

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE
MINAS GERAIS - *CAMPUS* BAMBUÍ
LICENCIATURA EM FÍSICA

João Antônio Pereira

**FISICARTAS: um jogo para o Ensino de Física ancorado pela Teoria de
Ausubel**

BambuÍ

2026

João Antônio Pereira

FISICARTAS: um jogo para o Ensino de Física ancorado pela Teoria de Ausubel

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Curso de Licenciatura em Física do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais - *Campus* Bambuí para a obtenção do grau de licenciado em Física.

Orientador: Gustavo Henrique Pereira Luz

Bambuí

2026

Catálogo na Fonte Biblioteca IFMG - Campus Bambuí

P436f Pereira, João Antônio.
Fisicartas: um jogo para o ensino de física ancorado pela Teoria de Ausubel. / João Antônio Pereira. – Bambuí, 2026.
62 f.: il. ; color.

Orientador: Gustavo Henrique Pereira Luz.
Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais – Campus Bambuí, MG, Curso Licenciatura em Física, 2026.

1. Aprendizagem significativa. 2. Jogos didáticos. 3. Ensino de física.
I. Luz, Gustavo Henrique Pereira. II. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais – Campus Bambuí, MG. III. Título.

CDD 530.07

Elaborada por Douglas Bernardes de Castro- CRB-6/2802



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE MINAS GERAIS

Campus Bambuí

Diretoria de Ensino

Departamento de Ciências e Linguagens

Faz. Varginha - Rodovia Bambuí/Medeiros - Km 05 - Caixa Postal 05 - CEP 38900-000 - Bambuí - MG
37 3431 4900 - www.ifmg.edu.br

João Antônio Pereira

FISICARTAS: um jogo para o Ensino de Física ancorado pela Teoria de Ausubel

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Licenciatura em Física do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais - *Campus* Bambuí para obtenção do grau de licenciado em Física.

Aprovado em 16/01/2026 pela banca examinadora:

Bambuí, 29 de janeiro de 2026.



Documento assinado eletronicamente por **Gustavo Henrique Pereira Luz, Professor**, em 30/01/2026, às 14:46, conforme Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020.



Documento assinado eletronicamente por **Jose Hilton Pereira da Silva, Professor**, em 30/01/2026, às 14:59, conforme Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020.



Documento assinado eletronicamente por **Mayler Martins, Professor**, em 30/01/2026, às 15:06, conforme Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020.



A autenticidade do documento pode ser conferida no site <https://sei.ifmg.edu.br/consultadocs> informando o código verificador **2602160** e o código CRC **7AB2E8E8**.

23209.004045/2025-89

2602160v1

Dedico este Trabalho de Conclusão de Curso à
minha família e ao meu amor.

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus por iluminar a minha caminhada e me permitir chegar à graça.

Em particular, agradeço à minha Mãe, Rúbia Paula Chaves, uma mulher batalhadora que nunca poupou esforços para me dar apoio e amor de forma incondicional durante toda essa jornada. Esteve comigo desde quando eu ainda nem vislumbrava os caminhos, para me tornar quem sou hoje. Você viu mais longe do que eu, investiu muito em mim, e hoje podemos iniciar a coleta dos desejados frutos doces. Por isso, faço este agradecimento especial do fundo do meu coração.

Agradeço à minha amada, Jenyfer Cristine da Silva Santos, minha namorada e companheira em todos os momentos. Contigo aprendi a ser mais confiante, perseverante e, principalmente, mais protagonista da minha vida. Agradeço por sua alegria contagiante e por confiar em mim o seu amor.

Aos meus avós, Geraldo Luís Pereira Sobrinho e Rubenita Maria Araújo Chaves Pereira, por me orientarem a seguir pelo caminho dos estudos, a sempre fazer o correto e persistir nos sonhos, assim como a não deixar de ser feliz e poder sempre dar boas gargalhadas.

Ao meu pai, Bruno de Oliveira, e aos meus avós, Maria Célia e José Osvaldo, que também me ajudaram nesta importante etapa, me mostrando que a simplicidade e a união em família também são importantes.

Agradeço aos meus tios, Joaquim Luís e Geraldo Júnior, por acreditarem em mim e me incentivarem a continuar com os estudos.

Aos colegas de curso, Mariana Silva, Wellington Ramon, Laio César, Pedro Victor, Gabriella Brás, Rafael Moretti e Brian Felipe, pelas discussões, trocas de conhecimento e companheirismo, que tornaram o percurso mais leve e enriquecedor.

Aos professores do curso de Licenciatura em Física, pela formação sólida, diálogos francos e pelo compromisso com a educação científica.

Agradeço ao meu orientador, Gustavo Henrique Pereira Luz, por estar sempre aberto às conversas, à escuta e à dedicação para incentivar na elaboração do projeto.

Aos membros da banca, pela disponibilidade e dedicação.

Por fim, agradeço a todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho.

“Educar é semear com sabedoria e colher com paciência.”

Augusto Cury

“Uma equação não tem sentido para mim, a menos que expresse um pensamento de Deus”

Srinivasa Ramanujan

RESUMO

O ensino de Física, em seus momentos iniciais, é frequentemente marcado por práticas centradas na memorização de fórmulas, o que pode comprometer a construção de significados conceituais e a compreensão da disciplina como ferramenta de interpretação dos fenômenos naturais. Esse desafio é intensificado em um contexto de acentuada disputa pela atenção dos estudantes, em que a atenção se configura como um recurso cognitivo limitado e condição necessária para a aprendizagem. Diante desse cenário, torna-se relevante repensar estratégias pedagógicas que favoreçam o engajamento e a organização da estrutura cognitiva discente. Nesse contexto, este trabalho propôs o desenvolvimento de um jogo de cartas didático como estratégia introdutória ao ensino de Física, fundamentado na teoria da aprendizagem significativa de Ausubel. O jogo foi concebido para atuar como um organizador prévio, promovendo um primeiro contato lúdico, simbólico e contextualizado com conceitos, variáveis e áreas da Física, sem a pretensão de formalização conceitual completa. A metodologia foi adotada com ênfase na validação teórica e construção do produto educacional. Como resultado, foi desenvolvido o jogo didático de cartas “Fisicartas”, inspirado na mecânica do UNO®, concebido para facilitar a introdução da Física no Ensino Médio. Por fim, foi discutido o potencial do jogo em romper com os estereótipos negativos relacionados à Física por meio de elementos lúdicos, ao mesmo tempo que prepara a estrutura cognitiva dos estudantes para aprendizagens significativas posteriores.

Palavras-chave: Aprendizagem Significativa. Jogos didáticos. Ensino de Física.

ABSTRACT

Physics education, in its early stages, is frequently characterized by practices centered on the rote memorization of formulas, which can hinder the construction of conceptual meanings and the understanding of the discipline as a tool for interpreting natural phenomena. This challenge is intensified in a context of fierce competition for students' attention—a limited cognitive resource and a necessary condition for learning. Given this scenario, it is essential to rethink pedagogical strategies that foster engagement and the organization of students' cognitive structures. Within this framework, this study proposes the development of a didactic card game as an introductory strategy for Physics teaching, grounded in Ausubel's Meaningful Learning Theory. The game was designed to function as an advance organizer, promoting a playful, symbolic, and contextualized first contact with Physics concepts, variables, and fields, without aiming for full conceptual formalization. The methodology focused on theoretical validation and the development of the educational product. As a result, the didactic card game "Fisicartas" was created, inspired by the mechanics of UNO®, and designed to facilitate the introduction of Physics in high school. Finally, the study discusses the game's potential to break negative stereotypes associated with Physics through ludic elements, while simultaneously preparing students' cognitive structures for subsequent meaningful learning.

Keywords: Meaningful Learning; Educational Games; Physics Education..

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	OBJETIVOS	14
3	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	15
3.1	Princípios da Teoria da Aprendizagem Significativa	15
3.1.1	Aprendizagem Significativa	16
3.1.2	Subsunçores	18
3.1.3	Organizadores prévios	20
3.1.4	Assimilação	22
3.2	O papel dos jogos e o lúdico no contexto educacional	23
3.3	Os jogos no Ensino de Física	25
3.4	O jogo UNO®	30
4	METODOLOGIA	33
4.1	Tipo de pesquisa	33
4.2	Procedimentos	33
4.3	Processo de desenvolvimento do jogo	34
5	RESULTADOS E DISCUSSÕES	36
5.1	O jogo Fisicartas	36
5.2	Adentrando o funcionamento e design do jogo	38
5.3	Discussões sobre o jogo	43
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	46
	REFERÊNCIAS	48
	APÊNDICE A – FISICARTAS	51

1 INTRODUÇÃO

O primeiro contato dos estudantes com a Física é, frequentemente, marcado pela memorização mecânica de fórmulas e pela ausência de significado conceitual. Segundo Moreira (2018, p. 73), ainda se trabalha da forma mais tradicional possível no ensino de Física; por isso, “em vez de desenvolverem uma predisposição para aprender Física, como seria esperado para uma aprendizagem significativa, geram uma indisposição tão forte que chegam a dizer, metaforicamente, que ‘odeiam’ a Física” (MOREIRA, 2018, p. 73). Tal abordagem tende a reduzir a disciplina a um conjunto de procedimentos algorítmicos desarticulados, distanciando-se de seu papel formativo na identificação de padrões, na construção de modelos explicativos e na compreensão dos fenômenos naturais. Considerando a relevância da Física para a leitura crítica do mundo, permitir que a estrutura cognitiva do estudante se organize a partir de significados empobrecidos ou fragmentados constitui um aspecto que demanda reflexão e revisão por parte do corpo docente.

Esse desafio se intensifica em um contexto educacional atravessado por uma disputa cada vez mais acirrada pela atenção de crianças e jovens. Mecanismos de entretenimento digital, cuidadosamente projetados para maximizar engajamento e retenção, competem diretamente com o espaço escolar. A atenção, compreendida como um recurso cognitivo limitado e condição necessária para a aprendizagem, assume papel central no planejamento didático. Nesse cenário, estratégias voltadas à captação e à manutenção da atenção discente não devem ser interpretadas como adaptações superficiais ao entretenimento, mas como exigências pedagógicas fundamentais para a construção significativa do conhecimento.

Schubalski, Dutra e Santos (2025) argumentam que a atenção constitui um recurso escasso e amplamente disputado, evidenciando uma concorrência constante por sua apropriação. Segundo os autores, “as redes sociais, os anunciantes, a televisão, os meios de comunicação e as fontes de entretenimento nos expõem constantemente a informações na tentativa de chamar a atenção das pessoas e influenciar seus gastos” (SCHUBALSKI; DUTRA; SANTOS, 2025). Embora diversas ferramentas educacionais associadas ao uso de dispositivos móveis — no contexto do *mobile learning* (*m-learning*) — apresentem potencial pedagógico, os autores destacam que muitos estudantes ainda se mostram facilmente suscetíveis à dispersão quando utilizam tais aparelhos. Esse cenário aponta para a necessidade de repensar estratégias peda-

gógicas que mediem o uso da tecnologia, promovendo maior concentração e engajamento em atividades de curto, médio e longo prazo, de modo a potencializar os benefícios educacionais do *m-learning*.

Diante desse contexto, torna-se relevante permitir que a Física seja apresentada por meio de diferentes linguagens e estratégias didáticas. A proposta de um jogo de cartas didático busca ressignificar o contato inicial dos estudantes com essa área do conhecimento, oferecendo uma experiência lúdica, simbólica e contextualizada. Fundamentado na teoria da aprendizagem significativa de Ausubel, o jogo é concebido para atuar como um organizador prévio, favorecendo o estabelecimento de relações entre conceitos, símbolos e fenômenos físicos, de modo que a aprendizagem posterior se apoie em uma estrutura cognitiva mais inclusiva e hierarquicamente organizada.

Esse primeiro contato assume papel fundamental na formação de processos e estruturas cognitivas que possibilitem, em etapas posteriores, uma formalização mais rigorosa e sistematizada do conhecimento físico. Nessa perspectiva, o presente trabalho propôs a seguinte questão de pesquisa: “Quais contribuições os princípios da Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel oferecem para o desenvolvimento de um jogo didático voltado à introdução da Física no Ensino Médio?”.

Nesse sentido, ao compreender o processo de aprendizagem como dependente da organização prévia da estrutura cognitiva do estudante e da sua predisposição para aprender, torna-se necessário pensar em propostas didáticas que não se limitem à transmissão de conteúdos formais, mas que atuem na construção de significados iniciais e de referenciais simbólicos. A elaboração de um jogo didático introdutório, fundamentado na teoria da aprendizagem significativa de Ausubel, insere-se como uma estratégia pedagógica voltada à mediação desse primeiro contato com a Física, buscando favorecer a atenção, o engajamento e a articulação entre conceitos, símbolos e áreas da disciplina. A partir dessa perspectiva, este trabalho se propôs a delinear objetivos que orientassem tanto o desenvolvimento do jogo quanto a análise de seus fundamentos pedagógicos.

2 OBJETIVOS

O **objetivo geral** deste trabalho foi desenvolver um jogo didático de cartas, inspirado no Uno, voltado aos primeiros contatos dos estudantes do Ensino Médio com a Física, com base nos princípios da Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel.

Objetivos específicos:

- Analisar conceitos centrais da Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel e sua articulação com a criação de um jogo didático;
- Discutir o papel da ludicidade e dos jogos como recursos mediadores para a aprendizagem significativa;
- Verificar como um jogo didático pode atuar como organizador prévio no processo de introdução à Física;
- Criar um jogo didático de cartas para trabalhar a Física de forma introdutória no Ensino Médio.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Nesta seção, apresentam-se os fundamentos teóricos necessários para sustentar as escolhas e abordagens para a construção do jogo, bem como a discussão dos resultados.

3.1 Princípios da Teoria da Aprendizagem Significativa

Segundo Moreira e Masini (1982), a Teoria de Ausubel é uma teoria cognitivista que busca responder questões relacionadas ao sujeito ativo e consciente daquilo a que ele atribui significado.

Tavares (2003, p. 56) argumenta que são necessários três “axioma” para o funcionamento da Teoria de Ausubel. Segundo o autor:

Existem três requisitos essenciais para a aprendizagem significativa: a oferta de um novo conhecimento estruturado de maneira lógica; a existência de conhecimentos na estrutura cognitiva que possibilite a sua conexão com o novo conhecimento; a atitude explícita de apreender e conectar o seu conhecimento com aquele que pretende absorver (TAVARES, 2003, p. 56).

A aprendizagem, nesse contexto, é organização, integração e condensação da informação na estrutura cognitiva (AUSUBEL *apud* MOREIRA; MASINI, 1982, p. 3-4). Como ponto de partida, pede-se que exista essa estrutura para garantir que os processos possam ser realizados. A estrutura cognitiva é o conteúdo total de ideias de um indivíduo alinhado conforme sua organização; corresponde ao resultado de todos os processos cognitivos realizados por um sujeito (MOREIRA; MASINI, 1982, p. 4).

A estrutura cognitiva, segundo Tavares (2003, p. 56), pode ser pensada como um processo de interação entre sujeito e objeto cujo produto seja a obtenção do conhecimento:

As pessoas constroem os seus conhecimentos, a partir de uma intenção deliberada de fazer articulações entre o que conhece e a nova informação que pretende absorver. Esse tipo de estruturação cognitiva se dá ao longo de toda a vida, através de uma seqüência de eventos, única para cada pessoa, configurando-se, desse modo, como um processo idiossincrático. Atualmente, esse entendimento de como se constrói a estrutura cognitiva humana chama-se genericamente de construtivismo (TAVARES, 2003, p. 56).

De acordo com Moreira e Masini (1982), a **cognição** é o processo por meio do qual o humano constrói significado a partir do mundo. Um significado é um produto da aprendizagem

da informação quando incorporada na estrutura cognitiva (MOREIRA; MASINI, 1982, p. 5).

Define-se sujeito como um ser agente com intencionalidade, a qual culminará em uma ação que será a interação do sujeito com o objeto de conhecimento (MAY, 1973a apud MOREIRA; MASINI, 1982, p. 1-2). Assim, a obtenção de conhecimento parte da ação do sujeito em interagir com o meio externo. O sujeito também é capaz de restabelecer os seus significados, ou seja, é capaz de mudar os seus significados a depender da interação com o meio. Dessa forma, inicialmente, o ser humano constitui os seus primeiros significados; em seguida, é capaz de construir novos significados e ancorá-los nos antigos (MOREIRA; MASINI, 1982).

A psicologia cognitivista tem como objeto de estudo a compreensão, a transformação, o armazenamento e o uso da informação envolvida na cognição, bem como a organização e a estruturação dos padrões dos processos de cognição. Nessa teoria, experiências sensoriais são atos de construção baseados em estímulos externos que podem contribuir para o processo de aprendizado.

Moreira e Masini (1982) complementam, afirmando que a aprendizagem é um processo de armazenamento, condensação, incorporação e reinterpretação do material novo, de modo que essa informação possa ser utilizada e manipulada no futuro para alguma finalidade. A aprendizagem, portanto, é a organização e a integração do novo conhecimento na estrutura cognitiva.

Um novo material pode ser estruturado de duas principais formas: construindo uma nova estrutura ou rearranjando a presente, de modo que o produto final também permita novas ancoragens de ideias. Dessa forma, o material novo é integrado ao sistema, modificando-o e permitindo receber novas estruturas cognitivas que serão base para ideias mais complexas (MOREIRA; MASINI, 1982).

