintes informações:

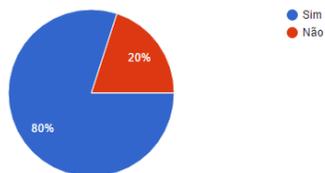
1) Qual a sua idade? (5 respostas)



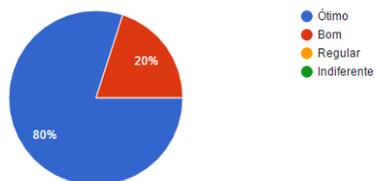
2) Sexo (5 respostas)



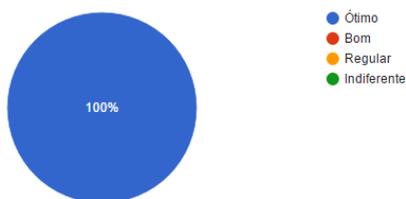
3) Você é estudante da UFSC (5 respostas)



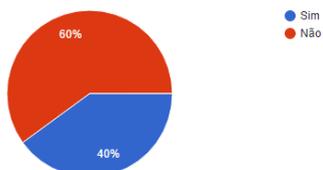
4) Avalie a clareza e objetividade na explicação do conteúdo do Workshop
(5 respostas)



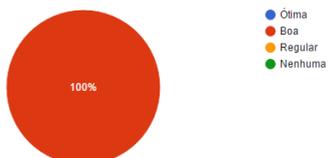
5) Avalie os procedimentos didáticos do Workshop (5 respostas)



6) Antes do Workshop, você tinha algum conhecimento prévio sobre o conceito de Entropia?
(5 respostas)



7) Se a resposta anterior foi não, como considera que foi sua aprendizagem sobre o conceito?
(3 respostas)



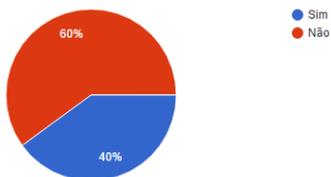
8) Você considera que a abordagem apresentada no Workshop ajuda na compreensão do conceito de Entropia?

(5 respostas)



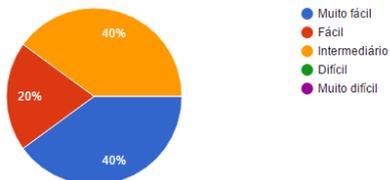
9) Você já teve alguma experiência anterior com Realidade Aumentada?

(5 respostas)



10) Avalie o grau de dificuldade na utilização dos recursos técnicos (Realidade Aumentada)

(5 respostas)



11) Você gostaria de ter mais experiência de Realidade Aumentada na sala de aula?

(5 respostas)



12) Coloque aqui suas críticas, sugestões e observações sobre o que poderia ser melhorado na abordagem apresentada.

(2 respostas)

Adorei, precisamos de mais workshops como este. Valeu.

Adorei, precisamos de mais workshops como este. Valeu.

Alguns professores em particular se mostraram mais interessados, e viram nesse projeto potencial para ser usado com crianças do Fundamental I e buscaram obter mais informações no final do *Workshop*. Como o objetivo principal era apresentar um produto educacional diferente, e despertar o interesse de profissionais e estudantes, consideramos que o objetivo aqui também foi alcançado.

7 CONCLUSÃO

Dessa maneira assumimos desde o princípio o desafio de construir um produto educacional utilizando o jogo de xadrez para ser utilizado no ensino de Física que pudesse ser agradável, inovador e de fácil assimilação para professores e alunos.

Mais especificamente, nossa meta era construir uma metodologia adequada para o ensino escolar no qual fosse possível ensinar alguns conceitos da Física através de analogias com variantes do jogo de xadrez. É importante ressaltar que nunca foi nossa preocupação levar o jogo de xadrez para sala de aula, com objetivos semelhantes àqueles onde se ensina o jogo de xadrez para produzir jogadores com técnica para competição como geralmente acontece em clubes ou projetos de fundações esportivas.

É verdade que o jogo de xadrez possui virtudes que vão muito além de metas que possam ser estipuladas dentro de uma sala de aula. Nessa pesquisa enfatizamos duas delas: seu benefício lúdico e educativo que demonstram ter boas possibilidades de apoio a aprendizagem no que diz respeito a melhoria nas condições do pleno exercício de uma educação vantajosa, inventiva, reflexiva e participativa.

Embora, a premissa seja implantar projetos escolares com propósitos que vão além de desenvolver o cognitivo dos alunos, por exemplo, formar jogadores com potencial para competições de xadrez, excelente. Entendemos que esses projetos serão de grande valor para o futuro, pois formarão uma base, encurtarão caminhos para futuros professores interessados em usar o xadrez como ferramenta em diversas áreas do ensino formal.

Entretanto, para a criação de projetos potencializados, onde se buscará explorar todos os benefícios que o jogo de xadrez possa oferecer, é necessário que existam profissionais bem mais qualificados.

(...), para que o ensino do xadrez nas escolas seja potencializado, faz-se necessário que os professores sejam capacitados adequadamente para exercer tal atividade. As capacitações, que normalmente são organizadas pelas federações de xadrez, muitas vezes são ministradas por bons jogadores, mas com pouca ou nenhuma experiência pedagógica, o que ocasiona uma

exploração superficial do potencial educativo do jogo. (SILVA, 2010, p. 224)

Podemos exemplificar nossa experiência no terceiro momento onde dois professores iniciaram um projeto de xadrez denominado “novos peões”, meses antes de aplicarmos o produto. O sucesso do projeto, sem dúvida, passou pela experiência do professor G1, que durante todo seu período escolar, foi um atleta ativo, defendendo o município em várias competições regionais e estaduais como jogador de xadrez e agora se dedica também ao ensino de Física e xadrez.

Qualquer professor que deseje trabalhar com xadrez, deverá se preparar bem anteriormente, a fim de poder sanar a maioria das dúvidas que possam surgir em seus alunos. Não é diferente de quando se planeja uma aula, e decide realizar um experimento em laboratório. A preparação é necessária para que nada de errado aconteça, tentando levar uma dinâmica saudável e competente aos seus alunos.

Ao aplicar o produto na E.E.B. Normélio Cunha, tivemos uma importante experiência mencionada no capítulo 5, onde mais do que nunca foi necessário se reinventar como professor para atingir uma classe de especial de alunos diferenciados. Como resultado não podemos dizer que salvamos a educação, prevaleceu inicialmente muito mais o caráter lúdico do jogo de xadrez do que o educativo, principalmente na turma do primeiro ano onde tínhamos um grupo maior e não homogêneo quanto aos saberes. Mas podemos afirmar que a visão negativa melhorou, os alunos do segundo ano como exemplo, pediram mais atividades que envolvessem o xadrez, e no segundo levantamento feito na metade do ano pelo núcleo pedagógico, a disciplina de Física foi a única que não obteve reclamações por parte dos alunos em todas as séries. Não estamos afirmando aqui que passamos de piores para melhores, mas ocorreram melhoras significativas nas relações entre o pesquisador e seus alunos, e mesmo quando já não aplicávamos mais o xadrez no segundo semestre, muitos preferiam, por exemplo, as aulas de Física em relação a outras, conforme declarou-nos certo dia o professor de Filosofia. De acordo com (FEYNMAN, 2001), *“o melhor ensino só pode ser praticado quando há uma relação individual direta entre estudante e um bom professor – uma situação em que o estudante discute as idéias, pensa sobre as coisas e fala sobre elas”*.

Outros problemas relevantes foram identificados durante a aplicação do produto, como, por exemplo, a falta de espaço apropriado. As carteiras da sala de aula geralmente não são adequadas para a montagem dos jogos de xadrez, e jogos interativos usando realidade aumentada podem ser uma solução para isso no futuro. Para completar, a própria falta de material de xadrez disponível nas escolas pode ser um complicador na aplicação desse projeto, mas que pode ser resolvido com ações de captação de dinheiro como bingos, rifas, leilões de peças doadas ou solicitar recursos governamentais como do Programa Dinheiro Direto na Escola, conforme resolução nº 4, de 25 de outubro de 2016⁶.

Em relação ao uso da Realidade Aumentada tivemos inicialmente problemas em obter a conexão livre para os alunos acessar a internet em horário de aula, sendo necessário solicitar um pedido prévio de liberação para exercer essa atividade. Conseguindo superar este obstáculo, surgiram outros como a própria falta de aparelhos adequados para todos, o que foi superado pela realização da atividade em grupo. Quando tudo estava certo, podemos dizer que os alunos gostaram muito do recurso, a própria tecnologia despertou interesse e fascínio. Os professores do curso, também adoraram, e consideraram fácil sua instalação e uso. Mas para usar nas oficinas, encontraram os mesmos problemas mencionados acima, e não tiveram sucesso em seu uso com alunos.

Avaliando o aspecto educativo do xadrez dentro da nossa proposta de ensino através de analogias com algumas variantes desses jogos, entendemos que o produto tem potencial. Nos questionários com questões discursivas, o número de respostas dentro das categorias A e B, foi muito maior que nas categorias C e D. Se o xadrez foi responsável pela qualidade das respostas, não podemos afirmar com certeza, nossa pesquisa não foi totalmente conclusiva. Sentimos falta de experiências com um número maior em nossa amostra para reforçar nossa avaliação. O que podemos observar, entrevistando os alunos através de abordagens formais ou informais, é que ele trouxe uma dinâmica mais agradável para as aulas, aumentando o prazer pelo ensino. É claro que houve dificuldades em aprender o jogo por parte de alguns. Não muito diferente de qualquer atividade proposta em sala, onde observamos diferentes ritmos de aprendizagem.

⁶ Disponível em < <http://www.fn.de.gov.br/programas/dinheiro-direto-escola/dinheiro-direto-escola-apresentacao>> acessado em 25 de fev. de 2017

Esse trabalho nos mostrou a importância da utilização dos jogos educacionais e o xadrez é apenas um deles. O potencial do xadrez é grande, uma delas é sua característica mutante que permite que criemos formas diferentes de jogar, possibilitando o desenvolvimento de conceitos, metodologias e maneiras que auxiliam no ensino de Física. Também foi um prazer pessoal poder colocar em prática um *hobby* antigo num patamar mais elevado dentro da educação brasileira.

REFERÊNCIAS

ANDER-EGG, E. **Técnicas de investigación social**: Colección política, servicios y trabajo social. 24. ed. Buenos Aires: Editorial LUMEN, 1995.

ANGÉLICO, L. P.; PORFIRIO, L. C. O jogo de xadrez modifica a escola: Por que se deve aprender xadrez e tê-lo com eixo integrador do currículo escolar? **Diálogos Acadêmicos - Revista eletrônica da faculdade Semar/Unicastelo**, São Paulo, v. 1, n. Outubro/Janeiro de 2010, p. 18, 2010. ISSN 1.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 1977.

BEZERRA, M. D. C. L. **Monografia**: Dificuldades de aprendizagem e os fatores que influenciam no fracasso escolar. ITUPORANGA: Universidade Estadual da Paraíba, 2014.

BORGES, A. T. Novos rumos para o laboratório escolar de ciências. **Cad. Brás. Ens. Fís.**, Belo Horizonte, v. 19, p. 291-313, Novembro 2002. ISSN 3.

BRANDÃO, R. V.; ARAUJO, I. S.; VEIT, E. A. A modelagem científica de fenômenos físicos e o ensino de Física na escola. **Física na Escola**, Porto Alegre, v. 9, p. 10-14, 2008. ISSN 1.

CASTRO, B. J. D.; COSTA, P. C. F. Contribuições de um jogo didático para o processo de ensino e aprendizagem de Química no Ensino Fundamental segundo o contexto da Aprendizagem Significativa. **REVISTA ELECTRÓNICA DE INVESTIGACIÓN**, Buenos Aires, v. 6, p. 1-13, Dezembro 2011. ISSN 2.

CAZARINPEZZINI, C.; SZYMANSKI, M. L. S. O Novo desafio dos educadores – como enfrentar a falta de desejo de aprender.. **In Anais do Simpósio de Educação: XIX Semana de Educação**, Cascavel, 2007. Disponível em: <<http://www.educacao.pr.gov.br>>. Acesso em: Novembro 2016.

COVOLAN, S. C. T.; SILVA, D. D. A entropia do ensino médio: utilizando concepções prévias dos estudantes e aspectos da evolução do conceito. **Ciência e Educação**, Bauru, v. 11, p. 97-117, 2005. ISSN 1.

DÂMASO, D. C. O. **Monografia**: O jogo de xadrez: Um olhar sobre a formação moral nas crianças. Uberlândia: Universidade Presidente Antônio Carlos - UNIPAC, 2006.

DAUVERGNE, P. O caso do xadrez como ferramenta para desenvolver as mentes de nossas crianças. In: FILGHT, R. **A importância do xadrez**. Porto Alegre: Artmed, 2007. p. 11-17.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A.; PERNAMBUCO, M. M. **Ensino de Ciências**: fundamentos e métodos. 3. ed. São Paulo: Cortez, 2009.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A.; PERNAMBUCO, M. M. **Ensino de Ciências**: fundamentos e métodos. 3. ed. São Paulo: Cortez Editora, 2009.

DIRENE, A. et al. <https://www.researchgate.net/>, Junho 2004.

Disponível em:

<https://www.researchgate.net/publication/228903027_Conceitos_e_feramentas_de_apoio_ao_ensino_de_xadrez_nas_escolas_brasileiras>.

Acesso em: 30 Abril 2017.

FEITOSA, A. R. M. Análise do uso de formalização de conhecimento heurístico no ensino de jogos através do estímulo à alternância entre competição e colaboração, Curitiba, p. 266, 2013.

FEYNMAN, R. P. **Física em seis lições**. 6. ed. Rio de Janeiro: Ediouro, 2001.

FILGUTH, R. **A Importância do Xadrez**. Porto Alegre: Artmed, 2007. 200 p.

FORTE, C. E. et al. LIDRA - Livro didático com Realidade Aumentada. **XVII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação**, Brasília, 2006.

FORTE, C. E.; KIRNER, C. Usando Realidade Aumentada no Desenvolvimento de Ferramenta para Aprendizagem de Física e Matemática. **Unisanta - Universidade Santa Cecília**. Disponível em: <<http://sites.unisanta.br/wrva/st/62200.pdf>>. Acesso em: 09/01/2-17 Janeiro 2016.

GASPAR, A. **Física: Mecânica**. 1. ed. São Paulo: Ática, v. 1, 2001.

GASPAR, A. **Ondas - Óptica - Termodinâmica**. São Paulo: Ática, v. 2, 2004.

GÓES, D. D. C. **Dissertação de Mestrado: O jogo de Xadrez e a formação do professor de matemática**. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2002. 107 p.

GONÇALVES, D. **Física**. Rio de Janeiro: AO LIVRO TÉCNICO S.A., v. 3, 1969.

GRÜBEL, J. M.; BEZ, M. R. Jogos Educativos. **Novas tecnologias na educação**, Novo Hamburgo, v. 4, Dezembro 2008. ISSN 2.

HALLIDAY, D.; RESNICK, J. W. **Fundamentos de física: Gravitação, Ondas e Termodinâmica**. Rio de Janeiro: LTC, v. 2, 2011.

