

## ENERGIA E ENSINO DE ASTRONOMIA: POTENCIALIDADES DIDÁTICAS DA SÉRIE ENIGMAS DO UNIVERSO

## ENERGY AND ASTRONOMY EDUCATION: DIDACTIC POTENTIAL OF THE ENIGMAS OF THE UNIVERSE SERIES

Marcos Orso da Fonseca<sup>1</sup>, Letícia Clementino dos Santos<sup>2</sup>, Michel Corci Batista<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Universidade Estadual de Maringá, marcosorso03@gmail.com e-mail

<sup>2</sup> Universidade Estadual de Maringá, leticiaclementino11@gmail.com

<sup>3</sup> Universidade Tecnológica Federal do Paraná campus Campo Mourão, profcorci@gmail.com

**Resumo:** O objetivo deste estudo é analisar as implicações pedagógicas do episódio 1 da série *Enigmas do Universo*, "Perseguindo o sol", fomentando diálogos interdisciplinares acerca da temática da energia. Para tanto, este trabalho é de natureza básica, tem abordagem qualitativa, possui objetivos exploratórios, utiliza de procedimentos de análise documental cujos dados são analisados com base na literatura de Paulo Freire e de Edgar Morin. É possível inferir que o episódio "Perseguindo o Sol" da série documental "Enigmas do Universo" tem um forte potencial como recurso para a Educação em Astronomia e o ensino de Ciências em geral. Sua duração de 43 minutos é compatível com o tempo disponível nas aulas de Ciências da Natureza. Deste modo, é possível utilizar deste recurso como fonte para a codificação temática envolvendo energia ou perpassando conteúdos correlatos necessários ao ensino, fomentando a interdisciplinaridade necessária a uma educação complexa e crítica.

**Palavras-chave:** Paulo Freire; Edgar Morin; Enfoque temático; Interdisciplinaridade

**Abstract:** The objective of this study is to analyze the pedagogical implications of episode 1 of the *Enigmas of the Universe* series, "Chasing the Sun", in fostering interdisciplinary dialogues on the subject of energy. To this end, this work is of a basic nature, has a qualitative approach, exploratory objectives, uses documentary analysis procedures whose data is analyzed based on the literature of Paulo Freire and Edgar Morin. It is possible to infer that the episode "Chasing the Sun" from the documentary series "Enigmas of the Universe" has strong potential as a resource for Astronomy Education and Science teaching in general. Its 43-minute duration is compatible with the time available in Nature Science classes. In this way, it is possible to use this resource as a source for thematic codification involving energy or going through related content necessary for teaching, fostering the interdisciplinarity necessary for a complex and critical education.

**Keywords:** Paulo Freire; Edgar Morin; thematic approach; Interdisciplinarity.

## INTRODUÇÃO

A Educação em Astronomia é um campo dentro do ensino de ciências que tem por base a didática da Astronomia, ciência essencialmente interdisciplinar, o que suscita a mesma característica para sua didática, como a ampla literatura discute (Elias; Fonseca, 2021).

A abordagem temática, originada a partir dos trabalhos de Paulo Freire, constitui um enfoque rico para operar a didática da Astronomia na educação formal, já que o tema é um instrumento de grande abrangência e que, durante o processo pedagógico, é decomposto em diversos assuntos conforme a pertinência e os objetivos de aprendizagem. Nesse sentido, vê-se que a *energia* é um tema que permeia as ciências, seja Astronomia, Física, Biologia ou Química.

A tematização deste tópico encontra os respaldos interdisciplinares tanto no tema quanto na abordagem, o que é pertinente à Educação em Astronomia, pensando-se que não existe um componente curricular próprio para essa ciência na educação formal. Como aponta Elias e Fonseca (2021), seu ensino é difuso e segregado dentro de cada componente curricular. Sendo assim, é de grande importância que sua didática se relacione com os conteúdos próprios das demais ciências durante o processo pedagógico.

Nessa linha, a interdisciplinaridade do enfoque temático tende a ganhar contornos transdisciplinares se pareada com a epistemologia do Pensamento Complexo (Morin, 2016). Ou seja, a junção de ambos aspectos aplicados ao ensino de Astronomia tende a enriquecer e transcender as visões reducionistas que ainda pairam na didática das Ciências da Natureza. É, doravante, o que se pretende adentrar na análise do episódio 1 da série Enigmas do Universo que trata do tema da energia.