3.1.1 Aprendizagem Significativa

O conceito mais fundamental na Teoria de Ausubel é a aprendizagem significativa. Com ele, é possível conceber quando uma informação foi “profundamente” aderida à estrutura cognitiva e quando não - nesse caso, haverá uma ausência de conexões com as outras partes da estrutura.

Segundo Moreira e Masini (1982, p. 4), a **aprendizagem significativa**:

[...] processa-se quando o material novo, ideias e informações que apresentam estrutura lógica, interage com conceitos relevantes e inclusivos, claros e disponíveis na estrutura cognitiva, sendo por eles assimilados, contribuindo para sua diferenciação, elaboração e estabilidade (MOREIRA; MASINI, 1982, p. 4).

Em outras palavras, é um processo em que o material novo (informação adquirida via experiências ou ideias) interage com informações relevantes¹, inclusivas², que constituem uma estrutura lógica, disponíveis na estrutura cognitiva e que contribuem para a diferenciação (no sentido de especializar a informação), ressignificação e estabilidade (apenas informações estáveis - bem compreendidas - serão aderidas à estrutura cognitiva na aprendizagem significativa). Para Ausubel, essa interação constitui uma experiência consciente, articulada e precisamente diferenciada, que ocorre quando sinais, símbolos, conceitos e proposições potencialmente significativos estão relacionados à estrutura cognitiva e nela serão incorporados (MOREIRA; MASINI, 1982).

Nesse sentido, o significado, segundo Ausubel, é um resultado fenomenológico do processo de aprendizagem advindo dos símbolos e interpretado como conteúdo cognitivo, o qual é diferenciado pela estrutura do indivíduo para que, ao final, ocorra sua aderência, modificação e incorporação à estrutura cognitiva (MOREIRA; MASINI, 1982).

A **aprendizagem representacional** é a atribuição de significados a símbolos, e palavras, aos objetos (AUSUBEL, 1968, p. 42-43). Nessa fase, o aprendiz está nomeando os termos básicos que está aprendendo.

A **aprendizagem conceitual** se dá quando o conhecimento é categorizado por meio de um conjunto de símbolos (AUSUBEL, 1982, p. 43-44). Nessa etapa, o estudante é capaz de compreender que o símbolo abstrato “triângulo” abrange uma categoria muito maior de objetos do que um telhado de uma casa.

A **aprendizagem proposicional** ocorre quando o aprendente é capaz de compreender o significado de um conjunto de conceitos, expressos, normalmente, em palavras ou símbolos, estruturados em uma proposição, sentença ou frase (AUSUBEL, 1968, p. 42-44). Na concepção de Ausubel (1968), o significado atribuído pela aprendizagem proposicional é maior que a soma dos significados individuais. “Daniel deu um beijo em Fernanda e ficou muito feliz” tem mais informações quando postas em conjunto do que apenas a soma dos signos.

¹ Informação potencialmente significativa para a estrutura cognitiva.

² São conceitos gerais que estabelecem conexões entre as informações presentes na estrutura.

3.1.2 *Subsunçores*

Diz-se que um material novo é potencialmente significativo quando pode ser relacionado à estrutura cognitiva presente no sujeito, desde que este possua antecedentes (“substrato” de novas informações) e maturidade intelectual (esteja em condições estruturais permissíveis de estabelecer determinada nova conexão) (MOREIRA; MASINI, 1982). Esse antecedente com o qual a nova informação irá se fixar à estrutura cognitiva é chamado de subsunçor.

Segundo Moreira e Masini (1982), um conceito **subsunçor**, ou simplesmente subsunçor (do inglês, *subsumers*), é uma ideia, conceito ou proposição, ampla - dentro de determinada unidade do conhecimento - que serve de âncora para assimilar (aderir), diferenciar (também no sentido de especializar) e modificar um novo conhecimento, para que este faça parte da estrutura cognitiva. O subsunçor, por fazer parte da estrutura, também é modificado e diferenciado, para ser capaz de ancorar e incluir novos conhecimentos e ideias (MOREIRA; MASINI, 1982).

Em geral, um conceito subsunçor é formado de acordo com o que é chamado de relevância na estrutura cognitiva. Essa relevância diz respeito a qual informação tem mais potencial de se tornar uma aprendizagem significativa e, portanto, tem mais chances de modificar um conhecimento que consolide e diferencie um subsunçor específico (MOREIRA; MASINI, 1982).

Nesse sentido, um fator importante na teoria de Ausubel, que deve ser levado em consideração é aquilo que o aprendiz já sabe. Sem a presença dos subsunçores diferenciados, o aprendiz não é capaz de assimilar e modificar sua estrutura cognitiva com o novo conhecimento, pois nem sequer está preparado para construir o significado.

O nível de complexidade e de possibilidade de integração dos subsunçores de um determinado indivíduo depende da exposição e do desenvolvimento da estrutura cognitiva dele. Dessa forma, diferentes indivíduos com um mesmo grau de exposição do conhecimento x têm diferentes potenciais de produção de significado, dadas suas experiências pessoais e o respectivo desenvolvimento dos subsunçores (MOREIRA; MASINI, 1982).

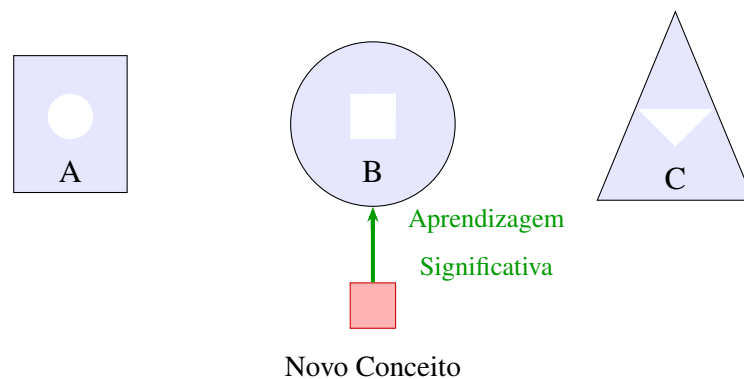
A partir disso, antes de um aprendiz compreender as equações do eletromagnetismo de Maxwell, é substancialmente necessário que ele tenha consolidado cada fenômeno eletromagnético envolvido; se não, de acordo com essa teoria, não será possível ancorar o material à sua estrutura cognitiva de forma significativa. Assim, é preciso, inicialmente, construir uma

base de conhecimento e amadurecimento dos subsunçores (neste caso, tanto os subsunçores relacionados ao fenômeno quanto aqueles ligados ao ferramental matemático necessário), para que possam servir de ancoragem para a visualização do fenômeno a partir das equações. Uma vez que o aprendiz o tenha compreendido, ele terá não só criado novos subsunçores, mas também modificado os anteriores para ficarem mais inclusivos às novas interpretações e abordagens das Leis do Eletromagnetismo - como no formalismo relativístico, por exemplo.

A Figura 1 ilustra uma estrutura cognitiva com subsunçores A, B e C diante de um material novo. A aprendizagem só será significativa se o novo conceito se ancorar no subsunçor adequado.

Figura 1 - Representação esquemática dos subsunçores A, B e C com o material novo prestes a ser assimilado.

Estrutura Cognitiva (subsunçores com encaixes)



Fonte: Elaborado pelo autor, 2025.

Em contraste à aprendizagem significativa (estruturada e organizada), existe a aprendizagem mecânica, com pouca ou nenhuma associação com os subsunçores presentes. Esta forma de aprendizado deixa o conhecimento distribuído de forma arbitrária na estrutura cognitiva, de modo que não são feitas conexões entre o conhecimento prévio do aprendiz e o novo conhecimento (MOREIRA; MASINI, 1982, p. 8-9). Tavares (2003, p. 56) destaca que esse tipo de aprendizagem é mais volátil sobre a estrutura cognitiva e também articula esse conceito com a memorização dos alunos para determinadas avaliações:

[...] O esforço necessário para esse tipo de aprendizagem é muito menor, daí, ele ser tão utilizado quando os alunos se preparam para exames escolares. Principalmente aqueles exames que exigem respostas literais às suas perguntas e que não exijam do aluno uma capacidade de articulação entre os tópicos do conteúdo em questão. Apesar de custar menos esforço, a aprendizagem memorística é volátil, com um grau de retenção baixíssimo na aprendizagem de médio e longo prazo (TAVARES, 2003, p. 56).

É importante destacar que Ausubel não trata essas duas formas de aprendizado como aprendizagens opostas. Isso porque, quando o indivíduo está aprendendo uma informação completamente nova, ela tende a criar alguns conceitos sem nenhuma base, ou seja, arbitrários, na estrutura cognitiva. Essa forma de aprendizagem é necessária, por exemplo, no caso de uma criança nova, com pouca ou nenhuma estrutura cognitiva formada, pois ela não tem como ancorar novos conhecimentos em subsunçores, já que eles sequer existem. O mesmo vale quando uma informação é completamente nova e fora da realidade de um determinado indivíduo; assim, ele precisará aprender de forma arbitrária. Nesses casos, a aprendizagem mecânica se faz necessária, pois não há conceitos subsunçores específicos estruturados.

Ausubel (1980, 2003) sugere o uso da aprendizagem mecânica quando não existirem na estrutura cognitiva do aprendente idéias-âncora (subsunçor) que facilitam a conexão entre esta e a nova informação, quando não existirem idéias prévias que possibilitem essa ancoragem (TAVARES, 2003, p. 56).

Dentro da teoria da ausubeliana, a forma como o conteúdo pode ser apresentado ao aprendiz é classificada em dois tipos: aprendizagem por recepção e aprendizagem por descoberta (PELIZZARI *et al.*, 2001).

Na **aprendizagem por recepção**, o aprendiz deve aprender aquilo que lhe é apresentado (MOREIRA; MASINI, 1982). Isso não implica que ele deve estar numa posição passiva, pelo contrário, quanto mais ativo ele se fizer nesse modelo, mais a aprendizagem será significativa (AUSUBEL, 1968, p. 87-88).

Na **aprendizagem por descoberta**, o conteúdo será redescoberto pelo próprio aprendiz (MOREIRA; MASINI, 1982). Segundo os autores, nessa aprendizagem, o aluno é exposto a situações-problema nas quais terá de investigar e explorar as informações que lhe foram apresentadas; por isso, é eficiente para o ensino de ciências e o método científico. Porém, é importante que nem toda informação seja dada ao aluno, permitindo que a abordagem não seja puramente receptiva e exija um esforço maior de sua cognição.

3.1.3 Organizadores prévios

Em casos nos quais a aprendizagem precisa ser receptiva (como na maior parte dos ambientes de sala de aula), é interessante inserir os **organizadores prévios**, pois estes irão contribuir na formação de âncoras, manipular a estrutura cognitiva e facilitar a aprendizagem significativa. Conforme Tavares (2003), os organizadores prévios atuam como uma ponte cog-

nitiva que facilita o processo de aprendizagem significativa, interligando os saberes prévios dos alunos com os novos conceitos inclusivos, de modo que, mais tarde, o aprendiz possa compreender os conhecimentos específicos. Esses organizadores podem ser materiais introdutórios que expõem o conteúdo ao aluno de maneira gradual, iniciando a construção de subsunçores básicos para tópicos completamente novos na estrutura cognitiva, ou mesmo para a ativação e especialização dos subsunçores presentes.

O uso dos organizadores prévios é justificado pelo **princípio da diferenciação progressiva**, que sugere que o ensino deve começar pelos conceitos mais gerais, abstratos e inclusivos e, progressivamente, caminhar para os conceitos mais específicos, detalhados e diferenciados (TAVARES, 2003, p.57). Essa ordem garante, ao longo do tempo, uma maior chance de as aprendizagens futuras serem significativas, fortalecendo a estrutura cognitiva.

Existem dois principais tipos de organizadores prévios: organizador prévio de exposição e organizador prévio de comparação. O **organizador prévio de exposição** serve para expor ao aluno uma nova ideia pouquíssimo familiar às que os seus subsunçores diferenciados estão estruturados; por isso, ele é utilizado em contextos em que o aprendiz está iniciando o seu contato com o conteúdo totalmente novo (MOREIRA; MASINI, 1982). Um documentário sobre a origem do universo e a formação dos planetas, exposto às crianças do Ensino Fundamental I, corresponde a um organizador prévio de exposição. Esse tipo de organizador não implica num papel passivo do aluno durante o processo (quanto mais ativo, melhor), apenas indica que ele precisa ser exposto àquele conteúdo que está fora da sua realidade de estudante na determinada etapa.

O **organizador prévio de comparação** expõe uma ideia relativamente familiar ao aprendiz, construindo semelhanças com o que ele já sabe ao mesmo tempo que demonstra as diferenças com o que já é de seu conhecimento (MOREIRA; MASINI, 1982). Esse tipo de organizador é bastante utilizado para comparar dois conhecimentos aparentemente isolados com conceitos que o aprendiz já domina. Ele é baseado no princípio da reconciliação integrativa, o qual pressupõe que explorar a relação entre ideias, apontando similaridades e diferenças de um determinado conhecimento — reconciliando semelhanças e, principalmente, discrepâncias, reais ou aparentes — potencializando a aprendizagem significativa (MOREIRA; MASINI, 1982). Por exemplo, a velocidade e a aceleração têm, fundamentalmente, a mesma natureza, pois ambas partem da discussão de como descrever o movimento do corpo ao longo do tempo; mas elas são diferentes, pois a velocidade mede como o corpo muda de posição ao longo do tempo, e a

aceleração mede como a velocidade varia ao longo do tempo. Esse tipo de comparação permite que os aprendizes aprofundem seus conhecimentos e enriqueçam sua estrutura cognitiva com subsunçores mais inclusivos e diferenciados.

De modo geral, os organizadores devem ser usados de modo a introduzir o conteúdo potencialmente significativo ao aprendiz, ou seja, devem facilitar a aprendizagem significativa, senão, o aprendizado cairá na condição mecânica.

3.1.4 Assimilação

De acordo com Moreira e Masini (1982), a **assimilação** é o processo e o resultado da interação entre material novo potencialmente significativo e subsunçor específico associado, de modo a produzir um subsunçor modificado. Os autores e também Ausubel (1982) apresentam uma forma de pensar nesse conceito por meio de uma equação lógica: seja x uma nova informação e X um subsunçor associado, então, a informação assimilada na estrutura cognitiva será a junção com modificação e diferenciação $x'X'$:

$$x + X \longrightarrow x'X' \quad (3.1)$$

Nesse caso, tanto a nova informação quanto o subsunçor associado sofreram uma modificação ao serem introduzidos na estrutura cognitiva. Além disso, $x'X'$ tornou-se um novo subsunçor mais especializado e mais inclusivo a novas informações (MOREIRA; MASINI, 1982). Esse efeito possibilita mais ancoramentos e, portanto, mais aprendizagens significativas. Porém, permite que a modificação o faça esquecer conceitos ao anexar elementos alternativos à estrutura cognitiva. Eventualmente, o sistema também trabalha com as modificações separadamente, de modo que a nova informação modificada e o antigo subsunçor modificado podem, também, trabalhar como dois subsunçores:

$$x'X' \longleftrightarrow x' + X' \quad (3.2)$$

Moreira e Masini (1982) explicam que, ao longo tempo, a informação tende a não ser mais dissociável e incorpora-se na estrutura como um conceito subsunçor X' . Segundo os autores, este foi um modo que o nosso organismo encontrou para, possivelmente, reduzir a quantidade de informação e gasto energético. Ou seja, é como se o cérebro buscasse armaze-

nar toda a informação de uma longa frase em uma única palavra bem escolhida, possivelmente perdendo informação ao longo do tempo, mas fixando bem o seu significado (em termos computacionais, seria um processo de otimização). A esse efeito, dá-se o nome de **assimilação obliteradora**.

$$x + X \longrightarrow x' X' \xrightarrow{\text{assimilação obliteradora}} X' \quad (3.3)$$

Por fim, a Teoria de Ausubel tem muitos outros aspectos que podem ser aprofundados e analisados, mas os até aqui apresentados serão suficientes para as discussões propostas. A seguir, será discutido um pouco da relevância e das potencialidades que os jogos oferecem ao Ensino.

3.2 O papel dos jogos e o lúdico no contexto educacional

O uso de metodologias alternativas no Ensino de Ciências tornou-se uma ponte entre o conhecimento científico e a aprendizagem dos estudantes. Uma das abordagens que surgem a partir dessas metodologias é o ensino através do lúdico. Machado (2017) afirma que o lúdico não é algo exclusivo da educação infantil, ele também pode ser instrumento de partilha de momentos e no desenvolvimento da sensibilidade humana para os jovens e adultos.

Machado (2017) ainda reforça que o lúdico faz parte da cultura e está integrado ao homem, pois, ao criar, ele está utilizando mecanismos lúdicos. Sob uma visão antropológica, o lúdico pode ser associado ao brincar, jogar, experimentar e interagir de forma divertida com o mundo, possibilitando que o homem primitivo deixasse de executar suas atividades essenciais (comer e descansar) e começasse a construir o conhecimento, que mais tarde se tornaria cultura (MACHADO, 2017).