HEWITT, P. G. **Física conceitual**. 11. ed. Porto Alegre: bookman, 2011.

JACQUES, V. Dissertação: A energia no ensino fundamental: O livro didático e as concepções alternativas. **Universidade Federal de Santa Catarina**, Florianópolis, p. 223, 2008.

JUNIOR, F. R.; FERRARO, N. G.; SOARES, P. A. D. T. **Os fundamentos da Física**. 9. ed. São Paulo: Moderna, v. 2, 2007.

JUNIOR, G. D. D. C. **Aula de Física, do planejamento à avaliação**. 1. ed. São Paulo: Livraria da Física, 2011.

JUNIOR, G. D. D. C. **Aula de física, do planejamento à avaliação**. 1. ed. São Paulo: Livraria da Física, 2011.

KISHIMOTO, T. M. **O jogo e a educação infantil**. 2. ed. São Paulo: Pioneira, 1998.

KNÜPPE, L. Motivação e desmotivação: desafio para as professoras do Ensino Fundamental. **Educar - Editora UFPR**, Curitiba, p. 277-290, 2006. ISSN 27.

LACERDA, C. C. **Ppol Staff**, 2011. Disponível em: <<http://www.psicopedagogia.com.br/artigos/artigo.asp?entrID=1157>>. Acesso em: 16 Março 2016.

LAUGHI, R. Idéias de senso comum em Astronomia. **Observatórios Virtuais - Idéias de Senso Comum**, 7º Encontro Nacional de Astronomia - Brotas/SP, Novembro 2004.

LEMONS, B. M. Uso de realidade aumentada para apoio ao entendimento da relação de Euler. **Novas Tecnologias na Educação: CINTED-UFRGS**, Porto Alegre, v. 8, Julho 2010. ISSN 2.

LOUZADA, A. N.; ELIA, M. D. F.; SAMPAIO, F. F. Concepções alternativas dos estudantes sobre conceitos térmicos: um estudo de avaliação diagnóstica e formativa. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 37, 2015. ISSN 1.

LUZ, A. M. R. D.; ÁLVARES, B. A. **Curso de Física**. 3. ed. São Paulo: Harbra, v. 2, 1993.

MARINHO, H. Teoria do Caos & Xadrez Dinâmico. **Clube de Xadrez de Curitiba**, Curitiba, p. 13, 2009. ISSN
<http://www.cxc.org.br/arquivos/TeoriadoCaos.pdf>. Disponível em:
<<http://www.cxc.org.br/arquivos/TeoriadoCaos.pdf>>. Acesso em: 29 Dezembro 2016.

MORAN, J. Mudara forma de ensinar e de aprender. **Revista Interações**, São Paulo, v. V, p. 57-72, 2000.

MORAN, J. M. **A educação que desejamos**: novos desafios e como chegar lá. 2. ed. Campinas-SP: Papyrus, 2007.

NAGEM, R. L. et al. O tabuleiro de xadrez mutilado como ferramenta para o ensino sobre a matemática e a ciência: uma proposta de reconstrução do modelo por analogia. **Experiências em Ensino de Ciências**, Cuibá, v. V5, n. 1, p. 169-177, Março 2010.

NASCIMENTO, T. L. D. Monografia: Repensando o ensino da Física. **Universidade Federal do Ceará**, Fortaleza, p. 61, 2010.

NETO, J. P.; CHAUNIER, C. Chess And Physics. **Chess Variants Pages**, 1996. Disponível em:
<<http://www.chessvariants.com/other.dir/physics.html>>.

OKAWA, E. S. et al. Sistema Solar com Realidade Aumentada. **Laboratório de Banco de Dados - UFMG**, Minas Gerais, 1984-2017. Disponível em:
<<http://www.lbd.dcc.ufmg.br/colecoes/wrva/2010/0013.pdf>>. Acesso em: 09 Janeiro 2017.

OLIVEIRA, D. M. **Iniciação ao estudo das ciências**. 101. ed. Florianópolis: Editora do Brasil, v. 1, 1968.

OLIVEIRA, M. K. D. **Vigotsky: Aprendizado e desenvolvimento**, Um processo sócio sócio-histórico. 5. ed. São Paulo: Scipione, 2010.

PACCA, J. L. D. A.; SCARINCI, A. L. As aulas de ciências e o desenvolvimento de modelos físicos. **VII Enpec - Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, Florianópolis, 8 Novembro 2009. 10.

PEREIRA, R. F. Dissertação: Desenvolvendo jogos educativos para o ensino de Física. **Centro de Ciências Exatas**, Maringá, p. 153, 2008.

PEREIRA, R. F.; FUSINATO, P. A.; NEVES, M. C. D. Dissertação: Desenvolvendo um jogo de tabuleiro para o ensino de física. **Universidade Federal de Santa Catarina**, Florianópolis, p. 1-23, 8 Novembro 2009.

POZO, J. I. A sociedade da aprendizagem e o desafio de converter informação em conhecimento. **Revista Pátio**, São Paulo, n. Ano 8, p. p. 34-36, Agosto/Outubro 2007.

PRITCHARD, D. B. **The Encyclopedia of Chess Variants**. Surrey UK: Games and Puzzles Publications, 1994.

RODELLO, I. A. et al. Realidade Misturada: Conceitos, Ferramentas e Aplicações. **Revista Brasileira de Computação Aplicad**, Passo Fundo, v. 2, p. 2-16, Setembro 2010. ISSN 2.

SILVA, R. R. V. **Monografia**: Práticas Pedagógicas no ensino-aprendizado do jogo de xadrez nas escolas. Brasília: Universidade de Brasília - Programa de Pós Graduação em Educação, 2009. 143 p.

SILVA, W. D. Tese - Raciocínio lógico e o jogo de xadrez: em busca de relações. **Universidade Estadual de Campinas**, Campinas, 2010.

SINGH, S. **O último teorema de Fermat**. 9. ed. Rio de Janeiro - São Paulo: Ed. Record Ltda, 2002.

SOUZA, R. C.; KIRNER, C. Livro Interativo de Xadrez Potencializado com Realidade Aumentada. **BDBComp - biblioteca digital brasileira da computação**. Disponível em: <<http://www.lbd.dcc.ufmg.br/colecoes/wrva/2010/004.pdf>>. Acesso em: 9 Janeiro 2017.

SOUZA, V. R. D. **Dissertação**: Uma proposta para o ensino de energia mecânica e sua conservação através do uso de analogias. Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro - Instituto de Física, 2015. 73 p.
TEODORO, S. R. **Dissertação**: A história das ciência ee as concepções alternativas de estudantes como subsídios para o planejamento de um curso sobre atração gravitacional. **Faculdade de Ciências da UNESP**, Bauru, p. 272, 2000.

TEZANI, T. C. R. O Jogo e os processos de aprendizagem e desenvolvimento: aspectos cognitivos e afetivos. **Educação em Revista**, Marília, v. 7, p. 1-16, 2006. ISSN 1/2.

VORDERMAN, C. **Ciências para pais e filhos**. São Paulo: PubliFolha, 2013.

ZILBERSTAJN, A. Concepções espontâneas em Física. **Revista de Ensino de Física**, Sociedade Brasileiro de Física, v. 5, p. 3-16, Dezembro 1983. ISSN 2.

APÊNDICE A: Material de Apoio ao Professor



Pólo de Araranguá - SC

Material de Apoio ao Professor de Física

**O Ensino da Física através de analogias com variantes do Jogo de Xadrez:
Potencializado com Realidade Aumentada**

**Alexandre de Matos
Orientador(a): Olga Yevseyeva**

Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal de Santa Catarina - Campus Araranguá no Curso de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF)

**Março
2017**

1. Apresentação

Prezado professor, nos últimos anos o ensino de ciências, em particular o ensino da Física, tem apresentado progressos em prestar atenção às necessidades que motivam os alunos, suas concepções alternativas e a forma individual que cada um possui na forma da construção do seu conhecimento. O resultado disso tem sido o surgimento de várias estratégias de ensino buscando facilitar o diálogo entre estudantes e os objetos experimentados. (JUNIOR, 2011, p. 7)

O material apresentado aqui é o resultado de um trabalho de pesquisa que objetiva oferecer variantes do jogo de xadrez como ferramenta no auxílio do ensino da Física. Para isso foi desenvolvido esse produto educacional que pretende dar condições para o ensino de conteúdos como gravidade, conservação de energia e entropia.

Utilizando essa ferramenta apostaremos que o ensino da Física possa acontecer de forma mais prazerosa tanto para o aluno quanto para o professor, através de dinâmicas envolvendo o jogo de xadrez.

O presente produto educacional aqui oferecido pode ser utilizado em todas as áreas do ensino, mas esperamos que tais sugestões de plano de ensino aqui não sejam entendidas como “métodos fechados”, podendo cada professor adaptá-las a realidade de sua escola.

2. Estrutura do Material

A estrutura no material pretende oferecer aos professores suporte para utilização deste produto educacional em suas aulas de Física.

O material está dividido em três temas, gravidade, conservação de energia e entropia. Cada tema possui:

- ✓ Plano de aula;
- ✓ Texto de apoio sobre o conteúdo;
- ✓ Manual explicativo passo a passo de como jogar cada variante do jogo de xadrez, potencializado com animações em 3D em Realidade Aumentada. Ao todo, são três variantes:
 - ❖ Xadrez Gravidade;
 - ❖ Xadrez Conservação da Energia;
 - ❖ Xadrez Entropia;
- ✓ Sugestão de Atividades.

3. Onde tudo começa: Aprendendo os movimentos do xadrez tradicional.

Sugerimos aos professores, que antes de aplicar este produto, dediquem suas aulas iniciais para o ensino do xadrez tradicional. Nessas aulas o professor deverá ensinar o movimento de cada peça do jogo e seu objetivo principal que é a captura do Rei.

Não é nossa idéia nesse trabalho, apesar de que possa parecer “como jogar bem xadrez”. Jogar bem xadrez envolve outros conceitos como estudo de técnicas de abertura, meio-jogo e final, além de conceitos e regras de competições, onde jogadores ficam envolvidos horas, ou dias em um só torneio. O que se pretende aqui é tão somente utilizar o jogo e seus movimentos básicos, agregar regras baseado em conceitos físicos e criar uma variante onde se possa trabalhar o ensino da Física.

Dessa maneira, não estamos preocupados inicialmente com o resultado de quem vence ou quem perde, mas tão somente no entendimento de como funciona cada jogo e assim, de certa maneira utilizá-los para explicar alguns fenômenos físicos através de analogias.

De qualquer forma, todas as regras e leis do xadrez tradicional estão fornecidas no Apêndice A, e o professor poderá usá-lo para um projeto de xadrez na escola com mais aprofundamento, o que se recomenda, pois conforme (FILGUTH, 2007) em seu livro “A importância do xadrez”, pesquisas demonstram que projetos envolvendo xadrez podem contribuir muito como eixo integrador do currículo escolar, pode ajudar as crianças a aprender “como aprender” e as motiva a empregar o conhecimento.

Para ensinar os movimentos, sugere-se o método holandês Apêndice B, e por experiências acreditamos que duas horas em média será suficiente para atingir esse objetivo.

4. Planos de Aula

4.1 Xadrez Gravidade

4.4.1 Objetivos

Utilizar o jogo “xadrez gravidade” como ferramenta para o ensino da Lei da Gravitação Universal.

4.4.2 *Objetivos específicos*

- ✓ Compreender o fenômeno da Gravidade a partir de analogias no tabuleiro de xadrez;
- ✓ Entender a influência da gravidade no peso dos corpos;
- ✓ Compreender as aplicações práticas da Força da Gravidade.
- ✓

4.4.3 *Conteúdos trabalhados*

- ✓ Gravidade
- ✓ Leis de Newton sobre o movimento
- ✓ Lei da Gravitação Universal
- ✓ Peso
- ✓ Massa

4.4.4 *Procedimentos*

Primeira aula:

- ✓ Ensinar o xadrez tradicional conforme proposto no capítulo 3

Segunda aula:

- ✓ Exibir o vídeo *O Martelo e a Pena - Experimento de Galileu na Lua*⁷.
- ✓ Entregar o questionário presente na *Atividade1* a cada aluno com objetivo de levantar suas concepções prévias. Essa atividade consiste em observar algumas figuras, em seguida responder a um questionário com seis perguntas.
- ✓ Promover a leitura do *texto1 - Um mistério chamado força da gravidade*.

⁷ Disponível em: < <https://www.youtube.com/watch?v=HqcCpwIeiu4>>
Acessado em 10 de mar. 2016.

Terceira aula:

- ✓ Começar o ensino do jogo “xadrez gravidade”, entregando um manual impresso de partida modelo potencializado com realidade aumentada (RA) para cada aluno.
- ✓ Mediar instalação do aplicativo da *Augment* para os alunos poderem ter acesso às animações 3D em Realidade Aumentada. O Manual para isso encontra-se no Apêndice D.
- ✓ Promover partidas de “xadrez gravidade” entre os alunos.

Quarta aula:

- ✓ Aplicar o questionário presente na Atividade 1 novamente e avaliar se ocorreu evolução conceitual.

4.2 Xadrez Conservação da Energia

Para introdução desse conteúdo, os alunos deverão ter competências sobre formas de energia.

4.2.1 Objetivos

Utilizar o jogo “xadrez conservação de energia” como ferramenta para o ensino do conceito da energia e fenômenos associados a ele.

4.2.2 Objetivos específicos

- ✓ Compreender o fenômeno da conservação da energia analisando-a de forma matemática;
- ✓ Entender as aplicações práticas da transformação e conservação da energia;
- ✓ Identificar o fenômeno da conservação da energia no seu cotidiano e na natureza.

4.2.3 Conteúdos trabalhados

- ✓ Unidades de Energia;
- ✓ Tipos de Energia;
- ✓ Transformação da energia;
- ✓ Conservação da energia.

4.4.4 Procedimentos

Primeira aula:

- ✓ Ensinar o xadrez tradicional conforme proposto no capítulo 3.

Segunda aula:

- ✓ Dividir os alunos em dupla e entregar material de xadrez entre eles;
- ✓ Mediar instalação do aplicativo da *Augment* para os alunos poderem ter acesso às animações 3D em Realidade Aumentada.
- ✓ Entregar a cada aluno, um impresso do “manual de xadrez conservação da energia”, contendo uma partida modelo potencializado com realidade aumentada;
- ✓ Promover partidas de “xadrez conservação da energia” entre os alunos.

Terceira aula:

- ✓ Promover a leitura do texto2 – A magia da conservação da energia;
- ✓ Dividir os alunos em duplas e entregar um jogo de xadrez e cópias impressas de uma de tabela (que pode ser encontrada na Atividade2) para cada aluno;
- ✓ Promover partidas de “xadrez conservação da energia” entre os alunos enquanto eles realizam a Atividade2;
- ✓ Responder uma lista de exercícios presente na Atividade2.

Quarta aula:

- ✓ Avaliação final respondendo o questionário contido na Atividade3.

4.3 Xadrez Entropia

4.3.1 Objetivos

Utilizar o jogo “xadrez entropia” como ferramenta para o ensino da Física.

4.3.2 Objetivos específicos

- ✓ Compreender o conceito de entropia a partir de analogias com a variante do jogo de xadrez;
- ✓ Entender sua relação com aumento da exploração dos recursos naturais;

4.3.3 Conteúdos trabalhados

- ✓ Energia útil
- ✓ Energia degradada
- ✓ Irreversibilidade
- ✓ Desordem

4.3.4 Procedimentos

Primeira aula:

- ✓ Ensinar o xadrez tradicional conforme proposto no capítulo 3.
- ✓

Segunda aula:

- ✓ Dividir os alunos em dupla e entregar material de xadrez entre eles;
- ✓ Mediar instalação do aplicativo da Augment para os alunos poderem ter acesso às animações 3D em Realidade Aumentada.

- ✓ Entregar a cada aluno, um impresso do “manual de xadrez entropia”, contendo uma partida modelo potencializado com realidade aumentada;
- ✓ Promover partidas de “xadrez entropia” entre os alunos.

Terceira aula:

- ✓ Promover a leitura do texto3 – Entropia, o universo a caminho da destruição;
- ✓ Dividir os alunos em dupla e entregar um jogo de xadrez para cada dupla e um impresso contendo uma tabela presente na Atividade4;
- ✓ Promover partidas de xadrez entropia entre os alunos enquanto preenchem a tabela sob orientação do professor;
- ✓ Responder algumas perguntas contidas na Atividade4.

Quarta aula:

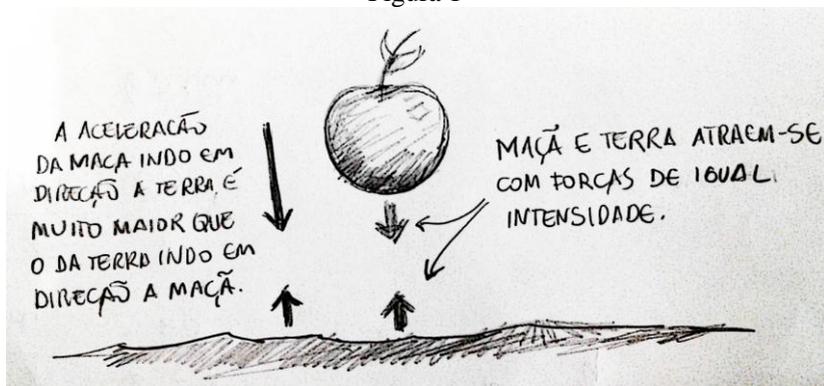
- ✓ Entregar um questionário presente na Atividade5, para avaliação final.

5. Textos de apoio

5.1 “Um mistério chamado força da gravidade”

Os antigos acreditavam que os astros moviam-se em círculos perfeitos e divinos, que não necessitavam de explicação científica. Foi necessário que surgisse um gênio como Isaac Newton para entender que uma força de algum tipo deveria estar agindo não somente sobre os planetas, mas sobre todas as coisas no universo (HEWITT, 2011).

Figura 1



Fonte: Produzido pelo Autor

Lei da gravitação Universal

Isaac Newton descobriu que a gravidade atinge a tudo no Universo, e que a força entre uma maçã e a Terra, é a mesma força que puxa a lua, os astros e tudo mais no universo (HEWITT, 2011). É ela que conserva os planetas próximos, que os faz orbitar as estrelas e que nos prende ao planeta Terra.

Ele esclareceu que todas as coisas que possuem massa, atraem-se devido a força gravitacional. De acordo com Newton, essa força entre dois corpos é diretamente proporcional ao produto de suas massas e inversamente proporcional ao quadrado da distância em linha reta que os separa.

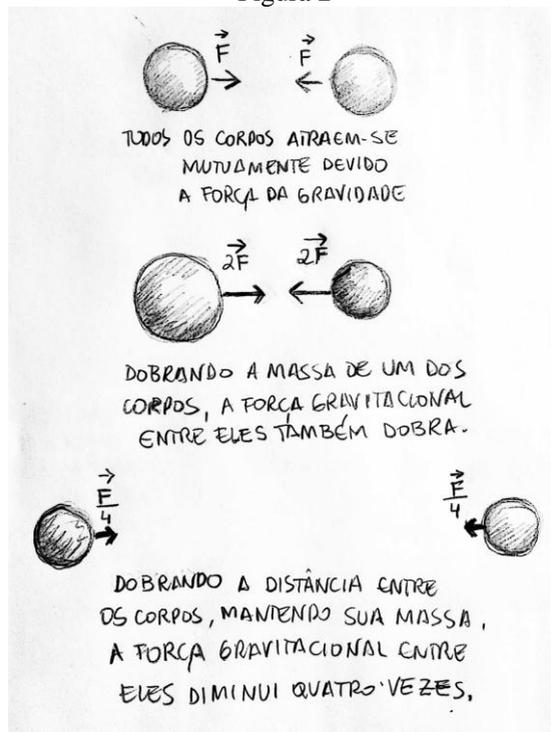
$$\text{FORÇA} \sim \frac{\text{Massa1} \times \text{Massa2}}{\text{distância}^2}$$

Newton também explicou que os corpos esféricos, como a Terra e as estrelas, atuam como se toda a sua massa estivesse concentrada em um centro, por isso chamamos “centro de massa” de um corpo.

Devido à gravidade, todo corpo sofre uma força de atração na direção do ou outro corpo, sendo o contrário também verdadeiro. Mas as forças apesar de agirem nas mesmas direções possuem sentidos opostos. Quanto maior a massa de um corpo, maior é a sua gravidade. Se duplicarmos a massa de um dos corpos, a força de atração entre ambos aumentará na mesma proporção. Enquanto se mantivermos a suas

massas iniciais e aumentarmos a distância entre dois corpos para que fiquem duas vezes mais distantes entre si, a força gravitacional diminuirá quatro vezes. (VORDERMAN, 2013, p. 178)

Figura 2



Fonte: Produzido pelo Autor

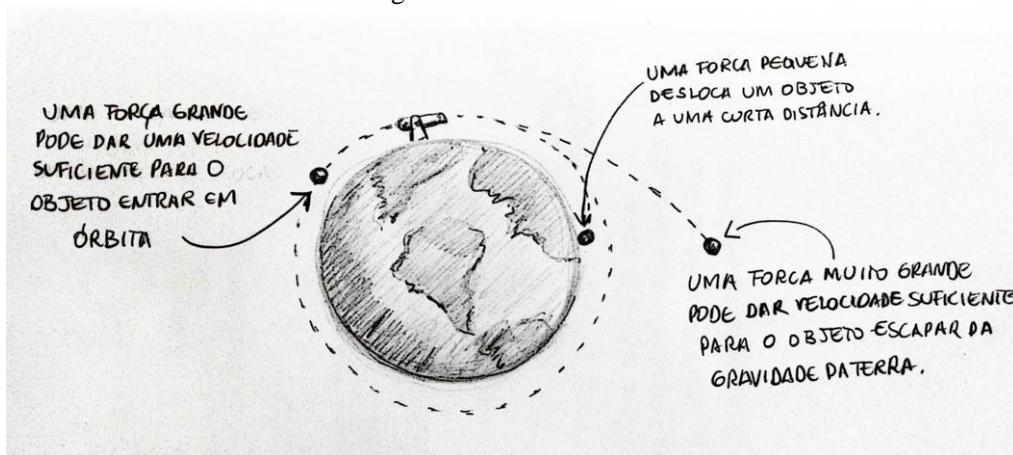
Peso e massa

Peso e massa são coisas diferentes. Enquanto massa é quantidade de matéria que constitui um corpo, peso é a força com que a Terra ou outro corpo atrai outro corpo. O peso de um objeto pode variar mesmo mantendo sua massa constante, basta que a força gravitacional também varie. Se o homem pudesse pisar na superfície quente do Sol, pesaria quase que uma tonelada, enquanto que na superfície da lua teria apenas 0,0007 toneladas (VORDERMAN, 2013, p. 179).

Por que a Lua não cai e os astronautas flutuam?

Toda órbita é uma queda infinita, que nunca chega ao chão, por que quando um corpo cai (na direção radial), também se move com velocidade orbital (da direção tangencial). Quando lançamos um objeto com uma determinada força, ele percorre um caminho até voltar à superfície, mas se ele for impulsionado com uma força maior pode atingir velocidade suficiente para ser opor à gravidade e não pousar, passando a orbitar a Terra. Com uma força de lançamento ainda maior, o objeto pode atingir a velocidade de escape fazendo com que ele vá ao infinito e nunca mais retornando.

Figura 3



Fonte: Produzido pelo Autor

5.2 “A magia da conservação da energia”

Que é matéria?

Tudo aquilo que forma o universo é feito de matéria, assim tanto o Sol, o planeta terra, uma planta, os animais são formados de matéria. Mas as coisas não são iguais, se olharmos atentamente uma garrafa de refrigerante e o líquido que bebemos, notaremos aspectos

diferentes entre eles. A matéria se apresenta aos nossos sentidos sob formas diferentes (sólido, líquido, gasosa e plasma), ela é formada por moléculas e estas formadas por diversos átomos. O tamanho das moléculas ou átomos é pequeníssimo, e somente é possível vê-los com auxílio de aparelhos especiais. Seu formato sólido, líquido, gasoso ou plasma de uma molécula depende de forças da natureza que levam as coisas a se atraírem ou a se repelirem. São as forças de coesão e repulsão. Nos sólidos predomina a força de coesão, nos gases é maior a força de repulsão, enquanto nos líquidos elas se equilibram. (OLIVEIRA, 1968, p. 31)

Energia, o que é?

As coisas que estão à nossa volta nem sempre permanecem como estão. Por exemplo, ao cozer um alimento, o líquido fervendo passa para o estado gasoso, evapora-se e ao encontrar a tampa da panela volta ao estado líquido, liquefaz-se. Há na natureza constantes transformações semelhantes a essa e que envolvem outro conceito chamado energia.

Do ponto de vista da Física clássica⁸ energia e matéria são inseparáveis. Assim como a matéria pode se apresentar de várias formas, a energia também pode apresentar-se de várias maneiras. A energia elétrica é um exemplo de forma de energia, mas existem outras como a calorífica, a sonora, a mecânica, a luminosa, a química. A origem de uma forma de energia é dada por outra forma através do trabalho realizado pela matéria. (OLIVEIRA, 1968, p. 54)

Conservação da energia

O estudo da lei ou princípio da conservação da energia tem grande importância na Física, pois ele demonstra como a energia se comporta e como ela se transforma. Ao estudar esses fenômenos podemos compreender melhor a natureza em nossa volta.

Para a Física, essa lei de conservação de energia, determina que a quantidade total de energia em um sistema isolado permanece constante, sendo que esse princípio é válido, em qualquer fenômeno que

⁸ Do ponto de vista da Física moderna, o conceito de energia não está vinculado à matéria, isso porque o trabalho pode ser realizado por campos de força ou partículas sem massa. (GASPAR, 2001, p. 208)

ocorra na natureza. Essa lei foi expressa numa frase popular atribuída Antoine Lavoisier da seguinte maneira: "na natureza nada se cria, nada se perde, tudo se transforma". Ele se referia à matéria ou energia ou, em linguagem moderna, à massa-energia. Muito antes na Grécia já existia um pensamento filosófico que dizia "nada vem do nada", supostamente postulado por Lucrécio o pensador. Em suma, essas duas frases poéticas querem dizer a mesma coisa: a matéria não é gerada de forma espontânea, e a generalidade da lei da conservação torna-a extremamente importante, sendo ela amplamente empregada com grande sucesso, pelos cientistas, na solução de inúmeros problemas.

Os cientistas já experimentaram muitos modelos de conservação da energia, despertando muitas perguntas como qual sua origem? De onde ele vêm? Quais suas conseqüências? Estão relacionadas a algum aspecto oculto da natureza? O fato é que os físicos têm pelo uma resposta a todas essas questões, "as leis de conservação estão intimamente relacionadas com simetrias associada a relações matemáticas que ocorrem na natureza".

Quando analisamos um sistema qualquer em seu contexto, seja ele simples como um sistema massa-mola vibrando ou complexo quanto uma supernova explodindo, existe certa quantidade que não é criada ou destruída: a energia. Ela pode alterar de forma ou simplesmente ser transferida de um ambiente para outro, mas a quantidade total de energia permanece inalterada. Essa quantidade de energia considera o fato de que os átomos que configuram a matéria são eles próprios recipientes absortos de energia. Quando os núcleos dos átomos se remanejам, quantias enormes de energia são liberadas. O brilho do Sol ocorre porque parte de sua energia nuclear proveniente da fusão de átomos de hidrogênio é transformada em gás hélio liberando energia radiante que posteriormente atinge o planeta Terra. (HEWITT, 2011, p. 110)

Todo o calor da Terra, exceto o obtido no interior dos átomos, vem, em última análise, do Sol. Além de aquecer a Terra, o Sol fornece a energia utilizada pelas plantas na síntese do alimento que fornece o combustível necessário às funções e aos animais que o comem. O calor do Sol produz a evaporação da água dos oceanos, formando as nuvens que caem sob a forma de chuva sobre as montanhas e descendo correm para o mar. O homem coloca turbinas no caminho por onde passa a água, transformando sua energia em energia elétrica. Assim, num ciclo interminável, a energia se transforma de uma forma para outra.

5.3 “Entropia, o universo a caminho da destruição”

O tempo tem um exclusivo sentido, o sentido no qual envelhecemos. Nós acostumamos a esses processos unidirecionais, ou seja, processos que ocorrem apenas em certa ordem. Exemplo, um prato de comida que cai ao chão e se espalha, um carro bate no muro e amassa sua lataria, ou a chuva que bate no morro causando desmoronamento. Todas essas situações são irreversíveis, pois não podem ser desfeitos através de pequenas mudanças no meio ambiente. (HALLIDAY e RESNICK, 2011, p. 248)

O caminho para se compreender a razão por que essas ações unidirecionais não podem ser contrárias, abrange uma grandeza versada como entropia. Embora saibamos que a energia é conservada, a energia disponível para utilização humana não é conservada tão facilmente. Embora haja muita agitação nos átomos da água do mar, indicando que ele possui certa temperatura, é impossível agrupá-los em um movimento determinado sem retirar energia de outro lugar. (FEYNMAN, 2001, p. 136)

A entropia é uma grandeza com explicação microscópica atrelada à natureza probabilística dos eventos – movimento randômico de partículas – à hipótese atômica. Essa interpretação foi formulada inicialmente por Boltzmann (1844-1906). (DELIZOICOV, ANGOTTI e PERNAMBUCO, 2009, p. 89)

Quando uma ação acontece dentro de um sistema isolado, sua entropia S do sistema sempre amplia, jamais diminuindo. Assim, quando estivermos falando sobre ordem e desordem de um sistema, estamos determinando sua entropia. É ela que diferencia o grau de organização (ou desorganização) de um sistema físico qualquer. Um exemplo em nosso cotidiano, um guarda roupas organizado como nosso sistema isolado em contraste com as roupas espalhadas ao chão. Quanto mais desordenado o sistema, maior será sua entropia. A imagem de um jogo de xadrez com suas peças posicionadas nas casas iniciais nos oferta uma analogia para compreender o conceito de entropia. Se as peças estiverem posicionadas no seu início, a entropia então é baixa, pois o nível de desorganização desse sistema é baixo. Sendo assim, para manter esse sistema organizado, é necessário que ele permaneça isolado de ações externas, mas é difícil impedir que isto aconteça, uma vez que pretendemos jogar o jogo.