No Ensino Médio, há uma necessidade e preocupação em formar bem o estudante para que ele usufrua, em totalidade, de seus direitos como cidadão. Este debate pode ser observado diretamente por meio da Lei de Diretrizes e Bases da Educação - LDB (BRASIL, 1996) - e nas propostas posteriores da Base Nacional Comum Curricular (BNCC). A BNCC expõe que:

Na Educação Básica, a área de Ciências da Natureza deve contribuir de uma base de conhecimento contextualizada, que prepare os estudantes para fazer julgamentos, tomar iniciativas, elaborar argumentos e apresentar proposições alternativas, bem como fazer o uso criterioso de diversas tecnologias. O desenvolvimento dessas práticas e a interação com as demais áreas do conhecimento favorecem discussões sobre as implicações éticas, socioculturais, políticas e econômicas de temas relacionados às Ciências da Natureza (BRASIL, 2018, p. 537).

Observa-se que a BNCC propõe uma formação completa do estudante, e não somente uma boa formação específica. Preza-se pelo desenvolvimento de competências e habilidades de comunicação, elaboração de argumentos e proposições críticas que levem em consideração aspectos éticos, socioculturais e políticos. Por isso, as características de um indivíduo ativo, participativo e social são fundamentais nesse processo, e os jogos podem estimulá-lo.

É comum ficar com receio da eficácia e eficiência dos mecanismos lúdicos de aprendizagem, como os jogos, principalmente no contexto do ensino para os jovens no final do ciclo básico. Porém, Lopes (2011, p. 28-29) argumenta que é muito mais eficiente aprender por meio de jogos, e isso é válido para todas as idades, desde o maternal até a fase adulta. O jogo possui componentes do cotidiano, da vivência dele e o envolvimento, tanto na sociabilização quanto na imersão, despertando o interesse do aprendiz e tornando-o sujeito ativo do processo. Além disso, a confecção dos próprios jogos é ainda muito mais emocionante do que apenas jogar (LOPES, 2011, p. 29). Como o jogo desperta o interesse dos jovens, isso significa que esse objeto de conhecimento é relevante para a estrutura cognitiva deles, de modo que a aprendizagem significativa é facilitada, atuando, portanto, como um organizador prévio.

Lopes (2011) ainda propõe que a elaboração do jogo é parte fundamental do processo lúdico de aprendizado do próprio docente, pois, para ensinar um estudante a construir um jogo (ou projeto), deve dominar essa habilidade. A criação de jogos estimula a criatividade e amplia as possibilidades de liberdade criativa no ensino, e, por meio deles, as formas de garantir o aprendizado do estudante, seja por descoberta ou recepção, tornam-se mais diversas e inclusivas.

Devido à digitalização, muitos jovens perderam parte da convivência presencial, ficando mais imersos no mundo digital do que no real propriamente dito. Essa convivência faz parte do desenvolvimento de diversas competências e habilidades (cognitivas, motoras e afetivas) que são essenciais para a plena formação de um cidadão crítico. Lopes (2011, p. 18) enfatiza que o mundo digital pode limitar a criatividade e o pensamento crítico-reflexivo dos jovens em desenvolvimento, pois aquele mundo já está pronto em si mesmo:

[...] os indivíduos estão mais presos dentro de casa pelos perigos da violência, e as crianças passam mais e mais tempo diante de aparelhos eletrônicos, que as imobilizam fisicamente e as encantam com suas fantasias virtuais, nas quais não é necessário pensar, refletir ou criar mas, apenas, viver mundos imaginários prontos.

Contudo, é preciso destacar que o uso de aparelhos tecnológicos traz suas reflexões perante o cenário educacional. Bulegon (2011, p. 38) sugere que a maior parte do aprendizado significativo que ocorre fora de sala de aula acontece pela descoberta, pois é muito recorrente observar jovens em idade escolar que não são letrados, mas que já dominam o uso de tecnologias como computadores e celulares. Segundo a autora, eles aprendem por experimentação e manuseio do objeto de estudo potencialmente significativo, seja por necessidades individuais ou em grupo, e esse é o conhecimento que perpassa os muros escolares e, de fato, constrói um significado na estrutura cognitiva.

Dessa forma, utilizar jogos como instrumentos potenciais de socialização pode facilitar a aprendizagem significativa, a qual ocorre sempre quando uma informação é relevante à estrutura cognitiva. Desse modo, se o jogo captar o desejo do jovem para participar ativamente do processo, as chances de a assimilação ocorrer de forma significativa serão muito maiores.

3.3 Os jogos no Ensino de Física

De acordo com Lima, Neto e Esmeraldo (2021), o uso de jogos no Ensino de Física em sala de aula permite que ocorra uma ruptura no modelo tradicional de ensino. Com os jogos, o aluno se torna sujeito ativo no processo de aprendizagem, desenvolvendo habilidades e aprendendo de forma empolgante os diversos assuntos abordados pelo professor (LIMA; NETO; ESMERALDO, 2021).

Pereira, Fusinato e Neves (2009) reforçam que um bom jogo educativo deve ter um bom equilíbrio pedagógico e o lúdico proposto. Os autores destacam que a construção de um jogo para o ensino de física pode ser feita por qualquer professor, desde que se dedique em pesquisar, correlacionar conteúdos e usar a criatividade para criar ou adaptar jogos. Essa discussão corrobora o pensamento de que não é necessário ser um especialista na área de jogos para desenvolver um bom produto e engajar os estudantes.

Pereira, Fusinato e Neves (2009) revelam outras possibilidades para os jogos no ensino, como na apresentação de trabalhos, em monitorias, em avaliações, horários vagos e até em uso livre dos alunos enquanto se mantêm em ambiente escolar. Outra alternativa viável

comentada por Lopes (2011) é o seu uso como instrumento de recuperação de conhecimento e habilidades, em detrimento do uso de avaliações escritas. Esse tipo de estratégia pode ser diferencial para que o processo de recuperação de conhecimento seja mais convidativo ao estudante que não conseguiu atingir o nível esperado.

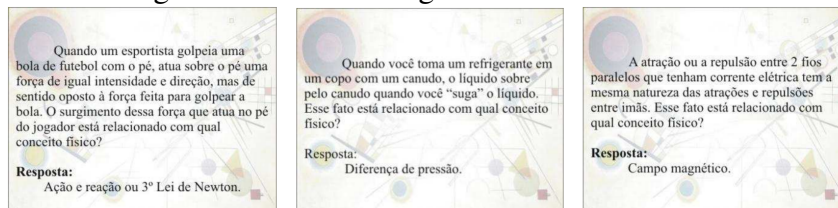
Em seu trabalho, Pereira, Fusinato e Neves (2009) apresentam o “Conhecendo a Física”, um jogo de tabuleiro de perguntas e respostas sobre todas as áreas da Física. Com a aplicação de alguns testes, mas sem a coleta de dados, os autores conseguiram coletar algumas impressões dos estudantes. Segundo os relatos, uma boa impressão visual é um fator considerável para o engajamento dos estudantes no jogo, e, por meio desse engajamento, implicitamente, acredita-se que os alunos começariam a se interessar pelos conteúdos, sendo que, ao se interessar, eles se sentiriam motivados durante as aulas, impactando no seu rendimento em relação à disciplina (Pereira; Fusinato; Neves, 2009). O jogo pode ser observado nas Figura 2 e 3.

Figura 2 - Jogo Conhecendo a Física.



Fonte: Pereira, Fusinato e Neves, 2009.

Figura 3 - Cartas do Jogo Conhecendo a Física.

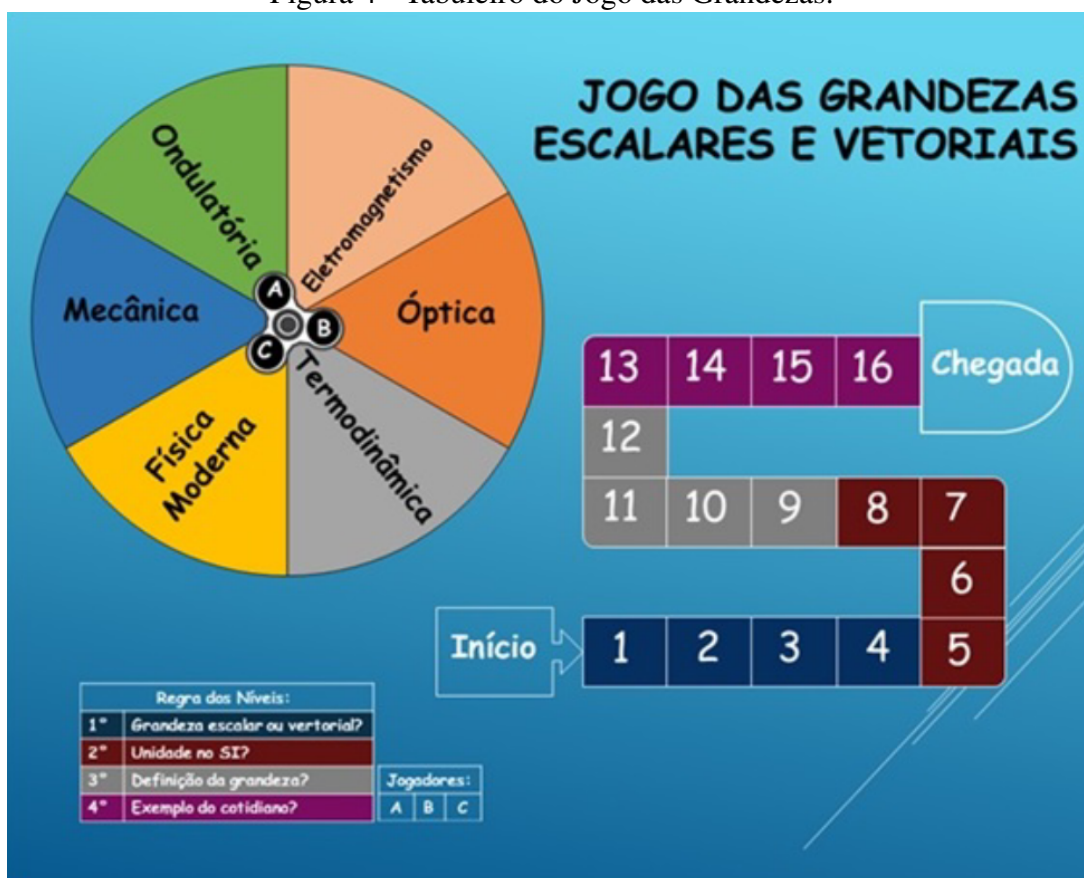


Fonte: Pereira, Fusinato e Neves, 2009.

Araújo e Santos (2018) também apresentaram um jogo de tabuleiro, intitulado “Jogo

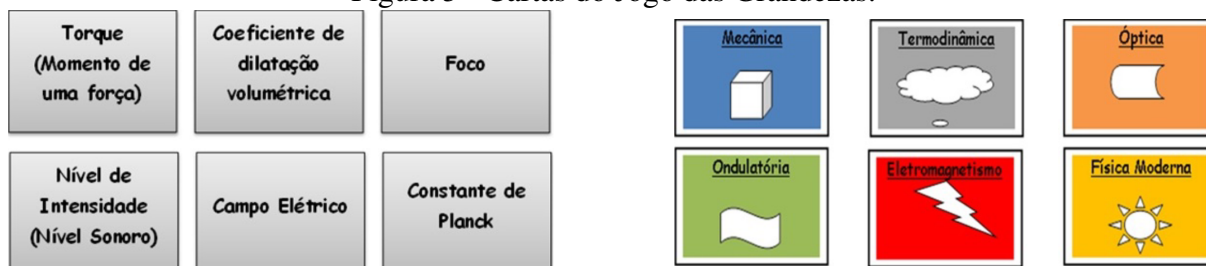
das Grandezas”; porém, ele foi construído e aplicado em turmas de alunos concluintes do curso de Licenciatura em Física. O jogo estabelece uma dinâmica semelhante à do “Conhecendo a Física”, com uma evolução em casas enquanto responde um quiz com perguntas em diferentes áreas da Física. Os autores optaram por inserir o grau de dificuldade do jogo de forma crescente, exigindo informações mais elaboradas à medida que o jogador avança no jogo. O jogo e algumas de suas cartas podem ser visualizados nas Figura 4 e 5.

Figura 4 - Tabuleiro do Jogo das Grandezas.



Fonte: Araújo e Santos (2008).

Figura 5 - Cartas do Jogo das Grandezas.



Fonte: Araújo e Santos, 2008.

Ao final, Araújo e Santos (2018) revelam os resultados da aplicação de um questionário, destacando alguns *feedbacks* sobre o jogo, além de sugestões de melhoria para o material

didático. Algumas recomendações dos concluintes: introduzir níveis de dificuldade em cada carta, aumentar o número de cartas, implementar dicas em algumas e fazer adaptações para utilizar o jogo no Ensino Médio. Esse tipo de troca possibilita a melhoria do produto para as próximas aplicações, além de desenvolver novas ideias no processo.

O ensino de Astronomia é, por vezes, dificultado pelo nível alto de abstração, devido ao fato de as magnitudes das grandezas envolvidas não pertencerem ao universo de comparação cotidiano. Diante desse cenário, utilizar estratégias pedagógicas lúdicas para reduzir a distância entre os conceitos astronômicos e a experiência prévia dos alunos apresenta-se como uma proposta alternativa. Dentro desse contexto, os jogos didáticos podem trabalhar esses conteúdos abstratos a partir de dinâmicas interativas e analogias com adequadas, favorecendo o engajamento e a construção gradual de significados.

Com o foco em atrair a atenção de alunos e professores para o ensino em Astronomia, Machado, Buzanello e Hammerl (2020) desenvolveram um jogo de cartas baseado no jogo Super Trunfo, que é um jogo de cartas no qual jogadores comparam atributos técnicos (como tamanhos ou massa) de itens temáticos. Cada competidor escolhe uma característica de sua carta e quem tiver o melhor valor — o maior ou o menor, conforme a lógica do atributo — ganha as cartas dos adversários. O objetivo final é conquistar todo o baralho para vencer a partida.

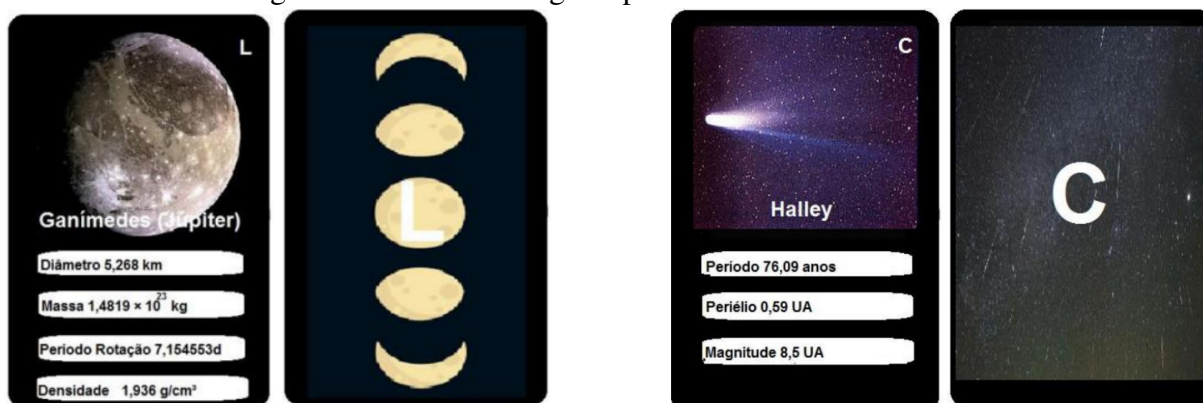
Machado, Buzanello e Hammerl (2020) dividiram o baralho em 6 categorias (estrelas “E”, planetas “P”, luas “L”, Cometas “C”, Crateras de impacto “I”, Asteroides “A”), possuindo 8 cartas em cada uma delas, totalizando 48. Algumas das cartas podem ser visualizadas nas Figura 6 e 7.

Figura 6 - Cartas do Jogo “Super Trunfo de Astronomia”.



Fonte: Machado, Buzanello e Hammerl (2020).

Figura 7 - Cartas do “Jogo Super Trunfo de Astronomia”.



Fonte: Machado, Buzanello e Hammerl (2020).

Após a aplicação dos jogos em turmas do Ensino Fundamental I, os autores aplicaram um questionário relativo a algumas características das cartas, por exemplo, qual é o maior satélite natural de Júpiter? Nessa pergunta, o índice de acerto foi de 100%, possivelmente por ser a carta mais forte na categoria diâmetro (MACHADO; BUZANELLO; HAMMERL, 2020). Talvez, por ser a maior lua do sistema solar, foi a carta mais forte na categoria diâmetro; assim, com o decorrer da dinâmica, a assimilação do conhecimento ocorreu por meio de um mecanismo lúdico (a carta - objeto astronômico - mais forte em determinada categoria corresponde à maior característica - grandeza física). Ao final, eles ainda comentam sobre a importância de repensar metodologias que busquem a atenção e o interesse dos alunos:

Foi de suma importância ter o contato com essas metodologias que se diferenciam do tradicional, pois são maneiras que chamam a atenção dos alunos, e preparam o aluno para ter autonomia na busca de novos conhecimentos. A utilização do ensino de Astronomia em sala de aula vem sendo uma ferramenta útil para despertar o interesse dos estudantes. O seu papel, além de promover no público o interesse por esta área, traz uma aproximação pela Ciência em geral (MACHADO; BUZANELLO; HAMMERL, 2020, p. 548).

As metodologias alternativas podem servir de base para a solução de um cenário educacional que busca abordagens inovadoras e que são essenciais para inspirar o aluno, bem como para testar diferentes métodos e estratégias para auxiliar na assimilação do conhecimento (LEANDRO *et al.*, 2024). Dessa forma, vale destacar que nenhuma metodologia garante o aprendizado, mas diversificar os métodos eleva as chances de garantir um aprendizado uniforme.

3.4 O jogo UNO®

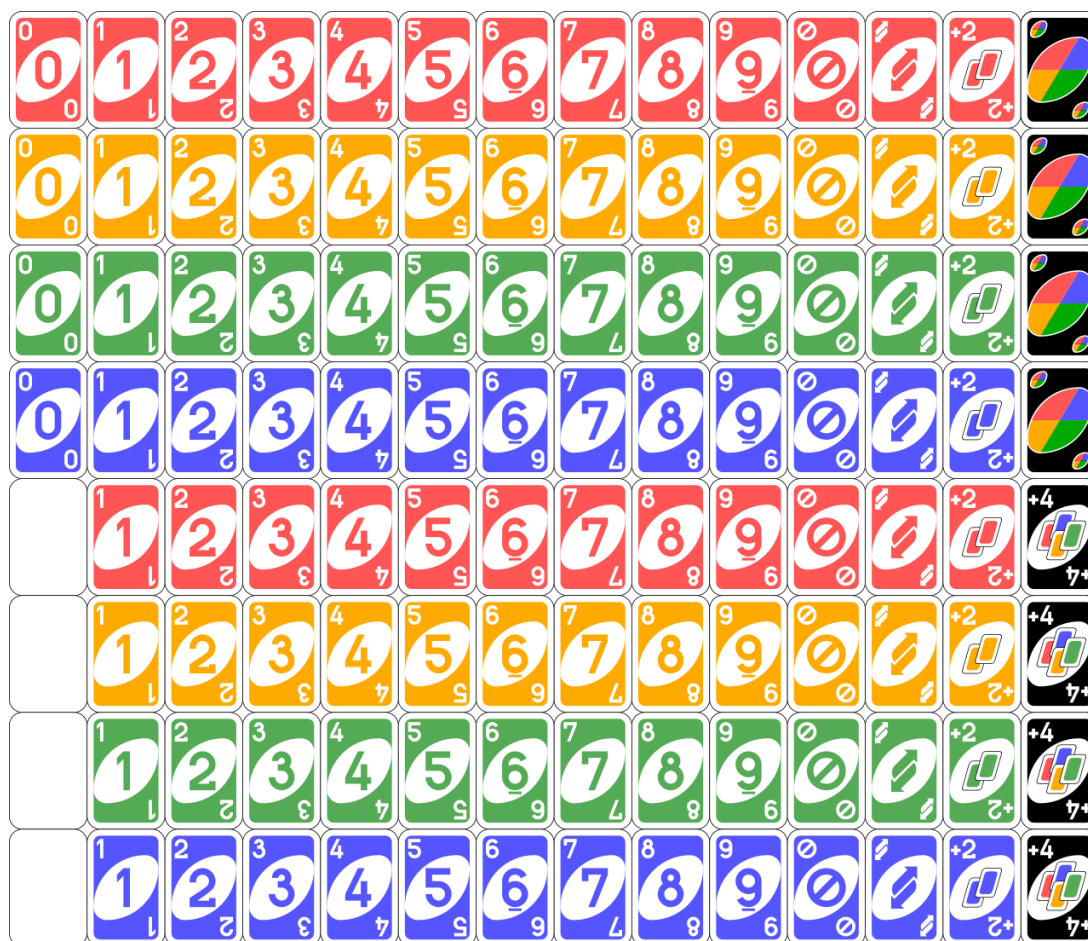
Segundo o *The Strong National Museum of Play* (2018a), o UNO® é um jogo de cartas desenvolvido em 1971 por Merle Robbins, um barbeiro norte-americano, com base em outro jogo de cartas chamado *Crazy Eights*. Devido à complexidade do *Crazy Eights*, Robbins e sua família fizeram algumas simplificações e adaptações no jogo original, desenvolvendo, no processo, um jogo simples, divertido e acessível a todas as idades (THE STRONG NATIONAL MUSEUM OF PLAY, 2008a).

Após o sucesso do jogo, Robert Tezak, fundador da empresa *International Games*, comprou os direitos de Robbins por 50.000 dólares mais 10 centavos de royalties por baralho vendido, permanecendo com os direitos do jogo até 1996 (THE STRONG NATIONAL MUSEUM OF PLAY, 2018b). Após esse período, a Mattel Inc. adquiriu os direitos do jogo, tornando-o uma franquia de sucesso, gerando grandes lucros e obtendo, em 2017, o título de jogo de cartas mais vendido do mundo (THE STRONG NATIONAL MUSEUM OF PLAY, 2018b).

Robbins conseguiu, ainda, sem o conhecimento da teoria ausubeliana, fazer adaptações no jogo, tornando-o acessível à maior parte das pessoas. Dessa forma, como se trata do jogo de cartas mais vendido do mundo, provavelmente, possui características que são subordinadas a subsunções comuns na maior parte das estruturas cognitivas dos consumidores.

O jogo possui um manual de instruções e regras bastante simples, disponíveis no site oficial da Mattel, em quatro idiomas: inglês, espanhol, português (de Portugal) e grego. O jogo conta com 109 cartas, sendo 19 numéricas, 2 de “compre duas cartas” (+2), 2 de inversão (→) e 2 de pular \emptyset , disponíveis em quatro cores: vermelho, amarelo, verde e azul. Além disso, contém 4 cartas curingas e 4 “compre quatro” (+4) (MATTEL, 2003). O baralho completo pode ser visto na Figura 8.

Figura 8 - Cartas do jogo UNO.



Fonte: Fomin, 2013.

Partindo para o funcionamento específico do UNO®, é possível observar algumas dessas características que o tornaram popular. O objetivo do jogo é zerar as cartas em suas mãos antes do seu adversário; dessa forma, vence aquele que descartar a última carta (MATTEL, 2003).

O jogo inicia após um sorteio baseado nos pesos das cartas; assim, é definido quem irá embaralhar e distribuí-las, e o jogador à esquerda de quem embaralhou é aquele que irá jogar primeiro (MATTEL, 2003). Todos os jogadores iniciam o jogo com 7 cartas, podendo descartar uma por vez na pilha de descarte, desde que ela seja da mesma cor ou tenha o mesmo número associado, conforme pode ser observado na própria descrição do manual:

O jogo começa pelo jogador à esquerda de quem distribuiu as cartas. O primeiro jogador deverá, então, jogar uma das cartas que tiver na mão, desde que tenha a mesma cor, número ou símbolo da primeira carta da Pilha das CARTAS JOGADAS. Por exemplo: se a carta for 7 vermelho, esse jogador poderá jogar qualquer carta vermelha, ou uma carta 7 de qualquer cor. Em alternativa, poderá jogar um Joker (ver FUNÇÕES DAS CARTAS ESPECIAIS) (MATTEL, 2003).

Porém, há algumas ressalvas em que essas regras são ligeiramente diferentes, as quais ocorrem, essencialmente, no uso das cartas especiais. Conforme Mattel (2003), a carta pular (\emptyset) impede que o próximo jogador realize sua jogada, pois sua vez é passada, dando continuidade para o jogador seguinte. Já a carta inversão inverte o sentido do jogo - se antes ele fluía para a esquerda, após a inversão, o jogo flui para a direita. A carta curinga pode ser jogada sobre qualquer cor, podendo também escolher qual cor o adversário irá mandar. A carta +2 obriga o jogador a pegar duas cartas no monte, e sua vez é pulada.

Por fim, o manual explica que o +4 é a carta mais vantajosa do jogo, pois obriga o adversário a comprar 4 cartas, pula a vez dele e permite ao jogador que a mandou escolher uma cor para o adversário seguinte. Porém, ele só pode mandar o +4 quando não tiver uma carta correspondente à pilha de descarte. Caso ele não cumpra essa regra e alguém peça para ver suas cartas, confirmando a infração, quem mandou o +4 deve comer 4 cartas. Agora, caso a suspeita se mostrar falsa, o jogador que duvidou deve comer 6 cartas.

Carta Joker Bisca 4 - Esta é carta mais vantajosa do jogo. Quem jogar esta carta, tem de dizer alto uma cor para dar continuidade ao jogo. O jogador seguinte terá de biscar 4 cartas da pilha das BISCAS e passar a sua vez. Mas um jogador só pode lançar a carta "Joker Bisca 4" se não possuir nenhuma outra carta que combine com a cor da Pilha das CARTAS JOGADAS. No entanto, se tiver na sua mão cartas que combinem em número, ou se tiver Cartas Especiais, o "Joker Bisca 4" pode ser jogado. Um jogador que tenha em mão um "Joker Bisca 4" pode escolher fazer "bluff" e jogar a carta ilegalmente mas, se for apanhado, são aplicadas regras próprias (ler PENALIDADES). Se esta for a primeira carta do jogo, volta a ser colocada no baralho e é retirada outra carta. (MATTEL, 2003).

Para serem verificadas as regras completas do jogo, recomenda-se conferir em Mattel (2003).

Diante do exposto, a articulação entre os conceitos discutidos revela que o uso de jogos no ensino não deve ser apenas recreativo, mas estruturado, para promover a ancoragem de novos conhecimentos em conceitos subsunçores, conforme preconiza a Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel. Nesse sentido, a escolha da mecânica do jogo UNO® justifica-se pela sua ampla aceitação e regras intuitivas, o que reduz a carga cognitiva do aprendiz da regra e permite o foco em discussões específicas. Diante desse cenário teórico, o capítulo a seguir descreve a metodologia de desenvolvimento do Fisicartas, detalhando como os princípios de Ausubel e a estrutura do UNO® foram integrados para o ensino de Física.

4 METODOLOGIA

Segundo Marconi e Lakatos (2003), o método é o conjunto das atividades sistemáticas e racionais que permitem alcançar o objetivo com segurança e economia de esforços, traçando um caminho a ser seguido, detectando erros e auxiliando nas tomadas de decisão do cientista. A seguir, serão descritos os procedimentos realizados para alcançar os resultados.

4.1 Tipo de pesquisa

Esta pesquisa é de natureza aplicada, com objetivos descritivos e abordagem qualitativa, tendo como finalidade propor uma discussão educacional por meio da prática reflexiva e criação de um objeto de aprendizagem. Embora a pesquisa possua natureza aplicada, cujo objetivo ideal seria a aplicação empírica do objeto de aprendizagem em ambiente escolar, a coleta de dados com estudantes não pôde ser realizada. Devido a limitações temporais para aprovação ética, optou-se por focar na validação teórica e no design instrucional do jogo como um produto educacional robusto e fundamentado pela Teoria de Ausubel. Por isso, a natureza aplicada se encaixa no contexto da aplicação de uma teoria de aprendizagem na construção de um produto educacional para o ensino de Física no Ensino Médio.

A criação do jogo, denominado Fisicartas, foi orientada pela teoria da aprendizagem significativa de Ausubel, descrita em Moreira e Masini (1982), que destacam a importância de criar e integrar novos conceitos subsunçores na estrutura cognitiva do estudante. O desenvolvimento também incorporou as diretrizes de Lopes (2011) sobre criar jogos didáticos, garantindo que as escolhas tenham fundamento pedagógico.

4.2 Procedimentos

Primeiramente, iniciou-se pela pesquisa teórica, para formar as bases que sustentam a argumentação do trabalho, começando pela escolha de uma teoria de aprendizagem¹ como fundamentação pedagógica e também referências na construção e uso de jogos didáticos.

¹No presente trabalho, optou-se pela Teoria da Aprendizagem significativa de Ausubel, mas também foi possível encontrar trabalhos que abordassem as teorias de Vygotsky, Piaget e Freire como fundamentações do jogo didático.

Nessa etapa, utilizaram-se as ferramentas de busca do Google Acadêmico, SciELO e mecanismos de pesquisa avançada de inteligências artificiais (como ChatGPT, Consensus e Gemini) como ferramentas auxiliares para identificação de literatura relevante, sendo a seleção final dos conteúdos de livros e artigos.

Em um segundo momento, deu-se início à pesquisa sobre jogos no ensino, de modo a estruturar a escolha do tipo de jogo a ser desenvolvido - se este seria um jogo de cartas, tabuleiro ou eletrônico. Explorar o tema após a pesquisa inicial é importante para se conhecer mais possibilidades e as diferentes habilidades que se pretende desenvolver com a ferramenta.

Por fim, definiu-se o tipo de jogo, neste caso, jogo de cartas, para adentrar no processo de elaboração do design e regras. O UNO® foi escolhido pela simplicidade das regras, facilidade no transporte, familiaridade simbólica e carga cognitiva leve.

4.3 Processo de desenvolvimento do jogo

O jogo didático de cartas foi desenvolvido com base no jogo de cartas UNO®, escolhido pela praticidade de transporte e aplicação, bem como pelo potencial de estimular estratégias, socialização e engajamento. O uso de jogos em sala de aula visa ser uma importante ferramenta de ensino, uma vez que os jogos incentivam o trabalho em equipe e a interação professor-aluno, auxiliando no desenvolvimento de raciocínio e habilidades (JOUKOSK *et al.*, 2011, p. 02 *apud* MACHADO; BUZANELLO; HAMMERL, 2020).

Algumas regras do jogo foram inspiradas nas regras do UNO® e transpostas para as Leis da Física. Além do mais, outras mecânicas foram aprimoradas e adaptadas aos objetivos didáticos que se desejava alcançar, como na substituição do descarte de números sobre números para o descarte de variáveis sobre variáveis, elevando o nível de abstração. As cartas especiais foram desenvolvidas com base em fenômenos da Física Moderna, de modo que os efeitos do UNO® permanecem, mas acontecem de forma justificada, com base nos modelos físicos, reforçando o pensamento crítico.

Além disso, o jogo foi planejado para estimular a criação (ou ativação) de conceitos subsunçores e servir como um organizador prévio — apresentando equações, introduzindo físicos como personalidades do jogo e estimulando o reconhecimento de variáveis que servirão de base para a incorporação de ideias mais complexas no futuro, como a substituição. No que se refere ao design gráfico do jogo, todas as 51 cartas foram desenvolvidas manualmente em for-

mato digital vetorial. As ilustrações dos físicos foram elaboradas a partir de referências visuais, incluindo pinturas, fotografias e descrições fisionômicas presentes em biografias disponíveis em fontes acessíveis na internet. Em virtude da escassez ou imprecisão de descrições detalhadas para alguns personagens, adotou-se, em determinados casos, maior liberdade criativa, em detrimento de uma rigorosa precisão historiográfica.

Com o objetivo de aprimorar os detalhes visuais e aumentar a consistência estética das ilustrações, foram utilizadas ferramentas de inteligência artificial generativa (ChatGPT e Gemini) no processo de refinamento de imagens previamente selecionadas. Ressalta-se que tais ferramentas atuaram como suporte ao processo criativo, sendo todas as imagens posteriormente revisadas, editadas e ajustadas manualmente, de modo a atender ao padrão visual estabelecido para o jogo. O mesmo procedimento foi adotado para a elaboração dos fundos das categorias de cartas e da arte da face traseira.

As ilustrações referentes às cartas de Física Moderna foram produzidas integralmente de forma manual, com base em representações de fenômenos físicos encontradas em livros didáticos e em imagens de domínio público disponíveis na internet, com exceção da carta denominada Máquina do Tempo, cuja elaboração seguiu o mesmo processo adotado para os fundos e a parte traseira das cartas. Para a produção das ilustrações, utilizou-se o aplicativo *ibis Paint X*, um software de acesso livre disponível para os sistemas Android e iOS.

Com base nos procedimentos adotados, foi possível estruturar o desenvolvimento de um jogo didático fundamentado na Teoria da Aprendizagem Significativa, bem como delinear critérios para a análise de aspectos centrais da teoria ausubeliana, do papel dos jogos e dos recursos lúdicos no processo de aprendizagem significativa. Além disso, esses procedimentos orientaram a discussão acerca do potencial do jogo enquanto organizador prévio no ensino de Física.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Baseado na popular mecânica do jogo UNO®, o Fisicartas é um jogo didático de cartas desenvolvido para abordar conteúdos de Física de forma interativa. Ele não possui um objetivo didático na formação específica do aprendiz (como aprender o movimento uniformemente variado), pois foi pensado para funcionar como um organizador prévio de exposição para estudantes que estão tendo um primeiro contato, ou revisitando, com outros olhos, a Física do Ensino Médio. Por outro lado, por se tratar de um instrumento lúdico, o jogo tem potencial para ser aplicado em diferentes contextos e não se restringe apenas para aplicação no Ensino Médio ou educação formal.

Como foi discutido no referencial teórico, a Teoria de Ausubel tem como um de seus pilares o princípio da diferenciação progressiva, que descreve o processo de aprendizado significativo ocorrendo na ordem dos conceitos mais gerais, para, depois, aprofundar-se nos mais específicos. O jogo Fisicartas trabalha com a exposição de toda a Física de uma só vez, preparando o terreno para a construção e diferenciação dos subsunçores associados aos conhecimentos de Física.

O jogo foi construído para ser jogado em grupo; dessa forma, possibilita a interação dos estudantes que estão no início de uma unidade, quebrando barreiras sociais e permitindo a criação de um ambiente mais inclusivo. Portanto, o aprendiz é exposto ao universo da Física de forma lúdica, contextualizada, com função pedagógica reflexiva e de sociabilização.