A partir do momento que o sistema, no caso, nosso jogo de xadrez começa a ser utilizado, é bem provável que as peças se

desorganizem, pois existem inúmeras formas de elas se misturarem no tabuleiro. O grau de desorganização ou entropia desse sistema, que interage com o meio exterior, tende a aumentar com o decorrer do tempo.

Em todos os processos reais há sempre, pelo menos, uma parcela de energia que é transformada em calor. Como o calor não pode ser totalmente convertido em outra forma de energia, concluímos que, embora a energia de um sistema isolado permaneça constante, a energia utilizável do mesmo se torna a cada vez menor. “*Daí dizemos que durante as transformações reais há sempre uma degradação da energia*”. (GONÇALVES, 1969, p. 190)

6. Manuais

6.1 Manual de Xadrez Gravidade

No xadrez gravidade aplicam-se todas as regras da FIDE para o movimento das peças, adicionando-se a regra de “atração” para cada movimento realizado de xadrez tradicional. Para facilitar o entendimento, utilizaremos uma *seta VERDE* para indicar o movimento de xadrez tradicional, e uma *seta VERMELHA* para indicar o movimento de xadrez gravidade.

Regra da atração: Depois de cada movimento de xadrez tradicional, todas as peças nas casas mais próximas na horizontal, vertical e diagonal são atraídas para próximo da última peça movimentada.

No exemplo abaixo, as brancas iniciam uma partida movimento peão duas casas para frente (

Figura 4 – seta VERDE),

Figura 4



Fonte: Produzido pelo Autor

6.6.1 Partida modelo potencializada com realidade aumentada

1. f4 (O jogador das peças brancas inicia a partida fazendo um movimento de xadrez tradicional movendo o peão da casa f2 para casa f4. - **Figura 5** – seta VERDE.)...

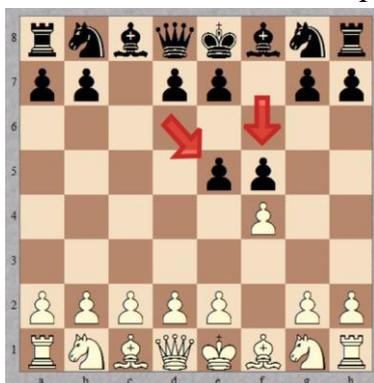
Figura 5



Fonte: Produzido pelo Autor

...(a vez de jogar continua sendo das brancas que deverão realizar o movimento de “atração” conforme a regra do xadrez gravidade determina. Iniciam atraindo as peças pretas mais próximas na linha horizontal, vertical e diagonal - **Figura 6** – seta VERMELHA)...,

Figura 6



Fonte: Produzido pelo Autor

...(e na seqüência atraindo a pretas brancas obedecendo mesmo princípio (**Figura** – seta VERMELHA) e desta maneira as brancas encerram o seu primeiro lance e passam para as pretas a vez de jogar.)

Figura 7



Fonte: Produzido pelo Autor

1. , Da5. (A pretas realizam seu primeiro lance com um movimento tradicional. Dama sai da casa d8 para a5 (**Figura 8** – seta VERDE)...,

Figura 8



Fonte: Produzido pelo Autor

...(A pretas continuam jogando e realizam seus lances de atração. Iniciam atraindo as peças brancas (**Figura 9** – seta VERMELHA)...,

Figura 9



Fonte: Produzido pelo Autor

...(e completam sua jogada atraindo as peças pretas (**Figura** – seta VERMELHA)).

Figura 10



Fonte: Produzido pelo Autor

2. **Rb3**, (As brancas são obrigadas a jogar seu Rei, pois ele ficou ameaçado pela Rainha das pretas. Movem então seu Rei da casa b4 para casa b3 (**Figura** - seta VERDE)..)

Figura 11



Fonte: Produzido pelo Autor

...(A brancas continuam jogando e realizam seus lances de atração. Iniciam atraindo as peças pretas (**Figura** – seta VERMELHA)..),

Figura 12



Fonte: Produzido pelo Autor

...(e completam sua jogada atraindo as peças brancas (**Figura** – seta VERMELHA).

Figura 13



Fonte: Produzido pelo Autor

2. ..., **bxc3** (As pretas capturam o peão branco através de um lance legal do xadrez tradicional. O peão preto da casa b4, captura em diagonal o peão branco que está em c3 (**Figura** – seta VERDE)..)

Figura 14



Fonte: Produzido pelo Autor

...(A pretas continuam jogando e realizam seus lances de atração. Iniciam atraindo as peças brancas (**Figura** – seta VERMELHA)...,

Figura 15



Fonte: Produzido pelo Autor

...(e completam sua jogada atraindo as peças pretas (**Figura** – seta VERMELHA)).

Figura 16



Fonte: Produzido pelo Autor

3. Rxd4, (Rei que estava na casa b3 vai para casa b4 e captura a Rainha num lance legal de xadrez tradicional (**Figura 17** – seta VERDE)..

Figura 17



Fonte: Produzido pelo Autor

...(A brancas continuam jogando e realizam seus lances de atração. Iniciam atraindo as peças pretas (**Figura** – seta VERMELHA)..

Figura 18



Fonte: Produzido pelo Autor

...*(e completam sua jogada atraindo as peças brancas (Figura – seta VERMELHA)).*

Figura 19



Fonte: Produzido pelo Autor

3. ..., cxb4 e ganham a partida *(As pretas capturam o Rei e vencem a partida. O peão em c5 vai b4 num lance de xadrez tradicional, capturam o Rei das brancas e vencem a partida (Figura 20 – seta VERDE)).*

Figura 20



Fonte: Produzido pelo Autor

6.2 Manual de xadrez conservação da energia

No xadrez conservação de energia aplicam-se todas as regras da FIDE para o xadrez tradicional, adicionando-se algumas regras para o xadrez conservação de energia. Para facilitar o entendimento, utilizaremos uma *seta VERDE* para indicar o movimento de xadrez tradicional, e um *círculo VERMELHO* para indicar o movimento de xadrez conservação de energia.

Primeira regra: “o da captura” - toda peça capturada deve ser recolocada no tabuleiro no mesmo lance, mas com cor oposta conforme seqüência da figura 1. Na seqüência mostrada na **Figura** em lance 1, as brancas jogam um lance de xadrez tradicional movendo seu peão de d2 para d4. Como não ocorreu nenhuma captura a vez de jogar passa para as pretas. As pretas respondem no lance 2, capturando o peão de d4 com o peão e5 num movimento de xadrez tradicional, e completam se lance recolocando a peça tomada (peão) na casa c5, mas de cor oposta conforme a regra do xadrez conservação de energia.

Figura 21



Fonte: Produzido pelo Autor

Segunda regra: “as casas em que se pode recolocar uma peça capturada” - toda peça capturada deve ser colocada no tabuleiro em qualquer posição exceto:

- a) O peão não pode ser colocado na primeira linha ou oitava linha do tabuleiro. No exemplo da **Figura** vemos as brancas tomando um peão preto, e em seguida na **Figura** observamos os dois casos onde não se é possível recolocar o peão.

Figura 22

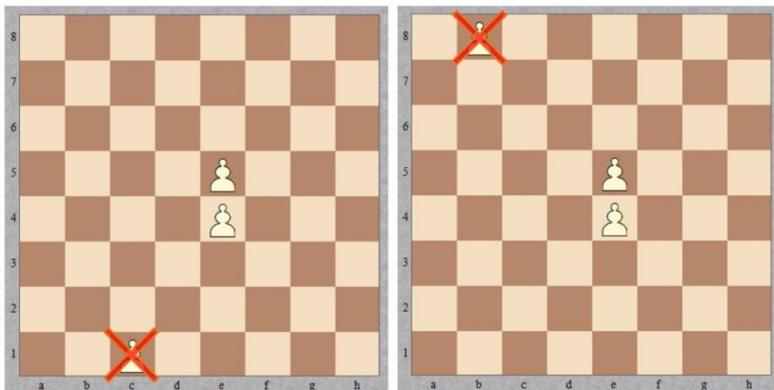


Fonte: Produzido pelo Autor

Figura 23

MAS PELAS REGRAS DA RECOLOCAÇÃO DOS PEÕES,
NÃO PODEM COLOCAR NA PRIMEIRA LINHA...

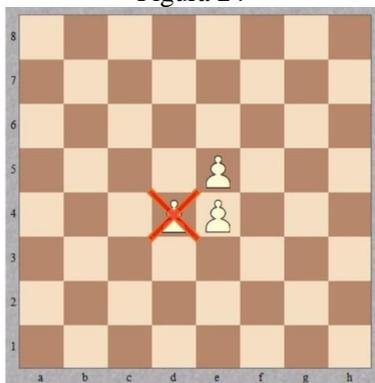
...E TAMBÉM NÃO PODEM COLOCAR NA OITAVA LINHA.



Fonte: Produzido pelo Autor

- b) O peão não pode ser colocado na posição anterior do peão que o capturou. Seguindo o mesmo exemplo anterior, o peão não pode se recolocado em d4 (**Figura**), pois essa era a casa onde o peão branco que capturou o peão preto ocupava antes.

Figura 24



Fonte: Produzido pelo Autor

Terceira regra: “a promoção de peão”.

1. Quando um peão chega à oitava casa, devemos promovê-lo em (Bispo, Cavalo, Torre ou Dama). Para promover, ele deve escolher uma peça que está em jogo para trocar de posição e cor com o peão que está na casa de promoção. Exemplo: Na sequência da **Figura** , vemos na **Figura** o peão tomar o cavalo e chegar até a casa de promoção (primeira linha). Portanto devem promover um Bispo, Cavalo, Torre ou Dama. Escolhem a Dama em e2 para trocar de posição e cor com o peão em b1 conforme **Figura** .

Figura 25



Figura 26



Figura 27



Fonte: Produzido pelo Autor

Se acontecer a impossibilidade dele promover uma peça com uma troca de posição e cor, (exemplo: O adversário não possui mais Cavalos, Torres, Bispos ou Dama), o peão volta para qualquer casa na inicial dos peões (Segunda linha para as brancas, ou sétima linha para as pretas).

2. Se o lance que originou a promoção do peão foi uma captura, ele deverá também repor a peça no tabuleiro com cor oposta. Exemplo: Seguindo a seqüência do exemplo anterior, o peão para chegar à casa de promoção capturou um Cavalo, portanto pelas regras do xadrez conservação de energia, devem recolocar o Cavalo no tabuleiro, mas com cor oposta conforme **Figura** .

Figura 28



Fonte: Produzido pelo Autor

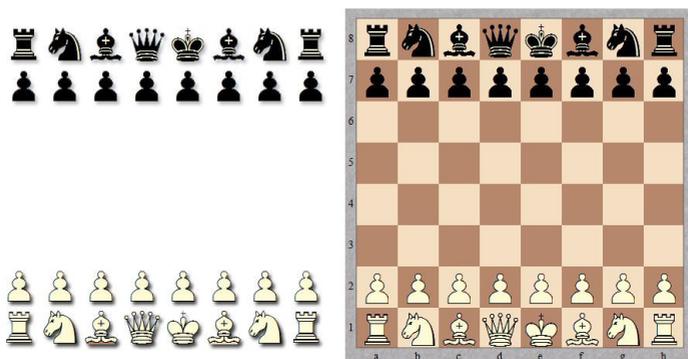
A posição da **Figura** resultou no fim da partida, já que as brancas não podem se defender das três ameaças de xeque.

6.6.2 Partida modelo potencializada com realidade aumentada

Em uma partida de xadrez conservação de energia, é necessário um jogo de peça extra para que seja possível a reposição das peças de cor contrária no jogo conforme

Figura .

Figura 29



Fonte: Produzido pelo Autor

Mas na impossibilidade de se ter jogos extras para a atividade, sugerimos a uma opção de usar apenas metade do tabuleiro e metade jogo de peças, ficando a configuração da posição inicial conforme **Figura** , onde a parte do tabuleiro a ser usado é apenas da casa coluna “a”, “b”, “c” e “d” (parte colorida da figura abaixo). Descartamos a Dama dessa opção, pois não teríamos duas Damas de cada cor, e, portanto na promoção do peão ao chegar a ultima casa, a únicas peças a serem escolhidas só podem ser Torre, Bispo e Cavalos.

Figura 30



Fonte: Produzido pelo Autor

Partida modelo
Energia branca x Energia Escura

1. e4 (O jogador das peças brancas inicia a partida fazendo um movimento de xadrez tradicional movendo o peão da casa e2 para casa e4, conforme **Figura** – seta VERDE.),

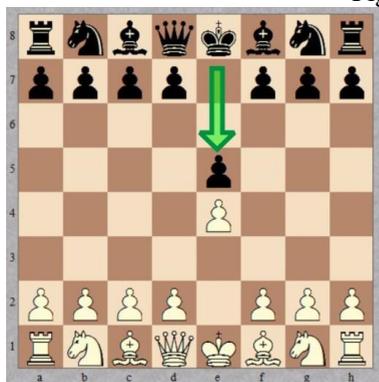
Figura 31



Fonte: Produzido pelo Autor

1. ... , e5 (o jogador das peças pretas responde a partida fazendo um movimento de xadrez tradicional movendo o peão da casa e7 para casa e5, conforme **Figura** – seta VERDE.);

Figura 32



Fonte: Produzido pelo Autor

2. **d4, ...** (A brancas realizam seu próximo lance de xadrez tradicional e jogam o peão de d2 para casa d4, conforme **Figura 43** – seta VERDE).

Figura 33



Fonte: Produzido pelo Autor

2. **..., exd4** (O próximo lance das pretas de xadrez tradicional é uma captura, o peão de e5 toma o peão branco de d4 conforme **Figura** – seta VERDE.)...

Figura 34



Fonte: Produzido pelo Autor

...(Como ocorreu uma captura de um peão branco por parte das pretas, elas devem recolocar o peão preto em qualquer casa do tabuleiro com cor oposta seguindo a regras do xadrez conservação da energia. As pretas então escolhem a casa c5 para repor o peão com cor oposta conforme **Figura** – círculo VERMELHO);

Figura 35



Fonte: Produzido pelo Autor

3. c3 (a vez de jogar passa para as brancas, elas executam um movimento de xadrez tradicional movendo o peão de c2 para c3, conforme **Figura** – seta VERDE),

Figura 36



Fonte: Produzido pelo Autor

3. ..., **dx3** (A vez de jogar passa para as pretas, elas executam um movimento de xadrez tradicional capturando o peão em c3 com o peão d4, conforme **Figura** – seta VERDE)...

Figura 37



Fonte: Produzido pelo Autor

...(As pretas continuam jogando, devendo recolocar peça tomada (o peão branco) em alguma casa do tabuleiro seguindo as regras do xadrez conservação da energia. Assim decidem recolocar o peão na casa d2 com cor oposta, dando xeque no Rei adversário, conforme **Figura** – círculo VERMELHO);

Figura 38



Fonte: Produzido pelo Autor

4. Bxd2 (A vez de jogar passa para as brancas, elas executam um movimento de xadrez tradicional capturando o peão em d2 com Bispo conforme **Figura 39** – seta VERDE)..