Durante o jogo, a presença do professor é imprescindível, pois ele é quem deve orientar as discussões e manter os estudantes engajados e curiosos. Também precisa atuar como mediador, garantindo que os alunos se desenvolvam e aprendam com o processo. Não se espera que o estudante vá compreender todas as nuances por trás do jogo; por isso, é necessário que o professor o auxilie.

5.1 O jogo Fisicartas

De maneira semelhante ao UNO®, o baralho do Fisicartas é composto por cinco categorias: Mecânica, Termodinâmica, Ondas e Óptica, Eletromagnetismo e Física Moderna. As quatro primeiras áreas representam a Física Clássica e possuem 10 cartas cada, totalizando

40, as quais representam os números do jogo UNO® (0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 e 9), sendo que os números foram substituídos por uma equação de cada respectiva área. Já as cartas da Física Moderna somam um total de 11 e têm efeitos especiais de forma semelhante aos das cartas de ação do UNO®(pular, inversão, +2, +4 e o curinga). A Figura 9 traz o baralho completo do jogo Fisicartas, com a Mecânica em verde; Termodinâmica, em vermelho; Ondas e Óptica, em amarelo; Eletromagnetismo, em azul; e a Física Moderna, em preto. A parte traseira das cartas completa a última coluna das 4 primeiras linhas.

Figura 9 - Cartas do jogo FISICARTAS.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2025.

Para uma jogabilidade mais fluida, recomenda-se o baralho com padrão de 40 cartas da Física Clássica e o dobro das cartas da Física Moderna, com 22 cartas. Com mais jogadores, acima de 5, recomendam-se o dobro das unidades da Física Clássica e o triplo das cartas da Física Moderna; dessa forma, o baralho terá 113 cartas, no total.

5.2 Adentrando o funcionamento e design do jogo

Para as cartas representantes da Física Clássica, o descarte é permitido quando a carta jogada pertence à mesma área ou apresenta, pelo menos, uma variável idêntica à da carta anterior, independentemente do significado físico. Constantes numéricas iguais e índices não constituem critério de compatibilidade. Já as cartas da Física Moderna podem ser lançadas em cima de qualquer carta da Física Clássica (as modernas possuem efeitos em si, por isso, não seria prático explicar todas as interações por aqui - recomenda-se conferir o APÊNDICE A, pois ele contempla as regras e o funcionamento do jogo).

As regras do jogo têm um papel fundamental no controle emocional da ansiedade e no estabelecimento de uma norma social. Elas são para o jogo o que as Leis físicas tentam ser para a natureza. As três principais regras para o funcionamento básico do jogo são:

- Regra 1: **É possível descartar por cima de cartas da mesma área da Física.**

Exemplo: o jogador 1 jogar “**Mecânica** - $F = ma$ ” e o jogador 2 jogar “**Mecânica** - $h = \frac{1}{2}gt^2$ ”, pois ambas são cartas da Mecânica. O que não é permitido é: O jogador 1 jogar “**Mecânica** - $F = ma$ ” e o jogador 2 jogar “**Ondas e Óptica** - $v = \lambda f$ ”.

- Regra 2: **É possível descartar em cima de cartas no lixo desde as equações tenham pelo menos uma mesma variável em comum, ainda que o significado físico não seja o mesmo.**

Não é permitido sobrepor cartas que tenham variáveis comuns em maiúsculo e minúsculo.

Exemplo: O jogador 1 jogar “Termodinâmica - $PV = nRT$ ” e o jogador 2 responder com “Eletromagnetismo - $V = RI$ ”. Observe que o primeiro R , na Termodinâmica, significa constante universal dos gases e o segundo R , no Eletromagnetismo, significa resistência elétrica (assim como o V). O que não pode é: O jogador 1 jogou “Eletromagnetismo - $V = RI$ ” e o jogador 2 responder com “Ondas e Óptica - $\omega = 2\pi f$ ”. Obs: Não é possível descartar cartas com mesmas constantes numéricas como 2 em “ $E_c = \frac{1}{2}mv^2$ ” e “ $h = \frac{1}{2}gt^2$ ”.

- Regra 3: **As cartas da Física Moderna podem ser descartadas sobre qualquer carta da Física Clássica que esteja no lixo.** Vale destacar que as cartas da Física Moderna também permitem escolher uma área da Física Clássica para o próximo jogador mandante. Porém, não é permitido jogar cartas da Física Moderna nas duas primeiras rodadas.

A Figura 10 ilustra uma situação de jogo na qual é possível ver as regras em funcionamento.

Figura 10 - Exemplo de uma situação de jogo no Fisicartas.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2025.

Como é possível observar, na Figura 9, as cartas da Física Clássica possuem um físico, uma equação e uma área da Física - todos esses elementos podem ser assimilados pela estrutura do estudante de forma representacional. Porém, ao compor duas cartas com a Regra 1, permite-se uma aprendizagem significativa conceitual do aprendiz, possibilitando que diferentes físicos e equações sejam vinculados ao conceito subsunçor inclusivo Mecânica (verde), por exemplo (o professor deve reforçar que as cores têm o papel de representar determinada área da Física, impedindo que o aluno jogue a cor verde apenas por ser verde). De modo semelhante, pela Regra 2, os termos podem ser associados a equações, proporcionando a aprendizagem significativa representacional de variáveis que, mais tarde, serão aprendidas de forma proposicional, permitindo que o aprendiz compreenda que a equação rege um fenômeno e representa muito mais do que apenas um conjunto de variáveis.

O fato de substituir números pelas variáveis sugere potencial de tornar mais natural a ideia de substituição de variáveis de uma equação na outra. Com a prática, os estudantes podem desenvolver, em sua estrutura, um subsunçor específico associado ao reconhecimento de equações e do vínculo entre elas. Com isso, ao se deparar, mais tarde, com manipulações de equações de movimento bidimensional, por exemplo, a manobra de encontrar o vínculo entre as equações (neste caso o tempo t) pode ser facilitada.

$$\begin{array}{l} \text{Equação no eixo } x \\ x = x_0 + v_x t \end{array} \quad \text{e} \quad \begin{array}{l} \text{Equação no eixo } y \\ y = y_0 + v_y t + \frac{1}{2}gt^2 \end{array}$$

As cartas da Física Moderna do Fisicartas correspondem às cartas especiais do UNO®, porém com efeitos inspirados em fenômenos físicos. Por exemplo, a carta “Decaimento alfa” faz o próximo jogador comprar quatro cartas, em alusão à emissão de uma partícula alfa (um núcleo de Hélio-4 com 2 prótons e 2 nêutrons), enquanto a carta “Vácuo” exige silêncio durante uma rodada, penalizando com duas cartas quem descumprir a regra. As cartas podem ser visualizadas na Figura 11.

Figura 11 - Cartas da Física Moderna “Vácuo” e “Decaimento alfa”.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2025.

Acredita-se que as escolhas visuais propostas no Decaimento alfa e no Vácuo tendem a gerar uma sensação de zelo e clareza com fenômeno, possivelmente engajando os estudantes, conforme as discussões propostas por Pereira, Fusinato e Neves (2009).

Vale mencionar que algumas cartas têm um design didático e fisicamente coerente com o seu efeito no jogo. O “Big Bang” obriga todos os jogadores a comprarem 2 cartas, ajudando a expandir o universo em todas as direções (exceto quem a mandou, para não prejudicar a jogabilidade). O design da carta mostra, no eixo x, a evolução temporal do universo, iniciando

com o próprio “Big Bang” até a formação de sistemas solares e galáxias, ao mesmo tempo que representa o aumento de tamanho do universo no eixo y . Esta é uma representação famosa e muito didática disponibilizada pela NASA (2024).

Quando um estudante passa pela frustração de comer duas cartas devido à expansão do universo, esse conceito tende a mobilizar aspectos emocionais que, por sua vez, influenciam na motivação do aprendiz. Dessa forma, permite que aquele determinado conteúdo tenha potencial de se tornar relevante para a estrutura cognitiva, para, por fim, possibilitar a aprendizagem significativa. Outras emoções advindas de frustração, surpresa e competição saudável podem culminar em estímulos internos positivos no estudante. Motivação implica em predisposição para aprendizagem significativa, e Santos (2007) reforça que as emoções desempenham um importante papel no processo de construção de significados, estando diretamente relacionadas aos impulsos, interesses e motivações dos estudantes e professor durante a formação do conhecimento sistematizado.

A carta “Espectro de emissão” possui design e proposta curiosos. Na Física, o espectro de emissão dos átomos revela uma impressão digital única para cada átomo, sendo que, a partir da detecção dos espectros, pode-se determinar, por exemplo, quais materiais estão presentes em uma estrela, assim como em um planeta distante, apenas pela luz emitida por ele (FILHO; SARAIVA, 2017, p. 217-220). Com esta carta, é possível enviar um raio contínuo de luz sobre as cartas do seu adversário e fazer uma leitura completa da emissão dos átomos de suas cartas, podendo descobri-las (ele é obrigado a mostrá-las, pelas regras). Justificar o efeito da carta por um fenômeno físico real agrega valor àquele conhecimento, de modo que há mais chances de o material tornar-se potencialmente significativo. As cartas “Big Bang” e “Espectro de emissão” pode ser observadas na Figura 12.

Esse processo de consulta e mediação reduz a carga cognitiva inicial e favorece a construção de subsunçores conceituais, permitindo que os estudantes passem a reconhecer as equações como relações lógicas entre grandezas físicas, e não apenas como fórmulas a serem memorizadas. Dessa forma, o “Questionamento de Newton” tem potencial para a realização da aprendizagem significativa.

5.3 Discussões sobre o jogo

Conforme já discutido, o jogo possui uma estética personalizada, com as cartas da Física Clássica possuindo como representante um físico, em geral, uma das personalidades que contribuíram para a construção da equação e área da Física, juntamente com o período no qual ele viveu (nascimento-falecimento). Além disso, há, nas cartas, uma equação que está associada a um fenômeno e uma cor com o fundo personalizado de acordo com a área da Física.

Utilizar cores distintas para representar áreas da Física facilita a identificação e a diferenciação do aluno, podendo até mesmo servir como uma sinestesia de sensações. O verde pode representar algo primitivo (Mecânica, a área mais fundamental da física); o vermelho, algo quente (a Termodinâmica estuda o comportamento do calor); o amarelo, a luz do sol (a Ondulatória estuda os fenômenos da luz); o azul, descargas elétricas (tópicos estudados no Eletromagnetismo); e o preto, o universo do desconhecido, tanto em escalas astronômicas quanto microscópicas (Física moderna). Para estudantes que aprendem de forma visual, o jogo tem grande potencial para a aprendizagem significativa.

Optou-se por um design mais cartunesco do que realista, buscando se aproximar do público-alvo do trabalho: os estudantes que estão tendo os primeiros contatos com a Física no Ensino Médio. Porém, há, na literatura, trabalhos que partiram para designs realistas visando ao ensino de história da arte, como em Gomes (2014), no qual é necessário visualizar as obras originais para a compreensão dos períodos, movimentos e vanguardas da história da arte.

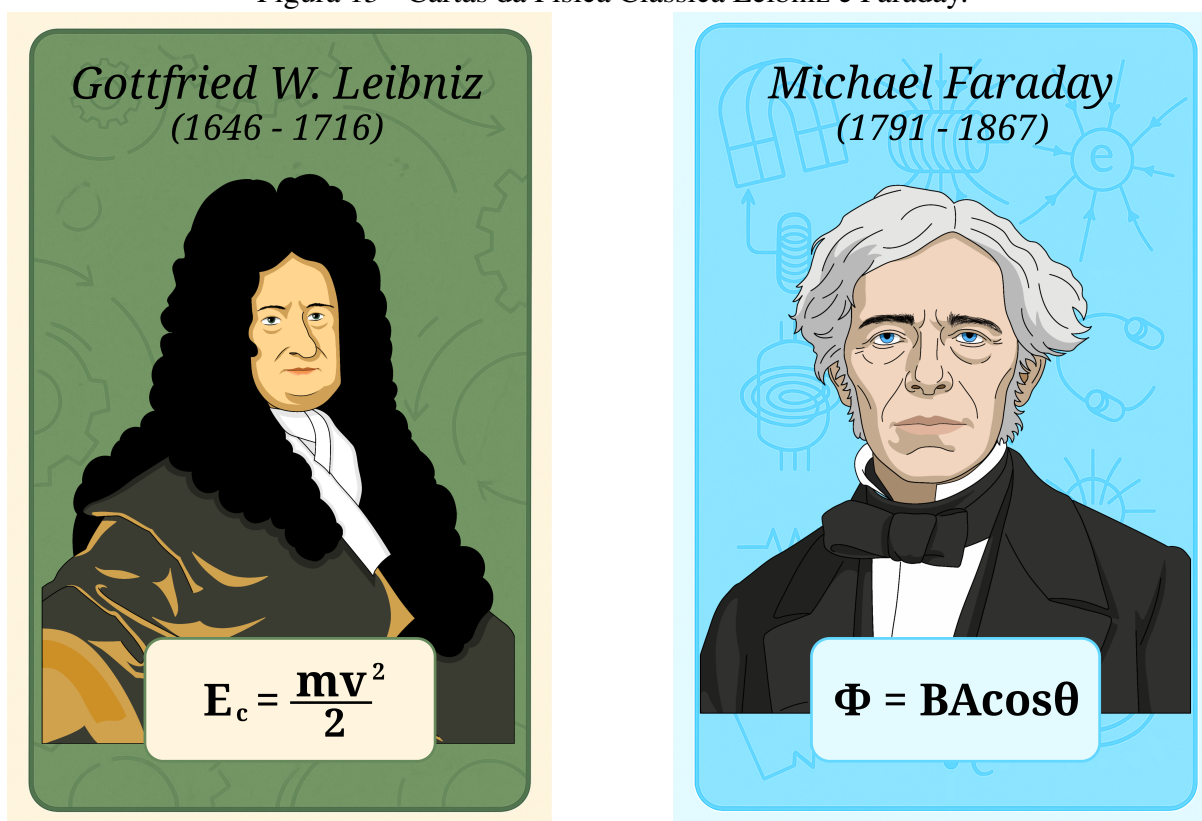
Embora as datas não façam parte da jogabilidade em si, elas contribuem para a criação de um subsunçor associado ao desenvolvimento temporal da evolução das ideias da Física. Esse tipo de aspecto pode sugerir aos aprendizes o período no qual as ideias foram construídas, podendo até comparar os períodos com grandes acontecimentos na história da humanidade. Por exemplo, grande parte da Física foi estruturada a partir do século XVI, coincidindo com o Renascimento Científico, as Grandes Navegações e a Colonização Europeia. Esse período

marcou o uso do conhecimento, especialmente o científico, como um meio de dominação cultural e territorial. Esse contexto pode trazer reflexões naturais, como: “Por que a estruturação do conhecimento físico só ocorreu nesse momento?”. A resposta abre espaço para discussões interdisciplinares, como a revisão crítica do conceito de “Idade das Trevas”, que se estendeu do final do Império Romano ao início do Renascimento.

A Termodinâmica, em especial, foi muito desenvolvida durante o período da Primeira Revolução Industrial (para estudar e aprimorar as fábricas, máquinas a vapor e o uso eficiente do carvão); já a teoria Ondulatória e o Eletromagnetismo foram os precursores da Segunda Revolução Industrial (permitindo o uso da eletricidade e ampliando os meios de comunicação, como o rádio e o telefone). A Física Moderna, embora não tenha sido mencionada por datas nas cartas, começou seu desenvolvimento no século XX, perdurando até os dias atuais. Esse tipo de discussão permite a estruturação de pontes cognitivas que ligam os conhecimentos prévios de história com o material novo, construindo uma estrutura cognitiva mais robusta e madura.

Ainda nessa linha, a inclusão de ícones da Física nas cartas promove a familiarização visual com as figuras que fundamentaram o conhecimento científico. Mais do que um recurso lúdico, essa representação permite que o estudante analise criticamente a diversidade — ou a escassez dela — em termos de etnia, raça e gênero. Esse contato visual é o ponto de partida para reflexões sociais profundas, provocando questionamentos essenciais sobre a presença de negros, brasileiros e mulheres na construção histórica da ciência. Na Figure 13, é possível observar algumas características de determinados períodos, como o uso de vestimentas longas e perucas, por Leibniz, e o uso de terno e gravata, de Faraday.

Figura 13 - Cartas da Física Clássica Leibniz e Faraday.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2025.

É importante destacar que o estudante não finalizará o jogo com aprendizagem conceitual profunda sobre a Física, trata-se de mensurá-lo como uma forma estratégica de “alimentar” a estrutura cognitiva para que esta fixe conceitos subsunçores básicos para mais tarde os diferenciar. Nesse sentido, o jogo Fisicartas pode ser usado como um primeiro contato da formação de um subsunçor associado à Física, ou seja, como um organizador prévio. Ainda que esse subsunçor não se desenvolva e se diferencie nesse primeiro contato, isto é, o aprendizado ocorra de forma mecânica, o jogo continuará construindo uma base na estrutura cognitiva e preparando o terreno para os conhecimentos estruturados de Física.

Durante o jogo, a mediação do professor se faz fundamental para promover essas discussões, pois, sem orientação, o jogo perde enorme potencial didático. O professor deve instigar os alunos a serem críticos e observadores, para captar as nuances do jogo, já que não seria viável colocar todas essas discussões nas regras, pois tornaria a leitura muito extensa, sendo inviável para o tempo normal de aula (50 min).