Figura 39



Fonte: Produzido pelo Autor

...(e completam seu lance recolocando o peão capturado em e7 conforme regra do xadrez conservação da energia, conforme **Figura 40** – círculo VERMELHO),

Figura 40



Fonte: Produzido pelo Autor

4. ..., Dxe7 (As pretas tomam o peão num lance de xadrez tradicional, conforme **Figura** – seta VERDE)...

Figura 41



Fonte: Produzido pelo Autor

...(e completam seu lance recolocando o peão capturado em d4 conforme regra do xadrez conservação da energia, conforme **Figura** – círculo VERMELHO);

Figura 42



Fonte: Produzido pelo Autor

5. **bxc3** (Volta a vez de a brancas jogarem, que capturam o peão de c3 com seu peão de b2 conforme a **Figura 43** – seta VERDE)...

Figura 43



Fonte: Produzido pelo Autor

...(e completam sua jogada recolocando o peão capturado na casa d5 de cor oposta obedecendo a regra do xadrez conservação da energia, conforme **Figura** – círculo VERMELHO),

Figura 44



Fonte: Produzido pelo Autor

5. ..., **Dxe4** (Volta a vez das pretas jogarem, que capturam o peão de e4 com seu Dama ameaçando o Rei branco com xeque conforme a **Figura – seta VERDE**,)...

Figura 45



Fonte: Produzido pelo Autor

...(e recolocam a peça tomada, mas de cor oposta na casa c2 conforme **46 – círculo VERMELHO**);

Figura 46



Fonte: Produzido pelo Autor

6. De2 (As brancas defendem o xeque colocando a Dama e e2 num lance de xadrez tradicional conforme **Figura 47** – seta VERDE. Como não efetuaram nenhuma captura, a vez de jogar passa para as pretas),

Figura 47



Fonte: Produzido pelo Autor

7. ..., cxb1 (As pretas iniciam seu sétimo movimento capturando o Cavalos em b1 com o peão c2 conforme **Figura** – seta VERDE),...

Figura 48



Fonte: Produzido pelo Autor

...(e como o peão chegou à casa de promoção, devem escolher uma peça branca que está em jogo para trocar de posição com seu peão (Dama, Bispo, Cavalo ou Torre) conforme a regra de promoção no xadrez conservação de energia. Escolhem então a Dama em e2 para trocar de posição com seu peão em b1 conforme **Figura 49** – seta e círculos VERMELHOS.)

Figura 49



Fonte: Produzido pelo Autor

(As pretas continuam jogando, pois o movimento de xadrez tradicional cxb1 foi uma captura de Cavalo branco, portanto devem repor o mesmo

com cor oposta pelas regras de xadrez conservação de energia. Assim o fazem recolocando um Cavalo de cor preta em c2 dando xeque no Rei branco conforme **Figura 50** - círculo VERMELHO).

Figura 50



Fonte: Produzido pelo Autor

Como as brancas não podem de defender da dupla ameaça de xeque (Dama em b1 e Cavalo em c2 – conforme visto na **Figura** , o lance é xeque-mate e decreta o fim da partida.

FIM DA PARTIDA

Energia Branca 0 x 1 Energia Escura

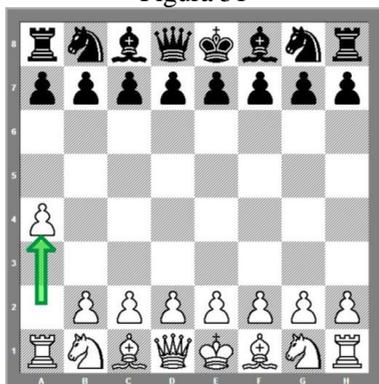
6.3 Manual de Xadrez Entropia

No xadrez entropia aplicam-se todas as regras da FIDE para o xadrez tradicional, adicionando-se as regras abaixo relacionadas com conceito físico de entropia. Para facilitar o entendimento, utilizaremos uma seta VERDE para indiciar o movimento tradicional de xadrez, e uma seta VERMELHA para indicar cada lance de xadrez entropia. Depois de cada movimento de xadrez tradicional obrigatório, o jogador da vez deve realizar um movimento randômico com uma peça do adversário. Entende-se como movimento randômico, um movimento que não obedece a nenhuma regra específica do xadrez tradicional, a

peça escolhida pode ser colocada em qualquer casa do tabuleiro, exceto quando infringir às regras do xadrez entropia estipuladas abaixo, que são em linhas gerais seis regras básicas:

Primeira Regra do movimento randômico: Após cada jogada de xadrez tradicional (**Figura** – seta VERDE), o jogador da vez, deve completar seu lance realizando um "movimento randômico" obrigatório com qualquer peça adversária, exceto o Rei. (**Figura** – seta vermelha). Nesse lance randômico, o jogador da vez pega qualquer peça adversária (exceto o Rei – ver quarta regra do movimento randômico) e a coloca em qualquer posição do tabuleiro, desde que essa peça não esteja sendo ameaçada por qualquer outra peça da cor oposta (ver terceira regra do movimento randômico).

Figura 51



Fonte: Produzido pelo Autor

Figura 52



Fonte: Produzido pelo Autor

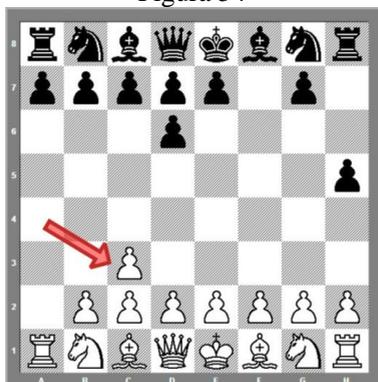
Segunda Regra do movimento randômico: O jogador que possui a vez de jogar, não pode realizar seu movimento randômico com a peça adversária utilizada no lance anterior por seu adversário em seu lance de xadrez tradicional. No exemplo abaixo (**Figura – seta VERDE**), as pretas realizam seu lance de xadrez tradicional e completam sua jogada realizando um movimento randômico com o peão branco movido pelo adversário na jogada anterior (**Figura – seta VERMELHA**). Esse lance não é permitido, pois infringe a segunda regra do movimento randômico:

Figura 53



Fonte: Produzido pelo Autor

Figura 54



Fonte: Produzido pelo Autor

Terceira Regra do movimento randômico: A casa escolhida para realizar o movimento randômico com a peça adversária, não pode estar sendo atacada por qualquer peça de cor oposta. Na **Figura** temos dois exemplos desse lance ilegal. No exemplo 1, o cavalo foi movido num movimento randômico para casa g4, mas esse lance é ilegal, pois o peão de h4 está atacando a casa g4. No exemplo 2, o cavalo de foi movido para casa c6, mas esse lance é ilegal, pois os peões de b7 e d7 estão atacando a casa c6.

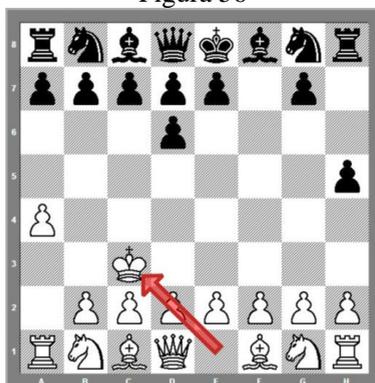
Figura 55



Fonte: Produzido pelo Autor

Quarta Regra do movimento randômico: Não é permitido realizar um movimento randômico com o Rei adversário conforme **Figura** .

Figura 56



Fonte: Produzido pelo Autor

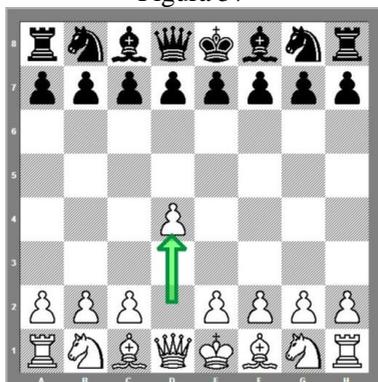
Quinta Regra do movimento randômico: É permitido defender um xeque com um movimento randômico desde que este obedeça à regra três.

Sexta regra do movimento randômico: Se o jogador da vez, cometer uma irregularidade referente à regra três, o lance deve ser corrigido quando solicitado pelo oponente, ou de sua própria iniciativa. Isso deve ser feito antes que o próximo movimento do adversário seja feito. Caso contrário, segue-se a partida normalmente, como se o lance tivesse sido normal, e qualquer reclamação perde efeito.

6.3.3 Partida modelo potencializada com realidade aumentada

1. d4 (o jogador das peças brancas inicia a partida fazendo um movimento de xadrez tradicional movendo o peão da casa d2 para casa d4 conforme **Figura** - seta VERDE.)...

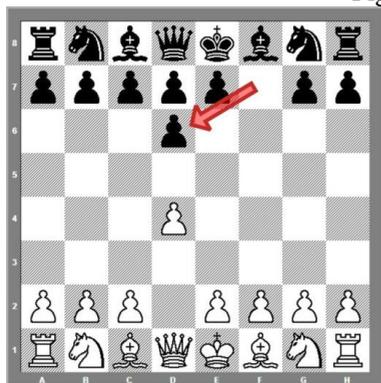
Figura 57



Fonte: Produzido pelo Autor

...(O jogador das peças brancas continua com a vez de jogar e é obrigado a realizar um movimento randômico com uma peça das pretas. Escolhe então movimentar o peão da casa f7 para a casa d6 seguindo as regras do xadrez entropia conforme **Figura 58** – seta VERMELHA).

Figura 58



Fonte: Produzido pelo Autor

1. ..., e6 (o jogador da peças pretas move seu peão de e7 para casa e6 seguindo o xadrez tradicional conforme **Figura 59** - seta VERDE).

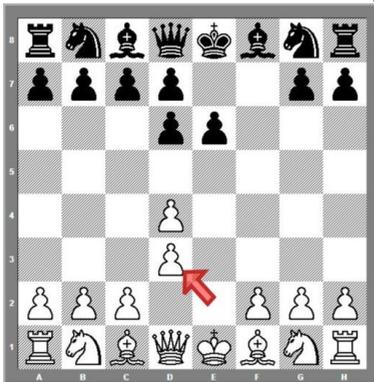
Figura 59



Fonte: Produzido pelo Autor

...(a vez de jogar continua sendo das peças pretas, mas agora segue o movimento randômico obrigatório seguindo as regras do xadrez entropia. Elas escolhem mover o peão branco de e2 para d3 conforme **Figura 60** – seta VERMELHA);

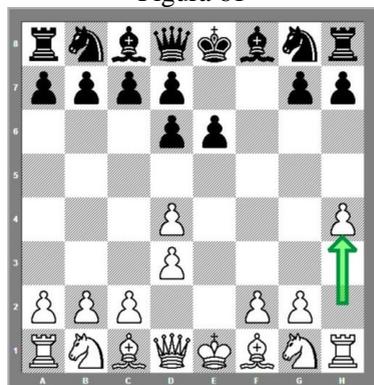
Figura 60



Fonte: Produzido pelo Autor

2. h4 (brancas jogam seu lance de xadrez tradicional escolhendo mover o peão de h2 para casa h4 conforme **Figura 61** - seta VERDE)

Figura 61



Fonte: Produzido pelo Autor

...(Segue as brancas jogando, realizando o movimento obrigatório *randômico* escolhendo movimentar o cavalo preto de g8 para casa e7 conforme **Figura 62** – seta VERMELHA).

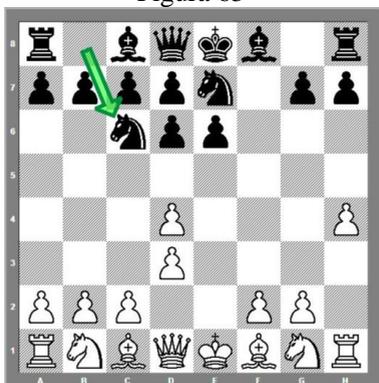
Figura 62



Fonte: Produzido pelo Autor

2. ..., **Cbc6** (segue movimento de xadrez tradicional das pretas que movimentam o cavalo que estava na casa b8 para c6 conforme **Figura 63** - seta VERDE),

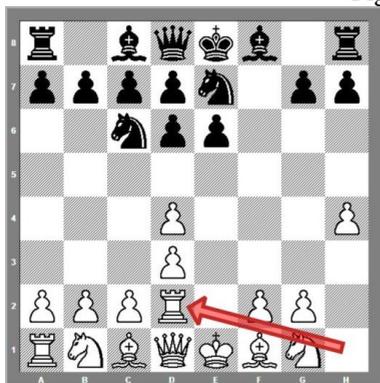
Figura 63



Fonte: Produzido pelo Autor

...(Segue as pretas com o movimento randômico obrigatório com uma peça branca **Figura** – seta VERMELHA).

Figura 64



Fonte: Produzido pelo Autor

3. Dh5+ (as brancas jogam seu terceiro movimento colocando a dama na casa h5 e dando um xeque ao rei adversário conforme **Figura** - seta VERDE).

Figura 65



Fonte: Produzido pelo Autor

...(A vez de jogar ainda pertence às brancas que realizam um movimento randômico obrigatório com uma peça adversária. Escolhem mover o peão da casa g7 para f6 conforme **Figura** – seta VERMELHA).

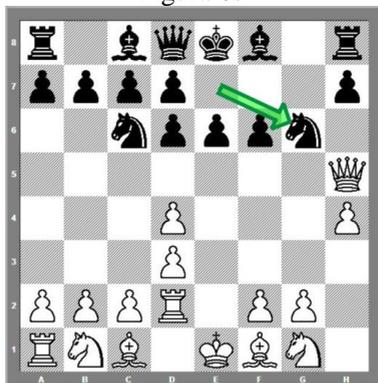
Figura 66



Fonte: Produzido pelo Autor

3. ... , Ng6 (O jogador das peças pretas é obrigado a se defender da ameaça de xeque pela regra do xadrez tradicional e faz o único lance possível que é colocar o cavalo que estava em e7 para g6 conforme Figura - seta VERDE).

Figura 67



Fonte: Produzido pelo Autor

...(As pretas com a vez de jogar realizam o movimento randômico com uma peça adversária escolhendo peão de c2 para a casa e4 conforme Figura – seta VERMELHA).

Figura 68

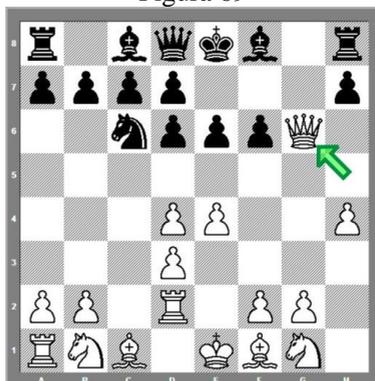


Fonte: Produzido pelo Autor



4. **Qxg6+** (o jogador das brancas realiza seu movimento tradicional de xadrez tomando o cavalo preto de g6 conforme **Figura** - seta VERDE).

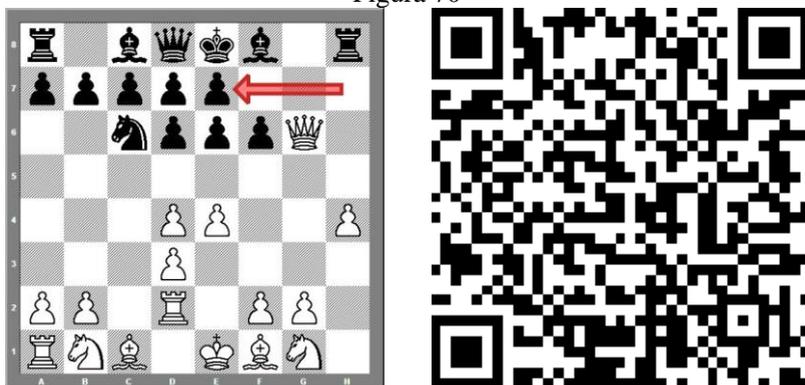
Figura 69



Fonte: Produzido pelo Autor

...(e continua jogando realizando seu lance randômico e escolhem mover o peão de h7 para e7 conforme **Figura 70** – seta VERMELHA).

Figura 70



Fonte: Produzido pelo Autor

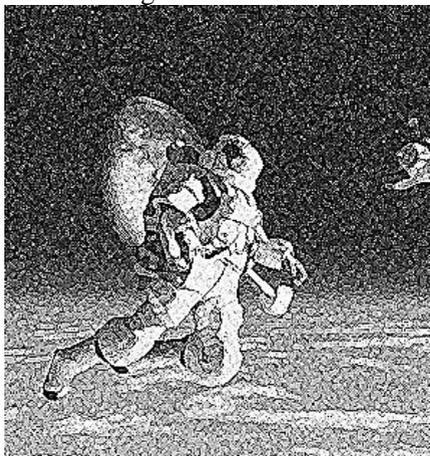
Final da partida, as brancas vencem a partida, pois o ultimo lance colocou o Rei das pretas em ameaça. Como as pretas não podem se defender com nenhum lance de xadrez tradicional ou randômico a partida com xeque-mate para as brancas. 1-0

7. Atividades

7.1 Atividade1

Observe a figura abaixo, e responda o questionário abaixo:

Figura 71

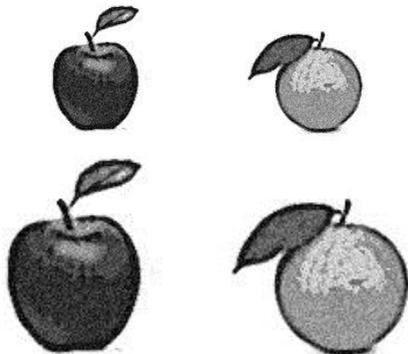


Fonte: Produzido pelo Autor

1. *Por que os astronautas flutuam?*
3. *Por que os objetos caem?*
4. *Desenhe a Terra no espaço e indique com uma flecha (vetor) a direção (horizontal/vertical/diagonal) e o sentido (para onde ela aponta) da gravidade?*
5. *Observe a figura abaixo, e responda:*

- a) Existe alguma força de atração entre a maçã e a laranja? Se a resposta for sim, que força é essa? Explique sua resposta.
- b) Se dobrarmos o tamanho da maçã e da laranja e mantivermos a distância, o que ocorre com o valor da força de interação entre elas?

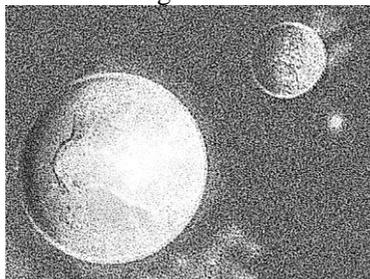
Figura 72



Fonte: Produzido pelo Autor

6. Observe a figura. O que acontece com o valor da força de atração (aumenta ou diminui) entre a terra e lua, se aumentarmos a distância entre elas?

Figura 73



Fonte: Produzido pelo Autor

7.2 Atividade 2

Como proposta de atividade durante uma partida de *xadrez conservação de energia*, sugerimos a utilização da **Quadro 11** para anotação de dados.

Quadro 11 – para ser usada durante uma atividade

Proposta de Atividade		
Tabela:		
	Energia Branca	Energia Escura
Torres		
Cavalos		
Bispos		
peões		
Dama		
Rei		
Total		
Energia Total do Sistema		

Fonte: Elaborado pelo Autor

Consideramos aqui as peças brancas como sendo “*energia branca*”, e as peça pretas como sendo “*energia escura*”, e atribuímos um valor fixo de energia para peça utilizando a unidade joules com os respectivos valores de energia conforme ilustra a **Quadro 12**:

Quadro 12

Peça	Igual	Quantidade de Energia
Torre	=	5 Joules
Cavalo	=	3 Joules
Bispo	=	3 Joules
Dama	=	9 Joules
peão	=	1 Joules
Rei	=	10 Joules

Fonte: Elaborado pelo Autor

É importante também que o professor esclareça o conceito de “sistema” para os alunos antes do início da atividade.

O professor deve imprimir várias cópias da **Quadro 11**, e recortá-las na forma de cartão para distribuir aos alunos, no mínimo três tabelas (cartelas) por aluno. Antes de dar início na partida, o professor deve explicar o valor de cada peça e unidade que vai usar, em seguida deve pedir a cada aluno que contabilize a energia de cada peça preenchendo a tabela somando e preenchendo o total de energia que cada lado possui (branca e escura). Para completar essa tarefa, ele deve somar os dois lados e anotar em “energia total do sistema”. Por exemplo: No início da partida cada Jogador possui 2 Torres, cada Torre vale 5 Joules de energia, portanto ele vai preencher 10 J na primeira linha, e na seqüência 6 J para o Cavalos, já que ele possui 2 Cavalos e cada um vale 3 J de energia e assim por diante. A primeira tabela preenchida antes de a partida começar aparecerá deverá estar conforme a **Figura 74**.

Figura 74

Proposta de Atividade		
Tabela: 1		
	Energia Branca	Energia Escura
Torres	10 J	10 J
Cavalos	6 J	6 J
Bispos	6 J	6 J
peões	8 J	8 J
Dama	9 J	9 J
Rei	10 J	10 J
Total	49 J	49 J
Energia Total do Sistema		98 J

Fonte: Elaborado pelo Autor

Após o preenchimento da primeira tabela, o professor autorizará o início das partidas, e observará por alguns minutos o seu andamento. Passado alguns minutos a critério do professor que observará o bom andamento das partidas, ele pedirá que os alunos parem de jogar e observem a posição das peças no tabuleiro. No caso de exemplo vamos

supor que depois alguns minutos jogados, a configuração do tabuleiro seja igual a **Figura 75**.

Figura 75



Fonte: Produzido pelo Autor

Os alunos devem então repetir a operação da primeira tabela contabilizando a energia que cada lado possui (energia branca e energia escura), e somar as duas energias do sistema e preenchendo o espaço “energia total do sistema” na segunda tabela a ser usada na atividade. No caso do nosso exemplo temos o quadro 2 (**Figura**) preenchida que corresponde as informações colhidas da **Figura** .

Figura 86

Proposta de Atividade		
Tabela: 2		
	Energia Branca	Energia Escura
Torres	10 J	10 J
Cavalos	3 J	9 J
Bispos	6 J	6 J
peões	7 J	9 J
Dama	9 J	9 J
Rei	10 J	10 J
Total	45 J	53 J

Energia Total do Sistema	98 J
--------------------------	------

Fonte: Produzido pelo Autor

Completada a tabela, os alunos devem continuar com a partida do momento onde ela parou, e após alguns minutos a critério do professor, mas tomando o cuidado para que as partidas tenham tido uma boa movimentação e troca de peças, ele solicitará uma nova pausa. Seguindo em frente ele devem repetir a operação feita na primeira pausa. Para isso devem iniciar anotando o número 3 na linha escrito tabela. Exemplo: Vamos imaginar que na segunda a pausa, a posição das peças seja igual à **Figura** .

Figura 77



Fonte: Produzido pelo Autor

Preenchendo a tabela 3 (**Figura**) temos que:

Figura 78

Proposta de Atividade		
Tabela: 3		
	Energia Branca	Energia Escura
Torres	10 J	10 J
Cavalo	3 J	9 J
Bispos	3 J	9 J

peões	5 J	11 J
Dama	9 J	9 J
Rei	10 J	10 J
Total	40 J	58 J
Energia Total do Sistema		98 J

Fonte: Elaborado pelo Autor

Completada esta etapa, o professor pedirá aos alunos que analisem suas tabelas, e respondam ao questionário abaixo:

Questionário da atividade 2:

1. *Dois corpos a temperatura diferentes 30°C e 70°C, são colocados em contato. O que se verifica com a quantidade de energia térmica de cada corpo após certo tempo? Explique.*

2. *Considere as peças de xadrez sendo dois estados de energia, uma é energia branca (peças brancas) e a outra a energia escura (peças pretas). O que acontece com a “quantidade” de energia dos dois sistemas durante a partida?*

3. *Em relação a soma da quantidade total da energia dos dois sistemas juntos o que acontece com ela durante o jogo?*

4. *Qual conclusão você poderia obter dessa experiência sobre a quantidade de energia dos sistemas durante o jogo?*

5. *Analisando essa experiência que você vivenciou durante o jogo, você pode afirmar que durante a partida a energia foi:*

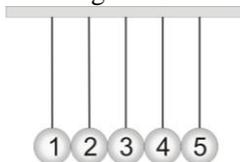
- destruída e produzida;*
- destruída e transformada;*
- apenas transformada de uma forma para outra;*
- gasta e produzida;*

7.3 Atividade3

- O que é matéria? Qual a sua relação com energia?
- Coloque V ou F nas afirmativas abaixo:
 - () A caloria é uma unidade usual de energia.
 - () O carvão vegetal é uma fonte não renovável de energia.
 - () Na lâmpada incandescente, existe a transformação de energia elétrica em energia térmica.

- () A energia é sempre criada, nunca transformada.
 () A energia cinética de um objeto não depende de sua massa.
 () A energia potencial gravitacional depende da altura do objeto em relação ao solo.
3. Cite algumas formas de energia que sejam do seu conhecimento?
 4. Dê exemplos de situações em que uma forma de energia se transforma em outra?
 5. (ENEM-2014) - O pêndulo de Newton pode ser constituído por cinco pêndulos idênticos suspensos em um mesmo suporte.

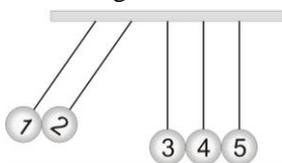
Figura 79



Fonte: Elaborado pelo Autor

Em um dado instante, duas esferas 1 e 2 são erguidas conforme ilustra a figura abaixo e abandonadas.

Figura 80



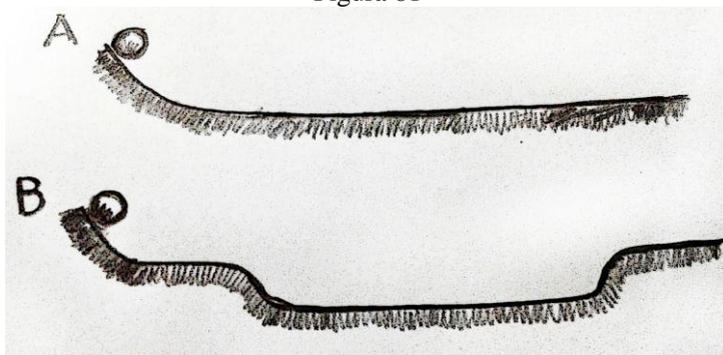
Fonte: Elaborado pelo Autor

Dois estudantes, João e Paulo, têm respostas diferentes com relação à previsão do que irá ocorrer após a propagação do choque. João acha que somente a bola 5 irá se movimentar, saindo com velocidade duas vezes maior que as velocidades das bolas 1 e 2 incidentes. Paulo acha que as bolas 4 e 5 sairão juntas com a mesma velocidade das bolas incidentes 1 e 2.

- a) A previsão de João é correta? Justifique sua resposta.

- b) A previsão de Paulo é correta? Justifique sua resposta.
6. (HEWITT, 2011) - Duas bolas são liberadas simultaneamente a partir do repouso, da extremidade esquerda dos trilhos A e B, de mesmo comprimento, mostrados na figura. Quando elas alcançarem as extremidades finais da pista, qual será mais veloz? (desconsidere qualquer forma de atrito). Justifique sua resposta.

Figura 81



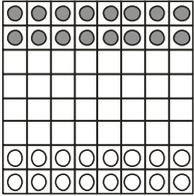
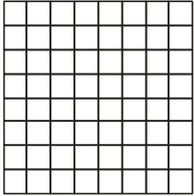
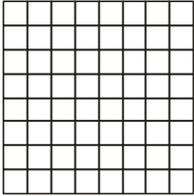
Fonte: Elaborado pelo Autor

7.4 Atividade4

Essa atividade é para ser aplicada durante uma partida de xadrez entropia. Aconselhamos sua aplicação apenas depois que os alunos já tenham se apropriado das regras do jogo. O professor poderá dar continuidade ao tema conservação de energia, e abordar conceitos como energia útil e energia degradada, como também poderá realizar a atividade de forma independente, sendo necessário apenas que os alunos já tenham conhecimento prévio dos conceitos que envolvam formas e transformação da energia.

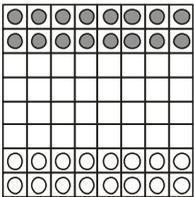
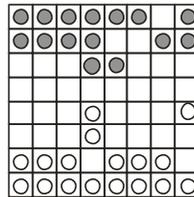
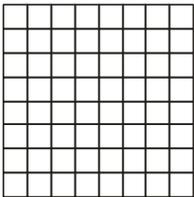
Para sua realização dessa atividade deve-se fornecer uma cartela igual a figura abaixo, para cada aluno.

Aluno:

 <p style="text-align: center; font-size: small;">Tabuleiro com as peças inicialmente posicionadas.</p>	 <p style="text-align: center; font-size: small;">Tabuleiro instantes depois do início da partida</p>	 <p style="text-align: center; font-size: small;">Alguns minutos depois</p>
--	--	--

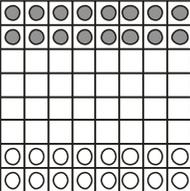
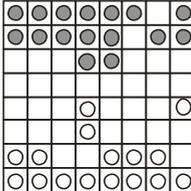
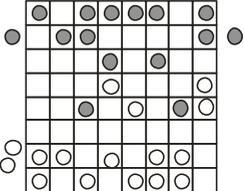
Em seguida promove-se partidas de xadrez entropia em dupla entre os alunos, marcando dois intervalos de tempo distintos, a escolha do professor. Nesse intervalo de tempo, as partidas devem ser pausadas e usando a tabela fornecida, os alunos preencherão o primeiro diagrama vazio identificando a posição das peças brancas e pretas. Na figura abaixo um exemplo de uma possível configuração no primeiro intervalo de tempo.

Aluno:

 <p style="text-align: center; font-size: small;">Tabuleiro com as peças inicialmente posicionadas.</p>	 <p style="text-align: center; font-size: small;">Tabuleiro instantes depois do início da partida</p>	 <p style="text-align: center; font-size: small;">Alguns minutos depois</p>
---	---	---

Feito isso dará prosseguimento as partidas por mias alguns minutos quando fará novamente uma pausa nas partidas e repetirá a operação para o terceiro diagrama conforme o exemplo da figura abaixo.