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante das dificuldades que, historicamente, marcam o primeiro contato dos estudantes com a Física, este trabalho buscou discutir possibilidades de ressignificação desse momento inicial por meio de uma proposta didática teoricamente fundamentada. Nesse contexto, o uso de jogos no ensino apresenta-se como uma alternativa pedagógica relevante para enfrentar o desinteresse e a baixa motivação frequentemente observados, sobretudo quando a disciplina é introduzida de forma excessivamente formal e descontextualizada. Inserir a Física por meio de uma abordagem lúdica pode favorecer a identificação do estudante com a área, criando condições mais propícias para um primeiro contato significativo com seus símbolos, conceitos e estruturas.

A utilização de jogos enquanto organizadores prévios revela potencialidades importantes no processo de ensino e aprendizagem, especialmente quando orientada pelos princípios da teoria da aprendizagem significativa. Ao adotar a diferenciação progressiva como norte pedagógico, a proposta apresentada privilegia uma visão inicial mais ampla da Física, a partir da qual conceitos mais específicos podem ser posteriormente formalizados. Nesse sentido, o jogo foi concebido para atuar como um mediador cognitivo, favorecendo a organização da estrutura cognitiva, a familiarização simbólica com variáveis e áreas da Física, bem como a predisposição para aprender.

Embora a aplicação empírica do jogo pudesse fornecer resultados mais robustos acerca de sua efetividade, a ausência dessa etapa não invalida as discussões desenvolvidas, mas as delimita ao campo da análise teórica. O Fisicartas não se apresenta como uma solução definitiva para os desafios do ensino de Física, mas como uma estratégia introdutória, capaz de preparar o terreno para aprendizagens posteriores mais formais e sistematizadas, ancoradas em estruturas cognitivas previamente organizadas.

Cabe destacar, ainda, algumas limitações inerentes à proposta. Por se tratar de um jogo introdutório, o Fisicartas não se aprofunda em conteúdos específicos, não tendo como objetivo a diferenciação de subsunçores relacionados a temas particulares da Física. Nesse sentido, trabalhos futuros podem explorar o desenvolvimento de jogos voltados à construção e diferenciação de subsunçores específicos, ampliando o potencial da aprendizagem significativa em conteúdos mais estruturados e complexos. Por fim, espera-se que as reflexões apresentadas

ao longo deste trabalho contribuam para o debate sobre o papel dos organizadores prévios, dos jogos didáticos e das estratégias pedagógicas no ensino de Física, incentivando novas investigações e aplicações que dialoguem com as demandas contemporâneas da educação científica.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, Everaldo dos Santos; SANTOS, Bianca Martins. Jogo das Grandezas: um recurso para o ensino de Física. **Revista do Professor de Física**, Brasília, v. 2, n. 2, 2018. DOI: 10.26512/rpf.v2i2.12079. Disponível em: <https://periodicos.unb.br/index.php/rpf/article/view/12079>. Acesso em: 18 jan. 2026.
- AUSUBEL, David P. **Educational Psychology: a cognitive view**. Nova Iorque: Holt Rinehart and Winston, 1968.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: MEC, 2018. Disponível em: basenacionalcomum.mec.gov.br. Acesso em: 23 jan. 2026.
- BULEGON, Ana Marli. Contribuições dos Objetos de Aprendizagem, no Ensino de Física, para o desenvolvimento do Pensamento Crítico e da Aprendizagem Significativa. 2011. Tese (Doutorado Informática na Educação). Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2011
- FILHO, Kepler de Souza Oliveira; SARAIVA, Maria de Fátima Oliveira. **Astronomia e Astrofísica** - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2014.
- FOMIN, Dmitry. **A complete Uno cards deck**. 2013. 1 imagem. Disponível em: https://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:UNO_cards_deck.svg. Acesso em: 26 dez. 2025.
- GOMES, Silvia Trentin. **Arte, Jogo e Educação: a educação estética na relação entre jogo e o ensino das características da pintura artística**. 2014. Dissertação (Mestrado em Tecnologias da Inteligência e Design Digital). São Paulo: Pontífca Universidade Católica de São Paulo, 2014. Disponível em: <https://repositorio.pucsp.br/handle/handle/18160>. Acesso em: 2 jan. 2026.
- LIMA, Francisca Mara Jane; NETO, Pedro Eduardo Cavalcante; ESMERALDO, Nádía Ferreira de Andrade. Jogos para o ensino de Física, **Ensino em Perspectivas**, v. 2, n. 2, p. 2, Fortaleza, 2021. Disponível em: <https://revistas.uece.br/index.php/ensinoemperspectivas/article/view/5337>. Acesso em: 7 ago. 2025.
- LOPES, Maria da Glória. **Jogos na Educação: criar, fazer e jogar**. 7º ed. São Paulo: Revista Cortez, 2011.
- MACHADO, Beatriz; WOJCICKOSKI, Veridiana S. O Lúdico no Ensino Superior: uma proposta de inovação pedagógica. Instituto de Ensino Superior de Londrina: **Revista Múltiplo Saber**, 2017. Disponível em: https://www.inesul.edu.br/revista/arquivos/arq-idvol_47_1482098001.pdf. Acesso em: 05. 2025.
- MACHADO, Mairon Melo; BUZANELLO, Cátia Andressa Fortes; HAMMERL, Priscyla Christine. Jogo de cartas como metodologia de ensino de Astronomia para a Educação Básica. **RIS - Revista Insignare Scientia**, v. 3, n.2, 2020. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Mairon-Machado/publication/344079555_Jogo_de_cartas_como_metodologia_de_ensino_de_Astronomia_para_a_educacao_basica_Juego_de_cartas_como_metodologia_de_ensenanza_del_Astronomia_para_la_educacion_basica/links/5f514b34458515e96d2b0528/Jog

o-de-cartas-como-metodologia-de-ensino-de-Astronomia-para-a-educacao-basica-Juego-d e-cartas-como-metodologia-de-ensenanza-del-Astronomia-para-la-educacion-basica.pdf. Acesso em: 8 ago. 2025.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Marina. **Fundamentos de Metodologia Científica**. 5 ed. São Paulo: EDITORA ATLAS S.A., 2003.

MARTINS, Denise dos Santos; FONTOURA, Rosangela Maria de Lima; PEREIRA, Carolina Alice de Lima; SILVA, Douglas Rodrigues da; SILVA, Silvia Roseli Silva da; MINHOS, Suellen Salgueiro Rios; LIMA, Gizele Ramos de; CANTO, Fátima Rosangela Pretz Camarao; DALLAIO, Lucilene Rabelo; LIMA, Fernanda de. Educar além das telas: criatividade, infância e as novas mediações tecnológicas. **Aurum Revista Multidisciplinar**, Curitiba, v. 1, n. 5, p.234-244, 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.63330/armv1n5-01>. Acesso em 16 dez. 2025.

MATTEL, Inc. **Instruções do jogo UNO**. El Segundo, Califórnia: Mattel Service, 2003. Disponível em: https://service.mattel.com/instruction_sheets/52277%20Uno.pdf. Acesso em: 26 dez. 2025.

MOREIRA, Marco Antônio. Uma análise crítica do ensino de Física. **Revista Estudos Avançados**, 2018. DOI: 10.1590/s0103-40142018.3294.0006. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ea/a/3JTLwqQNsFWPqr6hjzyLQzs/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 23 jan. 2026.

MOREIRA, Marco Antônio; MASINI, Elcie F. Salzano. **Aprendizagem Significativa: A Teoria de David Ausubel**. São Paulo: Editora Morais LTDA, 1982.

NASA. The Universe's History. 2024. Disponível em: <https://science.nasa.gov/universe/overview/#:~:text=Scientists%20used%20nine%20years%20of,Dark%20Age>. Acesso em: 1 jan. 2026.

PELLIZZARI, Adriana; KRIEGL, Maria de Lurdes; BARON, Márcia Pirih; FINCK, Nelsy Teresinha Lubi; DOROCINSKI, Solange Inês. TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA SEGUNDO AUSUBEL. **Revista PEC**, Curitiba, v. 2, n. 1, p. 37-42, jun. 2001. Disponível em: <https://cienciasecognicao.com.br/wp-content/uploads/2024/04/820a3-ausubel.pdf>. Acesso em: 27 dez. 2025.

PEREIRA, Ricardo Francisco; FUSINATO, Polônia Altoé; NEVES, Marcos César Danhoni. **Desenvolvendo um jogo de tabuleiro para o Ensino de Física**, VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação e Ciências, 2009, Florianópolis. Anais do VII ENPEC, 2009. ISSN: 21766940.

SANTOS, Flávia Maria Teixeira dos. As emoções nas interações e a aprendizagem significativa. **Rev. Ensaio**, Belo Horizonte, v. 9, n. 2, p. 173-187, jul-dez, 2007. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/epec/a/jVJt79Q5yXpjfyWGD3BrJKs/?format=html&lang=pt>. Acesso em: 23 jan. 2026.

TAVARES, Romero. Aprendizagem significativa. **Revista conceitos**, p. 55-60, 2003/2004. Disponível em: https://www.projetos.unijui.edu.br/formacao/_medio/fisica/_MOVIMENTO/ufpb_energia/Textos/ASConceitos.pdf. acesso em: 23 jan. 2026.

THE STRONG NATIONAL MUSEUM OF PLAY. **O jogo favorito da América e uma história de sucesso: Uno!** Rochester, Nova Iorque: 2018a. Disponível em:

<https://www.museumofplay.org/blog/americas-favorite-game-and-success-story-uno/>. Acesso em: 26 dez. 2025.

THE STRONG NATIONAL MUSEUM OF PLAY. **Uno**. Rochester, Nova Iorque: 2018b. Disponível em: <https://www.museumofplay.org/toys/uno/>. Acesso em: 26 dez. 2025.

APÊNDICE A – FÍSICARTAS

FÍSICARTAS

REGRAS

Preparação do Jogo e definição de conceitos

- As cartas são inicialmente embaralhadas e serão distribuídas 7 para cada jogador (fica a critério dos jogadores escolher mais ou menos cartas).
- O jogador que embaralhou tira uma carta do baralho e o jogo se inicia com aquele à sua direita (no sentido anti-horário) e assim sucessivamente.
- A carta virada é colocada no lixo como carta inicial. Caso seja de Física Moderna, ela é devolvida ao fundo do baralho e outra carta é virada.
- O primeiro jogador deve lançar uma carta da Física Clássica sobre aquela virada do monte por quem embaralhou.
- Uma rodada é completada quando a vez retorna ao jogador que iniciou a rodada, independentemente de jogadores terem pulado a vez.
- O lixo é o monte onde todos os jogadores irão descartar suas cartas.
- Vence aquele que ficar sem nenhuma carta em suas mãos.

Funcionamento básico do jogo

- Os jogadores podem descartar suas cartas no lixo conforme as seguintes Regras:
- Regra 1: **É possível descartar por cima de cartas da mesma área da Física.**

Exemplo: o jogador 1 jogou “**Mecânica** - $F = ma$ ” e o jogador 2 jogou “**Mecânica** - $\frac{T^2}{R^3} = K$ ”.

Perceba que são cartas da mesma área. O que não pode é: O jogador 1 jogou “**Mecânica** - $F = ma$ ” e o jogador 2 jogar “**Ondas e Óptica** - $v = \lambda f$ ”.

- Regra 2: **É possível descartar em cima de cartas do lixo desde que as equações tenham pelo menos uma mesma variável em comum, ainda que o significado físico não seja o mesmo.** Não é permitido sobrepor cartas que tenham variáveis comuns em maiúsculo sobre minúsculo (ou o contrário). Letras gregas equivalentes às latinas também podem ser sobrepostas.

Exemplo: O jogador 1 jogou “Termodinâmica - $PV = nRT$ ” e o jogador 2 respondeu com “Eletromagnetismo - $V = RI$ ”.

Observe que o primeiro R , na Termodinâmica, significa constante universal dos gases e o segundo R , no Eletromagnetismo, significa resistência elétrica.

O que não pode é: O jogador 1 jogou “Eletromagnetismo - $V = RI$ ” e o jogador 2 responder com “Ondas e Óptica - $\omega = 2\pi f$ ”.

Obs: Não é possível descartar cartas com mesmas constantes numéricas como 2 em “ $E_c = \frac{1}{2}mv^2$ ” e “ $f = \frac{R}{2}$ ”. Também não é possível sobrepor índices como em “ $T_K = T_C + 273$ ” e $F = \frac{KQq}{R^2}$.

- Regra 3: **As cartas da Física Moderna podem ser descartadas sobre qualquer carta da Física Clássica que esteja no lixo.** Mas, não é permitido jogar cartas da Física Moderna nas duas primeiras rodadas.



Fluxo do jogo

- Caso seja a sua vez, durante uma das 2 primeiras rodadas, e você possuir somente cartas da Física Moderna, então, deve comprar no monte, se conseguir uma compatível deve jogá-la sobre o lixo.
- Sempre que um jogador comprar uma carta no monte, por não ter jogada possível, ele pode jogá-la imediatamente se for compatível com a carta do lixo.
- Caso a carta comprada também não permita jogada, a vez do jogador é encerrada, passando para o próximo (isso vale para todas as rodadas).
- Após jogar uma carta da Física Moderna o jogador deve escolher uma área da Física Clássica para o próximo jogador (O jogador 2 também tem a possibilidade de mandar uma carta da Física moderna em cima da escolha).
- Jamais diga a cor da carta, sempre diga área da Física. Se algum jogador disser a cor, como forma de pedir a área da Física, ele deve comprar 2 cartas no monte.
- As cartas Decaimento alfa e Fissão nuclear são as únicas da Física Moderna que possuem efeito acumulativo. Por exemplo: se você jogar o Decaimento alfa (+4) e o seu adversário também o tiver, ele pode mandá-la, fazendo o efeito ser somado para o próximo (+8). Somente cartas idênticas acumulam efeitos.

Ex: Se o jogador 1 jogar **Decaimento alfa** e o jogador 2 tiver um **Decaimento alfa** em mãos o jogador 3 deve comer 8 cartas. O que não vale é sobrepor **Decaimento alfa** com **Fissão nuclear**.

- A Antimatéria é capaz de anular qualquer efeito das cartas da Física Moderna e ainda fazer o causador comer 3 cartas. Ela pode ser mandada fora da sua vez caso um efeito seja aplicado sobre você. Porém, ao ser descartada no monte sobre uma carta da Física Clássica ela só permite escolher uma outra área da Física Clássica. Não é possível cancelar o efeito da Antimatéria com a Antimatéria. A Antimatéria anula completamente o efeito, inclusive para jogadores subsequentes.
- Caso algum jogador cometa um erro, o grupo pode decidir puni-lo, obrigando-o a comer 1 carta do monte.

CARTAS

Nota histórica: As equações presentes nas cartas não devem ser interpretadas como descobertas atribuídas **exclusivamente** a um único cientista. Em muitos casos, tratam-se de construções teóricas desenvolvidas ao longo de décadas ou séculos, com contribuições de diversos pesquisadores. A associação a um nome específico tem caráter ilustrativo e didático, escolhendo-se, quando possível, um dos principais contribuidores históricos para fins de contextualização científica. Portanto, é possível encontrar discussões do tipo: “será que foi esse cientista mesmo quem a descobriu?”; e elas serão muito enriquecedoras para os seus conhecimentos em Física. Boa jogatina! :)

Mecânica - Cor Verde

1 - Evangelista Torricelli: $v^2 = v_0^2 + 2ad$. A equação de Torricelli descreve qual será a variação da velocidade de um corpo ao ser acelerado ao longo de um caminho.

2 - Blaise Pascal: $P = P_0 + \rho gh$. A lei fundamental da hidrostática descreve como uma coluna de líquido aumenta a pressão de um sistema.

3 - Isaac Newton: $F = \frac{GmM}{R^2}$. A Lei da Gravitação de Newton descreve qual é a força com que os planetas e estrelas se atraem no universo.

4 - Isaac Newton: $F = ma$. Conhecida como segunda Lei de Newton, esta equação descreve como um corpo irá acelerar devido à ação de uma força.

5 - Gottfried Wilhelm Leibniz: $E_c = \frac{1}{2}mv^2$. A equação da energia cinética mensura o quanto de energia relacionada ao movimento um determinado corpo possui.

6 - James Prescott Joule: $W = Fd \cos \theta$. O princípio dos trabalhos de Joule diz que forças são um mecanismo de transferência de energia.

7 - Johannes Kepler: $\frac{T^2}{R^3} = K$. A terceira Lei de Kepler é uma proporção entre período e raio orbital com que os planetas orbitam uma estrela.

8 - Robert Hooke: $F = kx$. A Lei de Hooke diz que a força com que uma mola reage a um esforço é proporcional ao quanto ela foi deformada.

9 - Galileu Galilei: $h = \frac{1}{2}gt^2$. A equação de Galileu permite descrever a altura inicial de uma queda livre a partir do tempo de duração do movimento.

10 - Arquimedes: $F_1d_1 = F_2d_2$. O princípio da alavanca de Arquimedes mostra como podemos multiplicar esforços sem aumentar a força aplicada.