Aluno:

 <p>Tabuleiro com as peças inicialmente posicionadas.</p>	 <p>Tabuleiro instantes depois do início da partida</p>	 <p>Alguns minutos depois</p>
--	--	---

Terminando a atividade, os alunos devem responder os exercícios abaixo.

Considere que as peças de xadrez sejam duas formas de energia (energia branca e energia escura) inicialmente organizadas no início da partida. Depois de alguns minutos, ocorreram trocas de peças, e parte dessa energia se posicionou fora tabuleiro tornando-se uma forma de energia não útil enquanto que as que permanecem em jogo são o que restou de energia disponível para continuar o jogo. Baseado nisso, responda as seguintes perguntas:

1. Na medida em que o tempo passa, qual é a probabilidade da energia não útil, voltar a ser utilizada no jogo? Explique.
2. O que ocorre com a quantidade de energia útil a cada captura de uma peça?
3. Ocorreu conservação da energia durante a partida de xadrez entropia? Explique sua resposta.
4. O que ocorre com a organização da energia disponível com tempo?

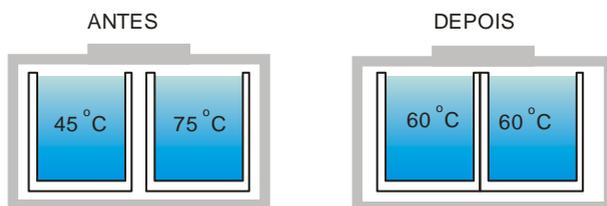
7.5 Atividades5

1. Durante uma partida de “xadrez entropia”, o jogador A, foi anotando alguns diagramas da partida em intervalos de tempo. Em um determinado momento, enquanto observava a evolução dos diagramas, fez a seguinte afirmativa ao jogador B: “Se continuarmos jogando até o

final, é impossível que algum momento, as peças voltem à posição inicial do jogo naturalmente, sem que façamos isso de propósito”.

Qual sua opinião sobre a afirmativa do jogador A?

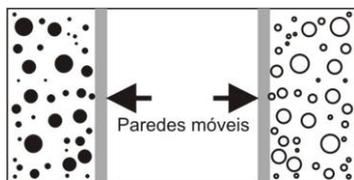
2. Temos dois copos de alumínio com água, separados entre si e isolados dentro de uma caixa de isopor. No primeiro copo a água se encontra a 45°C , e no segundo a 75°C (figura abaixo - ANTES). Em seguida encostando os dois copos entre si verifica-se que passado algum tempo ambos encontram-se na mesma temperatura média de 60°C (figura abaixo – DEPOIS) (COVOLAN e SILVA, 2005, p. 104).



Analisando o enunciado acima, você acredita que possa ocorrer o processo inverso de forma espontânea, ou seja, que as massas de água, ambas agora a 60°C (figura acima – DEPOIS), voltem às temperaturas que anteriormente eram de 45°C e 75°C (figura acima – ANTES)? Justifique

3. Na figura abaixo temos um recipiente isolado de influências externas contendo um gás em um canto por uma parede móvel, de forma que lembre as peças de xadrez agrupado no início de uma partida. No restante da caixa retiramos tudo, produzindo vácuo (COVOLAN e SILVA, 2005, p. 105).

Figura 82
SITUAÇÃO A



Caixa com divisória entre gás e vácuo

Fonte: Elaborado pelo Autor

O que aconteceria com as moléculas desse gás se for retirado a parede móvel? Represente na caixa vazia a situação imaginada.

Figura 83



Fonte: Elaborado pelo Autor

4. Analisando sua resposta no exercício anterior, é possível que o inverso aconteça espontaneamente? Ou seja, será possível que todas as moléculas desse gás se concentrem como estavam no início sem a intervenção humana?

5. De exemplos do seu cotidiano onde ocorrem processos irreversíveis na natureza?

Após as atividades, o professor deve incentivar os alunos a debater suas hipóteses em pequenos grupos com o objetivo de gerar perturbações e questionamentos sobre suas respostas, trabalhando suas concepções e expressando livremente suas idéias sem a presença do professor que tem aqui é apenas o papel de intensificar os debates em cada grupo sem oferecer “uma resposta”, deixando isso para uma etapa posterior que será realizada na segunda aula.

APÊNDICE B: Manual de instalação do App Augment

Instruções para Instalação do App Augment para trabalhar com a Realidade Aumentada nos dispositivos Android

Sigam os seguintes passos

1. Clique no ícone App da Play Store do seu dispositivo móvel.



2. Digite **Augment** na Play Store e escolha a primeira opção.



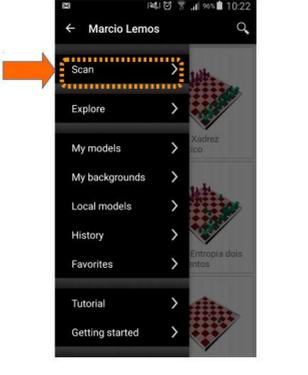
3. Abra e instale em seu dispositivo o App da **Augment**.

Atenção: após a instalação do **Augment** recomendamos que o aparelho seja reinicializado.



4. Abra o aplicativo clicando no ícone da **Augment** que surgirá na tela do seu aparelho.



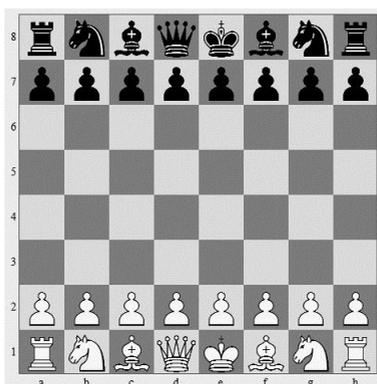
<p>5. Escolha a opção Scan do menu lateral.</p>	<p>6. Aponte a câmera do seu celular para este QR code abaixo.</p>
 <p>A screenshot of a mobile application interface. At the top, it shows the name 'Marcio Lemos' and a search icon. Below this is a list of menu items: 'Scan', 'Explore', 'My models', 'My backgrounds', 'Local models', 'History', 'Favorites', 'Tutorial', and 'Getting started'. Each item has a right-pointing arrow. An orange arrow points to the 'Scan' option, which is highlighted with a dashed orange border.</p>	 <p>A large black and white QR code is centered in the panel. A thick orange arrow points downwards from the top center of the panel towards the QR code.</p>
<p>7. Se tudo estiver correto você deve visualizar uma imagem, parecida com esta abaixo, na tela do seu aparelho. É possível aumentar ou diminuir a imagem. Se a imagem ficar “travando” é possível entrar no modo 3D View para otimizar a visualização.</p>	
 <p>A photograph showing a QR code on a wall. In the foreground, a 3D chessboard is visible, with a green king piece standing on a square. The QR code is partially obscured by the chessboard. The text 'RA' and 'Augment!' are visible in the background.</p>	

ANEXO A: Leis da FIDE do xadrez tradicional

Para se jogar xadrez tradicional, é necessário primeiramente um tabuleiro contendo 64 casas em cores alternadas. Iniciando-se com a casa de cor escura no canto inferior esquerdo (coordenada a1), vai se alternando com cor clara até chegar a última casa no canto superior direito (coordenada h8) cor escura.

Além disso, é necessário de um jogo de 32 peças, 16 de cores claras e 16 de cores escuras com formatos que representam as figuras de um jogo de xadrez tradicional, ou seja, um jogo é composto por quatro torres, quatro cavalos, quatro bispo, duas damas, dois reis e dezesseis peões divididos igualmente em cores claras e escuras.

No andamento de uma partida de xadrez que habitualmente é disputado por duas pessoas, cada lado controla dezesseis peças que geralmente são claras (branca) e escuras (pretas).



Um diagrama de xadrez mostrando todas as peças e peões em suas casas iniciais.

Durante uma partida de xadrez, quando o rei de um jogador é ameaçado por uma peça do oponente, diz-se que este está em xeque. Nesse momento o jogador que tem seu rei ameaçado é obrigado a sair dessa situação podendo agir de três maneiras: capturar se possível, a peça que está ameaçando o rei, cobrir quando possível com uma peça sua a ameaça do xeque cortando a linha de ataque, e ou mover o rei para a casa ao lado que não esteja sendo atacada pelo adversário. Em hipótese alguma um jogador pode colocar seu rei numa casa ameaçada, se o fizer, deverá corrigir o lance fazendo outro movimento. Se nenhuma das três situações for possível, diz-se que o rei está então em

xeque-mate, decretando o final do jogo. Portanto, xeque-mate é o objetivo de uma partida de xadrez, mas não existe obrigatoriedade que o adversário anuncie xeque-mate. Uma partida de xadrez pode terminar também de outras duas formas: 1) Por empate, quando acordado por ambos os jogadores que não desejam mais prolongar a disputa, ou empate dito teórico que surge de uma situação onde ambos concordam que não há mais condições de vencer a partida pela posição da peças no tabuleiro, ou pela falta das mesmas que são suficientes para dar xeque-mate ao adversário. 2) Por abandono, que surge de uma situação onde um jogador estando muito inferiorizado na partida prefere abandonar o jogo, pois considera não ter mais condições de evitar a derrota.

O enxadrista ainda dispõe de três lances especiais: o **roque** que encastela o rei, protegendo-o de ataques inimigos; a captura *en passant*, quando um peão avançado toma outro peão oponente que apenas passou pelo primeiro com o seu lance inicial de duas casas; e a **promoção**, obrigatória ao peão que, ao alcançar a oitava fileira, deve ser promovido a cavalo, bispo, torre ou dama, de mesma cor.

Movimento e captura das peças

Todas as peças (com exceção do Cavalo), independente de quantas casas andem, têm seu raio de ação limitado pelas outras peças, amigas ou inimigas, ou seja, caso uma peça amiga esteja em seu caminho, ela não poderá parar nesta casa, ou em qualquer outra casa que, para chegar até ela, deva passar pela casa ocupada. No caso de uma peça inimiga, ainda não é permitido chegar a uma casa passando pela casa ocupada, porém, é possível **capturar (tomar)** a peça adversária, removendo-a do jogo e posicionando a peça captora na casa que a peça inimiga ocupava no tabuleiro.

Torre

A torre se movimenta em direções ortogonais, isto é, pelas linhas (horizontais) e colunas (verticais), não podendo se mover pelas diagonais. Ela pode mover quantas casas desejar se estiverem desocupadas pelas colunas e linhas, porém, apenas em um sentido em cada jogada.

Bispo

O bispo se movimenta nas direções diagonais, não podendo se mover pelas ortogonais como as torres. Ele pode mover quantas casas

quiser pelas diagonais, porém, apenas em um sentido em cada jogada e desde que as mesmas estejam desobstruídas.

Dama (Rainha) q

A Dama (também chamada de Rainha) pode movimentar-se quantas casas queira, tanto na diagonal, como na vertical ou na horizontal, porém, apenas em um sentido em cada jogada.

Rei k

Pode mover-se em todas as direções, mas limitado somente à sua casa vizinha. O Rei pode fazer um movimento especial chamado roque com a torre desde que: 1. Nenhuma das duas peças tenha sido ainda movimentada durante a partida; 2. Não haja nenhuma peça amiga entre o rei e a torre, 3. Nenhuma das casas pelas quais o rei irá passar ou ficar esteja sob ataque de peça inimiga. Somente assim podendo ser feito o roque, que pode ser o roque pequeno ou o grande.

O rei pode capturar, também, qualquer peça adversária, com exceção do rei adversário. Um rei deverá manter distância mínima de duas casas do outro rei, se não será considerado um lance irregular.

Peão p

O peão é a única peça do xadrez que nunca retrocede no tabuleiro. Portanto, quando se encontra na segunda fila [a2-h2 das brancas, a7-h7 das pretas] sempre estará disponível para fazer o seu primeiro movimento. Nesse caso ele pode "optar" entre "andar" uma ou duas casas sempre na mesma coluna. Passando da segunda fila, não mais pode se deslocar duas casas, mesmo que não o tenha feito em seu primeiro movimento. Ao contrário das demais peças do xadrez, quando vai capturar uma peça, seu movimento é diferente: ele desloca-se na diagonal, andando apenas uma casa, sempre para frente. O peão não pode capturar para trás, e não captura peças que obstruam o seu caminho. Assim, qualquer peça (inclusive outro peão), pode parar a marcha de um peão.

Uma vez que um peão não anda para trás, caso ele alcance a última fileira do tabuleiro (fileira 8 para as brancas ou 1 para as pretas) o jogador deve promover seu peão, transformando-o em qualquer outra peça menos o rei e peão (dama, torre, bispo ou cavalo). O peão pode se transformar em qualquer das quatro peças, mesmo que haja outras em jogo. É possível, então, possuir duas ou mais damas, três ou mais torres, ou situações semelhantes.

Cavalo n

O movimento do cavalo corresponde ao movimento em "L". Círculo este que corresponde ao movimento octogonal permitido pelo quadriculado do tabuleiro. Ele pode andar em "forma de L", ou seja, anda duas casas em linha reta e depois uma casa para o lado. Ao colocar uma peça em cada posição disponível do movimento do cavalo, você verá que elas formam um círculo no tabuleiro. O cavalo goza de uma liberdade especial em seu movimento, podendo pular qualquer peça, inclusive as do adversário. Captura as peças adversárias que estejam em sua casa de chegada, mas não pode ir para uma casa ocupada por uma peça amiga.

Movimentos extraordinários

Roque

O roque é um lance do rei com qualquer das suas duas torres situada na mesma fileira e é considerado como um lance de rei apenas. O roque coloca o rei em segurança e permite colocar a sua torre em uma posição mais centralizada no tabuleiro. O roque tem suas variantes: o roque longo, também chamado de roque do lado da dama e o roque curto, também chamado de roque do lado do rei. Para se executar ambos, move-se o rei duas casas para qualquer lado na horizontal e move-se a torre para a casa imediatamente anterior.

Para que o roque seja executado é necessário observar certas condições que devem ser seguidas para que o movimento seja válido. São elas:

- (1) Nem rei nem torre usados no roque podem ter sido mexidos alguma vez antes no jogo.
- (2) O rei não pode estar em xeque antes de o roque ser feito e nem pode ficar em xeque após a realização do mesmo.
- (3) Nenhuma casa que o rei irá passar para realizar o roque pode estar ameaçada por uma peça adversária.
- (4) O caminho da torre e do rei devem estar totalmente desobstruídos, seja por peças amigas ou adversárias.

Obs.: como o roque é um lance do rei, o mesmo deve ser movido primeiro. Caso o jogador tocar primeiro em sua torre, deverá fazer um movimento com a mesma, não podendo mais fazer o roque nesse lance e nem mais com essa torre (pois a mesma já terá sido mexida).

Captura "en passant"

O termo *en passant* é francês que significa na passagem, sendo um movimento especial de captura de peão por outro peão. O peão, como descrito acima, pode andar duas casas na primeira vez que se move. Entretanto, os peões adversários podem capturar o peão que anda duas casas como se este tivesse andado apenas uma casa, caracterizando uma captura *en passant*. Neste caso, a captura deve ser feita imediatamente após o emparelhamento dos peões não podendo ser feita depois. Como todas as outras capturas, a tomada *en passant* é facultativa.