Termodinâmica - Cor Vermelha

- 1 - Rudolf Clausius: $\Delta U = Q - W$. A primeira Lei da Termodinâmica relaciona como a usar o calor para aquecer os corpos e realizar trabalho.
- 2 - William Thomson (Lord Kelvin): $T_K = T_C + 273$. Essa equação permite converter graus Celsius para a unidade fundamental de temperatura Kelvin.
- 3 - Joseph Black: $Q = mL$. O calor latente de um corpo descreve o quanto de energia ele utiliza para mudar seu estado físico (passar do sólido para o líquido).
- 4 - Jean-Baptiste Biot: $\Delta L = L_0\alpha\Delta T$. A Lei da dilatação dos corpos descreve como um corpo aumenta de tamanho ao ser aquecido.
- 5 - Joseph Black: $Q = mc\Delta T$. O calor doado ou recebido por um corpo depende do aumento ou diminuição da temperatura dele.
- 6 - James Watt: $P = \frac{W}{t}$. A equação de Watt afirma que a potência de uma tarefa depende diretamente do gasto de energia e é maior quando é realizada em menos tempo.
- 7 - Jean Baptiste Joseph Fourier: $\phi = \frac{KA\Delta T}{L}$. A Lei de Fourier descreve como ocorre o fluxo de calor ao longo de um sólido.
- 8 - Benoît Paul-Émile Clapeyron: $PV = nRT$. A equação de Clapeyron descreve como as variáveis pressão, volume, temperatura e número de partículas evoluem num determinado sistema.
- 9 - Nicolas Léonard Sadi Carnot: $\eta = 1 - \frac{T_2}{T_1}$. O princípio de Carnot ou segunda Lei da Termodinâmica afirma que um motor térmico nunca pode ter 100% de rendimento.
- 10 - Ludwig Eduard Boltzmann: $U = \frac{3}{2}nRT$. A energia térmica de um sistema de gases monoatômicos é proporcional à temperatura e ao número de partículas do sistema.

Ondas e Óptica - Cor Amarela

- 1 - Willebrord Snell: $n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$. A Lei da refração diz que ao mudar de meio a luz muda sua velocidade, podendo mudar sua direção no processo.
- 2 - Christiaan Huygens: $v = \lambda f$. A velocidade de propagação de uma onda depende do seu comprimento de onda e sua frequência.
- 3 - Carl Friedrich Gauss: $f = \frac{R}{2}$. A equação de Gauss modela a construção do formato básico de uma lente óptica.

4 - Carl Friedrich Gauss: $\frac{1}{f} = \frac{1}{p} + \frac{1}{p'}$. A formação da imagem em um espelho esférico depende de onde está o foco do espelho.

5 - Jean Baptiste Joseph Fourier: $\omega = 2\pi f$. A frequência angular mede qual é a rapidez com que um sinal é repetido ao longo do tempo.

6 - Christian Doppler: $f' = f \frac{(v \pm v_0)}{(v \mp v_f)}$. A mudança da frequência do som de uma ambulância em movimento é conhecido como efeito doppler.

7 - René Descartes: $n = \frac{c}{v}$. O índice de refração mede a razão com que a velocidade da luz diminuiu em um determinado meio.

8 - Jean le Rond D'Alambert: $y = A \sin(kx - \omega t)$. A equação da onda tem como solução uma onda representada por um seno.

9 - Alexander Gram Bell: $\beta = 10 \log \left(\frac{I}{I_0} \right)$. O nível de intensidade sonora em decibels depende da intensidade do sinal.

10 - Alexander Gram Bell: $I = \frac{P}{A}$. A intensidade de um determinado sinal depende diretamente da potência com que ele é recebido e inversamente na área de captação.

Eletrromagnetismo - Cor Azul

1 - Nikola Tesla: $B = \frac{n\mu_0 I}{L}$. Correntes elétricas circulando por uma bobina podem criar campos magnéticos em seu centro, permitindo que o fio se comporte como um ímã.

2 - Georg Simon Ohm: $V = RI$. A primeira Lei de Ohm diz que a tensão sobre duas extremidades num fio condutor provoca a passagem de corrente elétrica.

3 - Robert Andrews Millikan: $Q = ne$. A carga elétrica total de um corpo é múltiplo de um valor mínimo chamado carga elementar.

4 - James Clerk Maxwell: $I = \frac{\Delta q}{\Delta t}$. A taxa com que as cargas fluem sobre um condutor ao longo do tempo é conhecida como corrente elétrica.

5 - Hendrik Lorentz: $F = qE + qvB \sin \theta$. A força de Lorentz representa a força eletromagnética total que uma carga elétrica pode sofrer.

6 - Heinrich Lenz: $\varepsilon = -\frac{\Delta \phi}{\Delta t}$. A variação do fluxo de um campo magnético é capaz de criar tensão elétrica.

7 - Michael Faraday: $\phi = BA \cos \theta$. O fluxo do campo magnético depende de como o campo magnético penetra uma determinada área.

8 - Charles Coulomb: $F = \frac{KqQ}{R^2}$. A lei de Coulomb descreve qual é a força com que as cargas

elétricas se atraem ou se repelem.

9 - Charles Coulomb: $E = \frac{KQ}{r^2}$. O campo elétrico é um campo gerado por uma carga que diminui sua intensidade conforme nos distanciamos da carga geradora.

10 - André-Marie Ampère: $F = iLB \sin \theta$. A força magnética que um fio carregado sofre depende da corrente elétrica que está passando, da intensidade do campo, do tamanho do fio e do seu alinhamento com o campo.

Física Moderna - Cor Preta

1 - **Vácuo:** Como o som não pode se propagar no vácuo, todos devem permanecer em silêncio durante 1 rodada. Todos que falarem durante a rodada terão quebrado essa Lei e serão punido com 2 cartas do monte. Obs: Só é permitido pronunciar a área da física caso alguém jogue uma carta da física moderna e precise escolher para o próximo jogador.

2 - **Mundo quântico:** O próximo jogador é levado ao mundo quântico, onde é confinado numa certa região do espaço. Nessa região só é permitido ter energia em valores múltiplos de n^2 . Caso o jogador não possua um número de cartas igual a um número quadrado (1, 4, 9, 16, 25, \dots , n^2 , \dots), ele deve comer no monte até atingir um nível permitido de energia. Caso o jogador já tenha o nível permitido, ele pode jogar normalmente. Porém, se ele precisar comer no monte, a sua vez será pulada, seguindo normalmente o jogo.

3 - **Máquina do tempo:** Com esta carta você pode voltar no tempo e alterar a realidade, criando assim, um paradoxo temporal... agora o jogo segue na direção contrária à atual de forma definitiva.

4 - **Fissão nuclear:** Essa carta é composta de Urânio-235 altamente fissurável. Ao ser jogada no lixo ela colide com um nêutron e se explode, quebrando o núcleo em duas partes e liberando grande energia. Para se proteger o próximo adversário deve comer 3 cartas do baralho (1 para cada núcleo radioativo e 1 para a explosão).

5 - **Espectro de Emissão:** Todos os átomos possuem um espectro de emissão bem definido. Ao incidir um feixe de luz com todas as frequências nas cartas do meu oponente, cada átomo de suas cartas reemite uma frequência bem definida e eu posso detectar a composição de suas cartas (o próximo jogador deve mostrar suas cartas apenas para mim).

6 - **Entrelaçamento quântico:** Eu e o algum oponente da mesa estamos entrelaçados e podemos trocar de baralho ou posição de forma definitiva (você pode escolher, ou não, trocar o

baralho ou posição).

7 - **Dilatação do tempo:** O próximo jogador é mandado para perto de um buraco negro onde o tempo passa muito devagar, e todos à mesa não podem ficar esperando tanto, portanto, a vez dele é pulada. Ele pode voltar à Terra logo em seguida.

8 - **Decaimento alfa:** A partícula alfa possui 2 prótons e 2 nêutrons. Ela é uma partícula radioativa muito perigosa. Para se proteger, o próximo adversário deve comer 4 cartas, uma para cada hádron.

9 - **Buraco de minhoca:** Essa carta pode criar grandes concentrações de matéria e energia no tecido do espaço tempo, criando um buraco de minhoca. A partir dele eu posso me mover, ou mover o jogador à minha frente, para uma nova posição estratégica **entre outros dois jogadores** (fica a escolha do jogador querer trocar o lugar de si mesmo **ou** de um colega).

10 - **Big bang:** Todos os jogadores (exceto você que mandou a carta) devem ajudar a expandir o universo comprando 2 cartas.

11 - **Antimatéria:** É capaz de anular (o efeito é anulado) qualquer efeito de cartas da Física Moderna que esteja sendo aplicado a você, e ainda libera energia o suficiente para o jogador que causou o efeito comer 3 cartas.

Bônus

1 - **Questionamento de Newton:** Como um bom questionador, Newton irá perguntar qual é o significado físico daquela carta da Física Clássica que você acabou de mandar.

Caso você mande uma carta no lixo e o próximo jogador invocar o Questionamento de Newton, ele pode perguntar a você o significado físico da equação associada. Caso você saiba e responda corretamente o significado, o jogador da frente come duas cartas. Caso você não saiba, você come duas cartas.

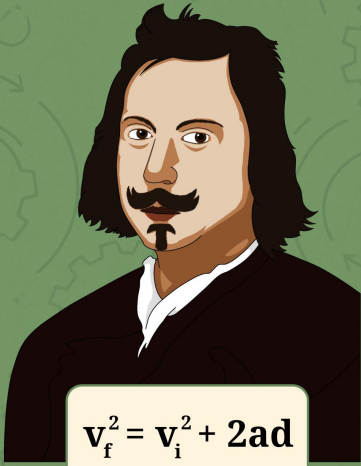
O Questionamento de Newton deve ser invocado após a carta ser jogada. Apenas o adversário seguinte do mandante pode fazer o questionamento.

Todos iniciam com 4 Questionamentos de Newton, sendo necessário anotar a quantidade de todos em um caderno e ir descontando os usos ao longo da partida.

2 - **A simetria de Noether:** O Teorema de Emmy Noether garante que toda grandeza na Física que possui **simetria** tem uma Lei de **conservação**, então o par, simetria e conservação, sempre precisam estar juntos. Por isso, toda vez que um jogador ficar com exatamente 2 cartas ele

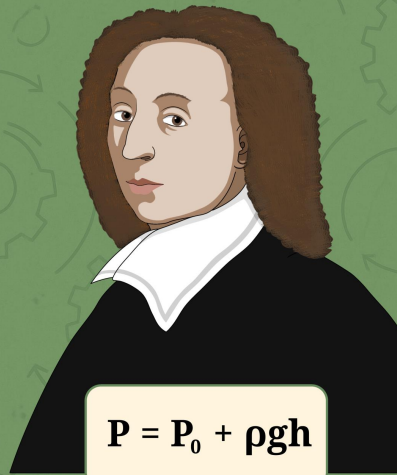
deve falar em alto e bom tom o nome de Emmy Noether (lê-se comumente em português por “Nôider” ou “Nóeder”). Caso o grupo se lembre primeiro de Emmy, eles devem obrigar o jogador que não falou (e está com 2 cartas ou menos) a comer duas cartas.

Evangelista Torricelli
(1608 - 1647)



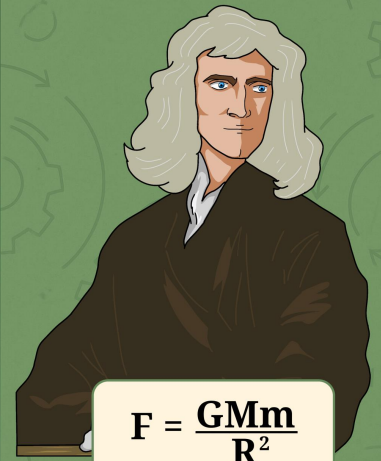
$$v_f^2 = v_i^2 + 2ad$$

Blaise Pascal
(1623 - 1662)



$$P = P_0 + \rho gh$$

Isaac Newton
(1642 - 1727)



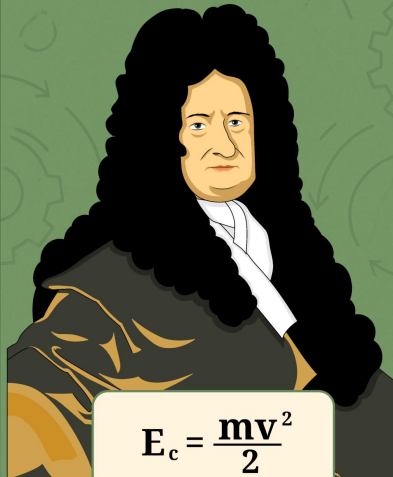
$$F = \frac{GMm}{R^2}$$

Isaac Newton
(1642 - 1727)



$$F = ma$$

Gottfried W. Leibniz
(1646 - 1716)



$$E_c = \frac{mv^2}{2}$$

James P. Joule
(1818 - 1889)



$$W = Fd \cos \theta$$

Johannes Kepler
(1571 - 1630)



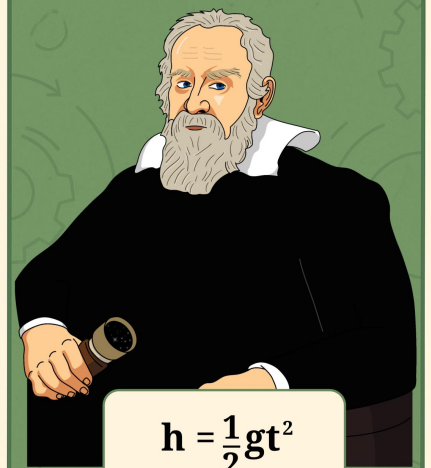
$$\frac{T^2}{R^3} = K$$

Robert Hooke
(1635 - 1703)



$$F = kx$$

Galileu Galilei
(1564 - 1642)



$$h = \frac{1}{2}gt^2$$

Arquimedes
(287 a.C - 212 a.C)



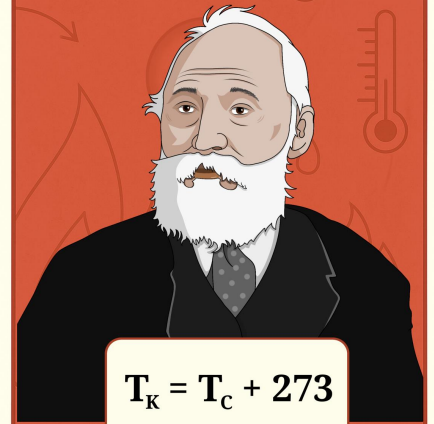
$$F_1 d_1 = F_2 d_2$$

Rudolf Clausius
(1822 - 1888)



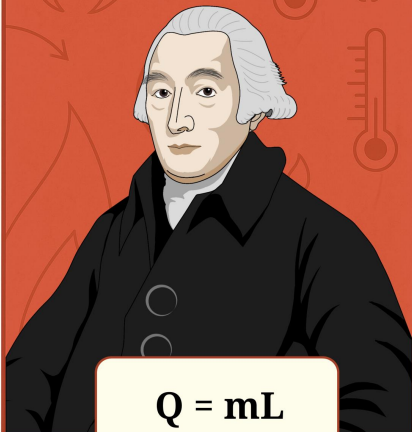
$$\Delta U = Q - W$$

William T. (Kelvin)
(1824 - 1907)



$$T_K = T_C + 273$$

Joseph Black
(1728 - 1799)



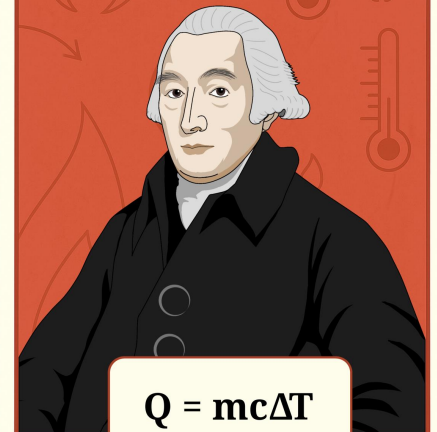
$$Q = mL$$

Jean-Baptiste Biot
(1774 - 1862)



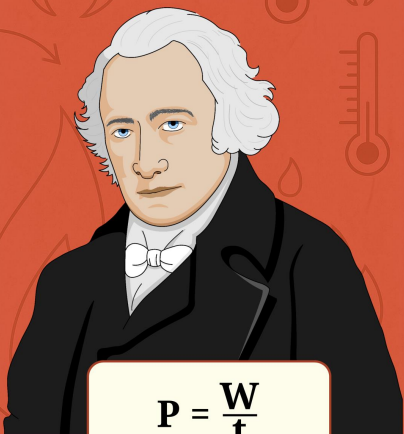
$$\Delta L = L_0 \alpha \Delta T$$

Joseph Black
(1728 - 1799)



$$Q = mc\Delta T$$

James Watt
(1736 - 1819)



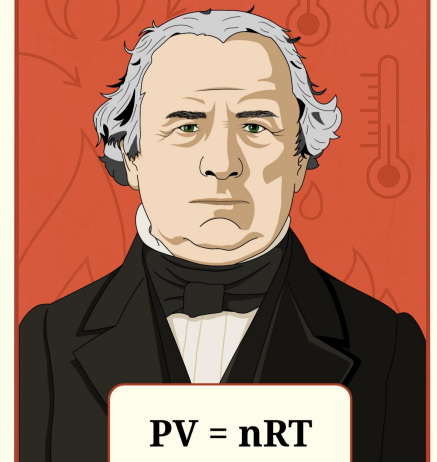
$$P = \frac{W}{t}$$

Jean B. J. Fourier
(1768 - 1830)



$$\Phi = \frac{KA\Delta T}{L}$$

Émile Clapeyron
(1799 - 1864)



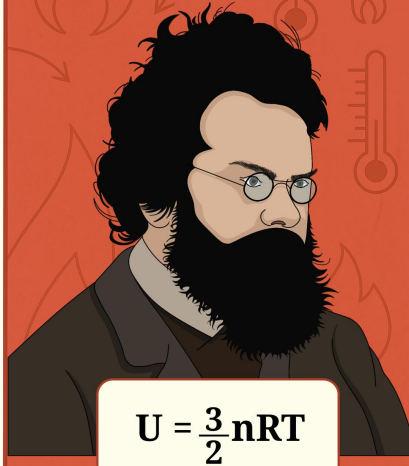
$$PV = nRT$$

Nicolas L. S. Carnot
(1796 - 1832)



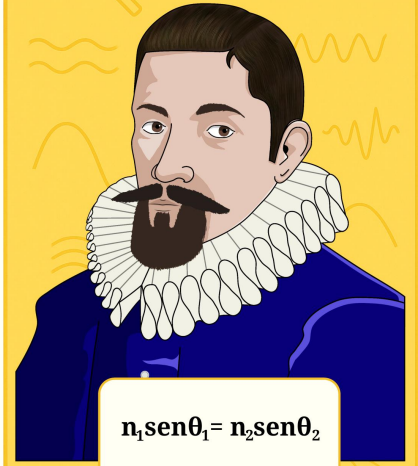
$$n = 1 - \frac{T_2}{T_1}$$

Ludwig Boltzmann
(1844 - 1906)



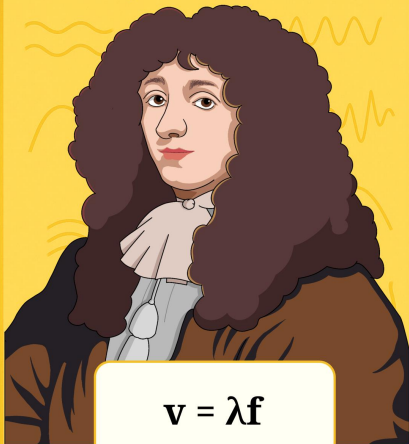
$$U = \frac{3}{2}nRT$$

Willebrord Snell
(1580 - 1626)



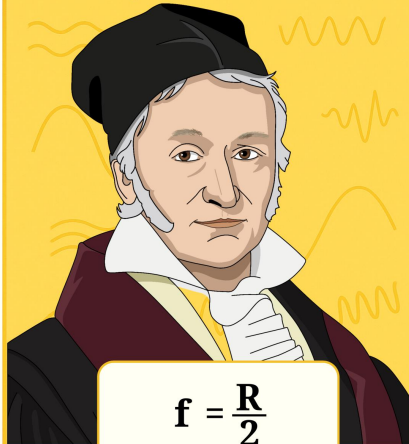
$$n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$$

Christiaan Huygens
(1629 - 1695)



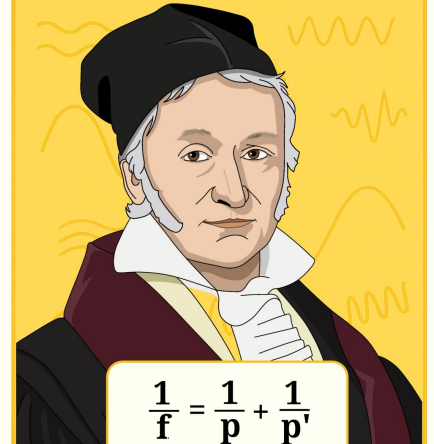
$$v = \lambda f$$

Carl F. Gauss
(1777 - 1855)



$$f = \frac{R}{2}$$

Carl F. Gauss
(1777 - 1855)



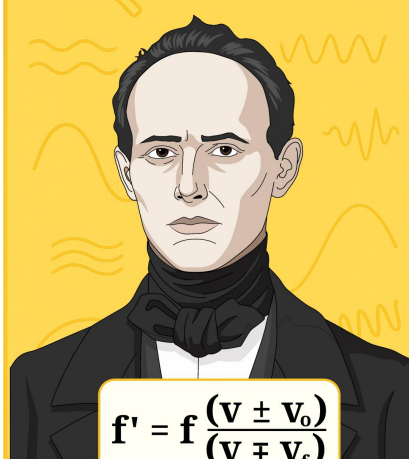
$$\frac{1}{f} = \frac{1}{p} + \frac{1}{p'}$$

Jean B. J. Fourier
(1768 - 1830)



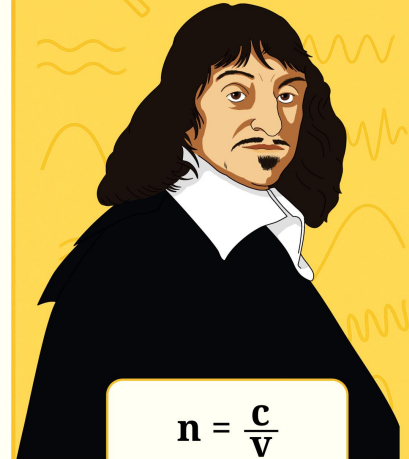
$$\omega = 2\pi f$$

Christian Doppler
(1803 - 1853)



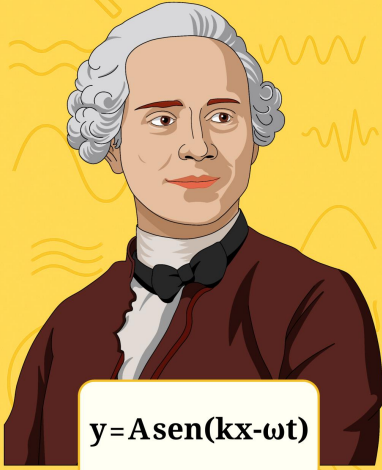
$$f' = f \frac{(v \pm v_o)}{(v \mp v_f)}$$

René Descartes
(1596 - 1650)



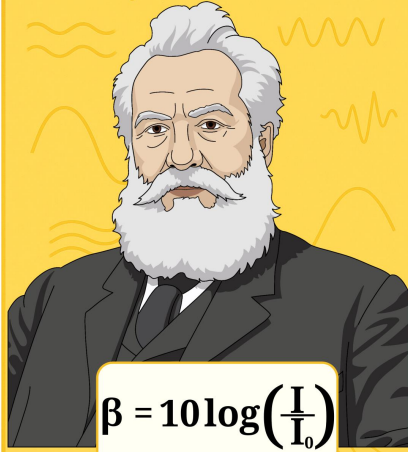
$$n = \frac{c}{v}$$

Jean le R. D'Alambert
(1717 - 1783)



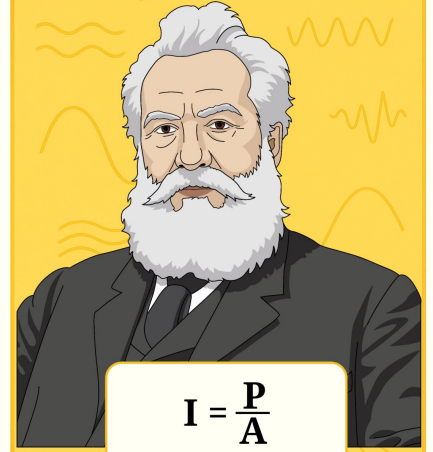
$$y = A \sin(kx - \omega t)$$

Alexander G. Bell
(1847 - 1922)



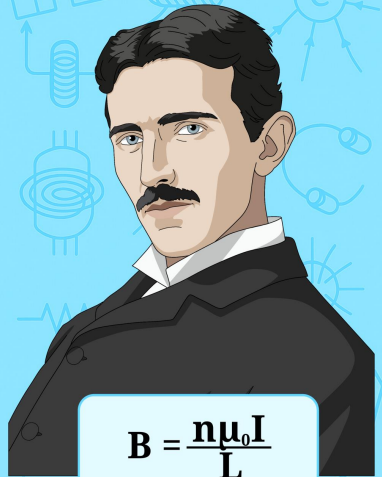
$$\beta = 10 \log\left(\frac{I}{I_0}\right)$$

Alexander G. Bell
(1847 - 1922)



$$I = \frac{P}{A}$$

Nikola Tesla
(1856 - 1943)



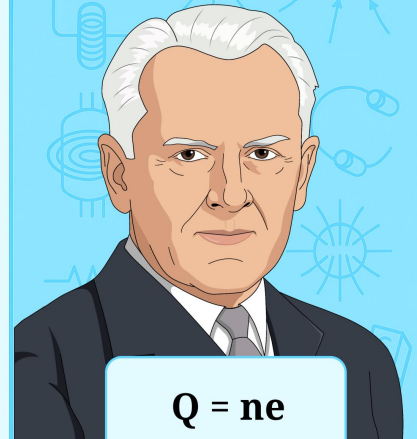
$$B = \frac{n\mu_0 I}{L}$$

Georg Simon Ohm
(1789 - 1854)



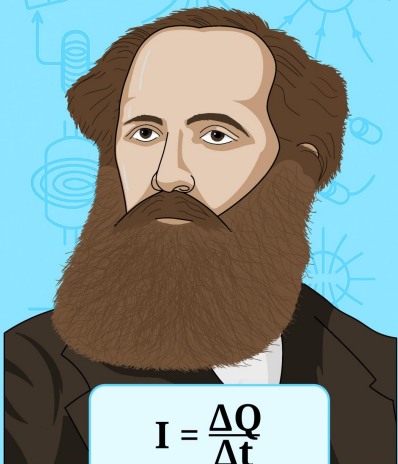
$$V = RI$$

Robert A. Millikan
(1868 - 1953)



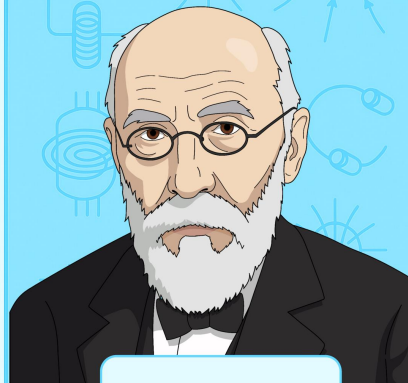
$$Q = ne$$

James C. Maxwell
(1831 - 1879)



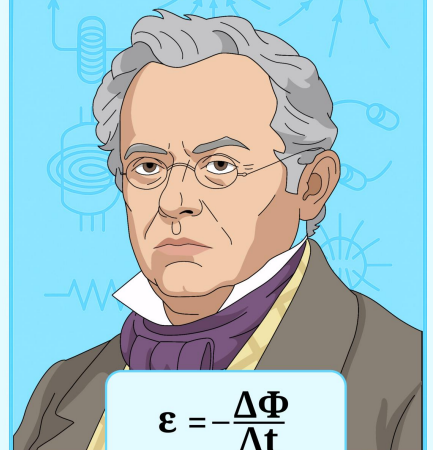
$$I = \frac{\Delta Q}{\Delta t}$$

Hendrik Lorentz
(1853 - 1928)



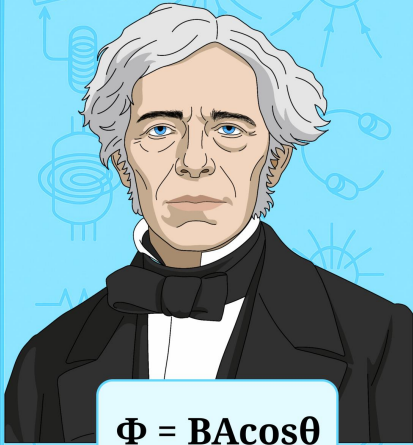
$$F = qE + qvB \sin\theta$$

Heinrich Lenz
(1804 - 1865)



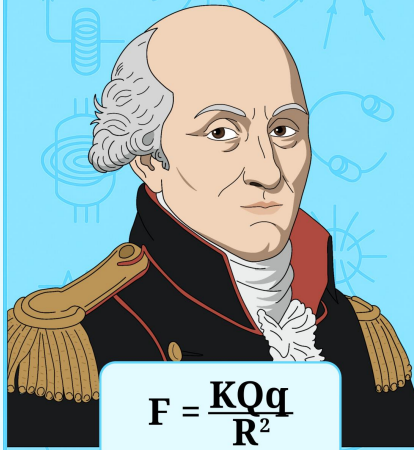
$$\varepsilon = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$$

Michael Faraday
(1791 - 1867)



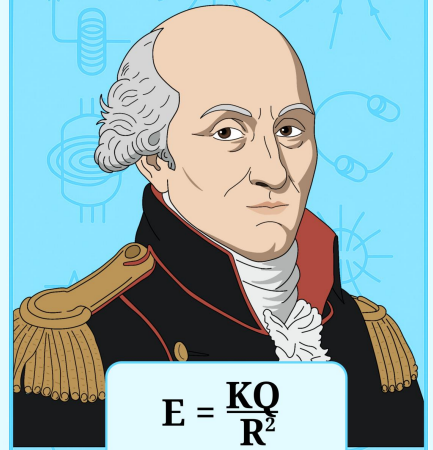
$$\Phi = BA \cos \theta$$

Charles Coulomb
(1736 - 1806)



$$F = \frac{KQq}{R^2}$$

Charles Coulomb
(1736 - 1806)



$$E = \frac{KQ}{R^2}$$

André-Marie Ampère
(1775 - 1836)



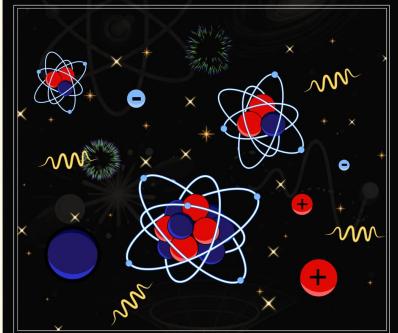
$$F = ILB \sin \theta$$

Vácuo



O som precisa de um meio físico para se propagar; no vácuo, ele não se propaga, pois não há matéria lá.

Mundo quântico



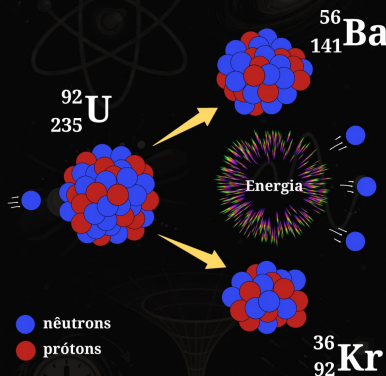
Num mundo quântico confinado só é permitido níveis de energia múltiplos de números quadrados (n^2).

Máquina do tempo



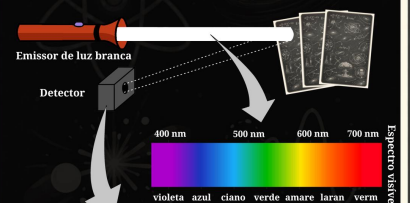
Com a máquina do tempo podemos voltar ao passado e alterar a realidade.

Fissão nuclear

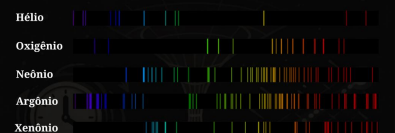


Ao colidir com um nêutron, o núcleo de urânio-235 torna-se instável e se parte em bário-141 e criptônio-92, liberando uma vasta quantidade de energia e 3 nêutrons.

Espectro de emissão

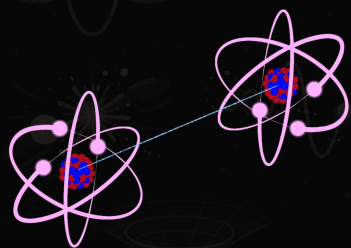


Espectro de emissão de alguns elementos



A partir do espectro de emissão é possível decodificar quais átomos constituem as cartas do adversário, descobrindo-as.

Entrelaçamento quântico



Partículas entrelaçadas sempre formam um par com propriedades correlacionadas.

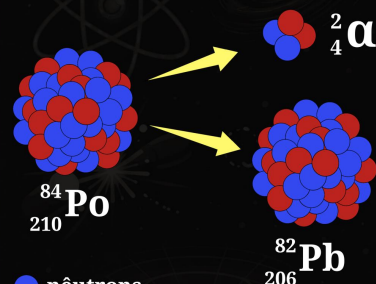
Dilatação do tempo



Duração de tempo na Terra, medido por um observador da Terra.

Duração de tempo no buraco negro, medido por um observador da Terra.

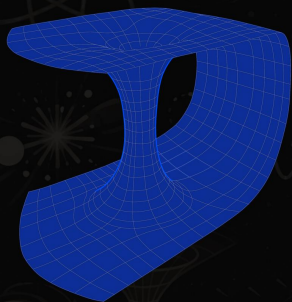
Decaimento alfa



● nêutrons
● prótons

Um átomo instável de polônio decai para um átomo estável de chumbo, emitindo uma partícula alfa.

Buraco de minhoca



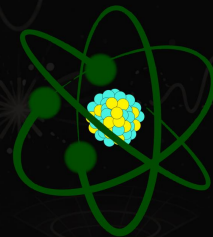
Um buraco de minhoca é um atalho que conecta duas regiões do espaço tempo.

Big Bang



O nosso universo está em constante expansão.

Antimatéria



Quando a matéria e a antimatéria se tocam elas se aniquilam, liberando gigantescas quantidades de energia.