Tirando o Rei de Xeque

Para retirar o rei de xeque, o jogador deve tentar os três passos abaixo:

- (1) Movimentar o rei para uma casa em que ele não esteja em xeque;
- (2) Colocar uma peça entre o rei e a peça que está dando o xeque, ou;
- (3) Capturar a peça que está dando xeque ao rei.

Quando não há possibilidade de se fazer nenhum desses três passos, caracteriza-se xeque-mate e a partida acaba imediatamente.

Vitória

Existem dois modos de se obter a vitória durante uma partida de xadrez:

- (1) O adversário desistir ou abandonar o jogo;
- (2) Xeque-mate ao rei adversário.

Embora seja costume de muitos jogadores, o aviso do xeque, diferente de como alguns pensam, não é de forma alguma obrigatória, sendo, em algumas partidas blitz (relâmpago) de campeonato, inclusive desaconselhado.

Empate

Uma partida é considerada empatada, quando:

- (1) O jogador que tiver a vez de jogar não puder realizar nenhuma jogada legal. Esse empate é conhecido como *pat*, pelos franceses, *ahogado*, em espanhol, ou simplesmente, empate por afogamento, rei afogado;
- (2) Um dos jogadores propuser e o outro aceitar o empate;

Em campeonatos, a regra é um pouco mais restrita: um jogador deve propor *enquanto seu tempo estiver correndo* o empate, e acionar o relógio. O outro jogador deve anunciar que aceita o empate, recusar, ou simplesmente fazer a sua jogada, sinal que recusou o pedido, e não poderá mais tarde (se a situação do tabuleiro mudar) "aceitar" o empate. Após essa recusa, apenas o jogador que recusou o empate pode fazer outra proposta, para evitar que um jogador fique constantemente pedindo empate, incomodando o adversário.

- (3) Nenhum dos jogadores contar com material suficiente para dar xeque-mate no adversário. É considerado material insuficiente o rei e um bispo, o rei e um cavalo ou o rei e dois cavalos *contra um rei sozinho*. Isso não significa, portanto, que não é possível dar um mate apenas com um cavalo. Mas só é possível se houver outras peças inimigas impedindo o caminho do rei inimigo. O mate com dois cavalos e rei contra rei só ocorre se o oponente errar ao fugir com o rei, portanto dois cavalos são considerados como material insuficiente para dar mate;

Por causa da promoção, um peão sempre é considerado "material" suficiente para mate, embora ele como peão não possa sozinho (ou com ajuda do rei) dar xeque mate.

- (4) Ocorrer um xeque-perpétuo, em que um jogador pode ficar permanentemente colocando o rei do outro em xeque, não importa o que o outro faça, sem que o jogador manifeste intenção de jogar diferentemente;
- (5) São efetuados 50 lances sem captura de peças e sem movimento de peões;
- (6) Uma dada posição ocorrer três vezes durante uma partida. Note que se um simples peão for avançado uma casa, a posição já não é mais a mesma e a contagem recomeça.

Lances irregulares

Mover uma peça de forma que não siga os movimentos válidos para a mesma. Por exemplo, um bispo só pode mover-se na diagonal. Se o bispo for movido na vertical, será um lance irregular, devendo o mesmo retornar ao seu lugar e o jogador fazer uma jogada legal com o bispo, caso houver essa possibilidade, senão poderá mover outra peça.

- (1) O rei estando em xeque, o jogador faz um movimento cujo resultado ainda mantenha em xeque o rei. Nesse caso, o lance deverá voltar e o jogador deverá movimentar a mesma peça

para uma posição que tire o rei do xeque, caso possível, senão poderá fazer qualquer outro lance que tire o rei do xeque.

- (2) Fazer um lance que coloque o seu rei em xeque. Novamente o lance deverá ser desfeito e deverá ser feito outro lance com a mesma peça, desde que haja algum lance válido para a mesma.

ANEXO B: Anotação Algébrica

Sistema de notação algébrica é um método usado hoje em todas as organizações de competição de xadrez e a maioria dos livros e periódicos para registrar e descrever lances de partidas de xadrez. A forma mais comum usada, e primariamente descrita aqui, é também chamada de *notação algébrica abreviada (ou curta)* para distingui-la da *notação algébrica expandida (ou longa)*. Iniciada nos anos 1970, a notação algébrica abreviada acabou por substituir a notação descritiva de xadrez, apesar de que essa notação ainda possa ser achada na literatura mais antiga.

Nomeando as casas do tabuleiro

A notação começa com a identificação de cada casa do tabuleiro (figura 1) de xadrez com uma coordenada única. Primeiro as colunas (isto é, as fileiras em paralelo à direção que os jogadores estão olhando) são denominadas com as letras **a** e **h** em minúsculas, da esquerda do jogador com as "brancas". Então a coluna "**a**" fica à esquerda do branco, à direita do preto.

Então as linhas (fileiras horizontais entre os jogadores) são numeradas de **1** a **8**, começando com a primeira linha das peças do branco. Portanto, a linha das peças principais do preto é a linha **8**. Cada casa do tabuleiro, então tem a sua identificação única de letra de coluna e número de linha. O rei branco, por exemplo, começa o jogo na casa **e1**. O cavalo preto na **b8** pode se mover para a **a6**, **c6** ou **d7** (caso estejam vagas).

	a	b	c	d	e	f	g	h	
8	a8	b8	c8	d8	e8	f8	g8	h8	8
7	a7	b7	c7	d7	e7	f7	g7	h7	7
6	a6	b6	c6	d6	e6	f6	g6	h6	6
5	a5	b5	c5	d5	e5	f5	g5	h5	5
4	a4	b4	c4	d4	e4	f4	g4	h4	4
3	a3	b3	c3	d3	e3	f3	g3	h3	3
2	a2	b2	c2	d2	e2	f2	g2	h2	2
1	a1	b1	c1	d1	e1	f1	g1	h1	1
	a	b	c	d	e	f	g	h	

No sistema de notação algébrica, cada casa do tabuleiro de xadrez é indicada por uma letra e um número.

Nomeando as peças

Cada tipo de peça (que não seja um peão) é identificada por uma letra maiúscula, geralmente a primeira letra do nome daquela peça em qualquer linguagem que é falada pelo jogador que estiver anotando. Em português, os jogadores usam **R** para o rei, **D** (de dama, já que R já é usado) para a rainha, **T** para a torre, **B** para o bispo, e **C** para o cavalo.

Os jogadores podem usar letras diferentes em outras línguas. Por exemplo, jogadores de língua inglesa usam o **K** para o rei (de *king*) e os franceses utilizam o **F** para o bispo (de *fou*). Na literatura enxadrística escrita para um público internacional, as letras específicas de língua são substituídas por ícones universais para as peças, produzindo a **notação de figuras**. Por exemplo, ♔c6.

Os peões não são indicados por uma letra, mas pela ausência dessa letra - não é necessário para distinguir os peões para jogadas normais, já que os peões podem avançar apenas para frente.

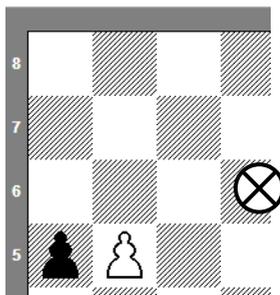
Notação para as jogadas

Cada jogada é indicada pela letra da peça mais a coordenada da casa de destino. Por exemplo: **Be5** (bispo se move para e5), **Cf3** (cavalo se move para f3), **c5** (peão se move para c5 -- sem inicial no caso de jogadas com peão). Em algumas publicações, as peças são indicadas por representações gráficas ao invés de iniciais.

Notação para capturas

Quando uma peça faz uma captura, um **x** (próxima figura abaixo) é colocado entre a inicial e a casa de destino. Por exemplo, **Bxe5** (bispo captura a peça em e5). Quando um peão faz uma captura, a coluna da qual o peão partiu é usada no lugar da inicial da peça. Por exemplo, **exd5** (peão na coluna e captura a peça em d5). "Dois pontos" (:) às vezes é usada no lugar, tanto no lugar do *x* (**B:e5**) quanto após a jogada (**Be5:**). Capturas *en passant* (ver peão) são especificadas pela casa de partida do peão que capturou, o **x**, e a casa para qual ele se move (não o localização do peão capturado), originalmente seguido pela notação "e.p.". Não é obrigatório que se especifique que a captura foi *en passant* porque a captura de uma mesma coluna que não *en passant* teria

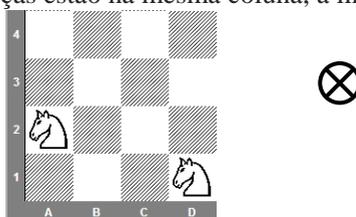
uma casa de destino diferente. Com a notação abreviada, a indicação de captura "x" é sempre requisitada enquanto o sufixo de jogada *en passant* "e.p." é sempre esquecido.



Jogadas de desambiguação

Se duas peças idênticas podem se mover para a mesma casa (figura abaixo), a inicial da peça é seguida por:

- (1) se ambas as peças estão na mesma linha, a coluna de saída;
- (2) se ambas as peças estão na mesma coluna, a linha de saída.



Se as peças estão em linhas e colunas diferentes, o método (1) é preferível. Por exemplo, com dois cavalos em a2 ed1, qualquer um dos dois poderia se mover para c3, a jogada é indicada como **Cac3** ou **Cdc3**, conforme for apropriado. Como visto acima, um x pode ser usado para indicar uma captura: por exemplo, **C4xc3**. Talvez seja necessário identificar uma peça de saída com tanto sua coluna quanto linha em configuração incomum (ex.: o jogador tem três rainhas ou três cavalos no tabuleiro).

Promoção de peão

Se um peão chega à última linha, alcançando a promoção, a peça escolhida é indicada após a jogada, por exemplo: **e1D**, **b8B**. Algumas vezes um sinal "=" é usado: **f8=D**.

Roque

O roque é indicado pela notação especial **0-0** para o roque do lado do rei e **0-0-0** para o lado da rainha (note que enquanto isso é o que o Manual da FIDE usa a anotação de jogo portátil requer **O-O** e **O-O-O** no lugar). Opcionalmente pode ser indicado pelo movimento do rei; por exemplo, **Rg1**.

Xeque e Xeque-Mate

Uma jogada que coloca o rei do oponente em xeque pode ter a notação "+" adicionada. O xeque-mate também pode ser indicado como "#" (alguns usam "++" no lugar, mas entidades oficiais recomendam "#"). A palavra 'mate' escrita ao final da notação também é aceito.

Fim do jogo

A notação **1-0** ao final das jogadas indica que o jogador branco ganhou, **0-1** indica que o preto ganhou, e $\frac{1}{2}$ - $\frac{1}{2}$ indica um empate.

Exemplo

As jogadas são geralmente escritas em uma de duas maneiras.

(1) escritas em duas colunas, como um par branco/preto, precedido pelo número da jogada e um ponto:

1. e4 e5
2. Cf3 Cc6
3. Bb5 a6

(2) em texto: **1. e4 e5 2. Cf3 Cc6 3. Bb5 a6.**

As jogadas podem ser intercaladas com texto. Quando o placar recomeça com uma jogada do preto, uma elipse (...) toma lugar da jogada do branco, por exemplo:

1. e4 e5
2. Cf3

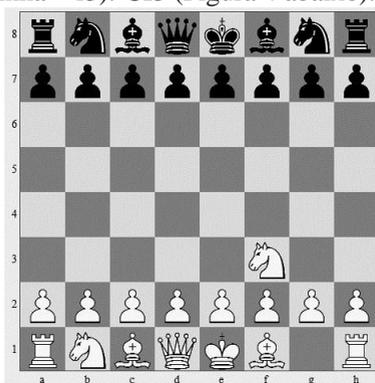
Preto agora defende seu peão

2. ... Cc6

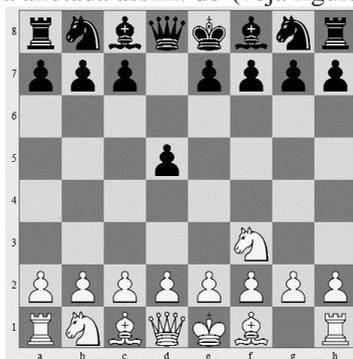
3. Bb5 a6

Exemplo 2

Por exemplo, suponha que na primeira jogada o condutor das brancas mova seu cavalo que fica ao lado do rei para frente do bispo que lhe fica contíguo. Neste caso, primeiramente deve-se escrever a inicial do cavalo e depois a coordenada da casa para a qual ele foi movido (coluna f, terceira linha = f3): **Cf3** (Figura 4 abaixo).



Como dito, as jogadas de peões não são indicadas com a inicial "P". Para anotar uma jogada de peão, basta escrever a coordenada da casa para a qual um peão foi movido. Voltando ao exemplo, suponha que o jogador de pretas tenha lançado o peão da dama duas casas à frente. A jogada seria anotada assim: **d5** (veja figura abaixo).



Símbolos

Há também uma classe de símbolos utilizados para comentar as partidas, conforme tabela abaixo. Esses símbolos são muito comuns em livros e periódicos de xadrez. Estes costumam conter análises e comentários de mestres sobre partidas realizadas em torneios internacionais. Muitas acabam se tornando clássicos e passam a ser utilizadas como exemplo para o ensino de xadrez.

Símbolo	Significado
!	Bom lance.
!!	Lance brilhante.
?	Mau lance.
??	Lance péssimo.
!?	Lance interessante.
?!	Lance duvidoso.
±	Vantagem branca.
+/=	Ligeira vantagem branca.
+−	Vantagem decisiva branca.
± invertido	Vantagem negra.
=/+	Ligeira vantagem negra.
−+	Vantagem decisiva negra.
∞	Posição incerta.

REFERÊNCIAS

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A.; PERNAMBUCO, M. M. **Ensino de Ciências: fundamentos e métodos**. 3. ed. São Paulo: Cortez Editora, 2009.

FEYNMAN, R. P. **Física em seis lições**. 6. ed. Rio de Janeiro: Ediouro, 2001.

GASPAR, A. **Física: Mecânica**. 1. ed. São Paulo: Ática, v. 1, 2001.

GONÇALVES, D. **Física**. Rio de Janeiro: AO LIVRO TÉCNICO S.A., v. 3, 1969.

HALLIDAY, D.; RESNICK, J. W. **Fundamentos de física: Gravitação, Ondas e Termodinâmica**. Rio de Janeiro: LTC, v. 2, 2011.

HEWITT, P. G. **Física conceitual**. 11. ed. Porto Alegre: bookman, 2011.

JUNIOR, F. R.; FERRARO, N. G.; SOARES, P. A. D. T. **Os fundamentos da Física**. 9. ed. São Paulo: Moderna, v. 2, 2007.

JUNIOR, G. D. D. C. **Aula de física, do planejamento à avaliação**. 1. ed. São Paulo: Livraria da Física, 2011.

LUZ, A. M. R. D.; ÁLVARES, B. A. **Curso de Física**. 3. ed. São Paulo: Harbra, v. 2, 1993.

OLIVEIRA, D. M. **Iniciação ao estudo das ciências**. 101. ed. Florianópolis: Editora do Brasil, v. 1, 1968.

VORDERMAN, C. **Ciências para pais e filhos**. São Paulo: PubliFolha, 2013.