Com base nisso, emerge um problema de investigação que consiste em: quais diálogos um material didático pautado na tematização de energia pode fomentar no contexto da Educação em Astronomia de forma interdisciplinar? Para tanto, o objetivo deste estudo é analisar as implicações pedagógicas do episódio 1 da série Enigmas do Universo, “Perseguindo o sol”, fomentando diálogos interdisciplinares acerca da temática da energia.

## RESUMO DO EPISÓDIO 1: PERSEGUINDO O SOL

O episódio 1 da série documental Enigmas do Universo (*Our Universe*), intitulado Perseguindo o sol (*Chasing starlight*) e com duração de 43 minutos, apresenta como eixo central o tema “energia” tendo como assuntos: comportamento e estratégia de caça das chitas (guepardos), processo de formação do Sol, fusão nuclear, fotossíntese, comportamento migratório de gnus, fótons, mitocôndrias e destino final do Sol.

Na vida de cada criatura na Terra existem ecos de eventos que aconteceram há muito, muito tempo. Eventos de uma escala inimaginável e uma beleza violenta que conectam todas as coisas vivas, todas as suas ações e decisões, todas as batidas de seu coração, a maior história já contada. Esse é um conto de 13 bilhões e 800 milhões de anos que viu bilhões de estrelas e bilhões de mundos viverem e morrerem para criar um único planeta que conhecemos que abriga vida. Da poeira estelar que não construiu aos ingredientes cósmicos que nos sustentam e à luz das estrelas que alimentam tudo, essa é a história do nosso Universo (Enigmas do Universo, 2022, s/p.).

O episódio retrata a sobrevivência de Wa Chini e seus dois filhotes em meio à savana africana no Serengeti, norte da Tanzânia. A família de chitas, assim como o Sol e até o mesmo o início do Universo estão condicionados a um fator em comum e que os transcende: a energia. Por meio de uma periódica mudança de escala, é evidenciado como o macro e o micro estão conectados, assim como a mudança de referencial leva o interlocutor a transcender as divisões enrijecidas das áreas do conhecimento convencionadas socialmente. O referencial inicial e contextualizador do episódio compreende-se na esfera da Biologia, mas estas mudanças de escala e referencial levam à Astronomia e dela se chega à Química e Física.

Representações feitas por computação gráfica e registros da vida selvagem demonstram a energia como fonte necessária para formação das estrelas, planetas, galáxias, etc. e o processo de vida terrestre, conectando cada um dos fenômenos diretamente. Evidenciam-se as relações entre as fusões nucleares do Sol e a batalha constante que os animais travam entre consumir e gastar energia. “A nossa história é a história do Sol” (Enigmas do Universo, 2022, s/p.).

O documentário retrata a formação do Sol desde o acúmulo de matéria de poeira estelar, até a estrela possuir energia suficiente para a fusão nuclear, considerando que a vida no Serengeti depende da energia emitida pelo núcleo do astro. Assim, com o fim do período de seca no Serengeti, a vegetação cresce atraindo animais adaptados para se alimentarem da sua energia, os gnus. Esses animais migram centenas de quilômetros em busca de alimento, ou seja, energia. Nesse momento, é apresentado um universo microscópico, as organelas celulares da vegetação responsável pela fotossíntese. A energia do sol é captada pela clorofila da planta, alimentando os gnus que por sua vez alimentam a Wa Chini e seu filhote. Como foi narrado “[...] ela (a energia) nunca é criada ou destruída, é simplesmente transformada, infinitamente” (Enigmas do Universo, 2022, s/p.).

Assim como a vida do gnu chega ao fim nas presas do guepardo, em bilhões de anos o sol se apagará. Quando os átomos disponíveis em seu núcleo forem consumidos, as camadas externas do Sol vão se expandir e desfazer, restando uma anã branca no lugar da estrela que um dia foi força vital para toda a vida na Terra.

## PERCURSO METODOLÓGICO

Este trabalho é de natureza básica, tem abordagem qualitativa, possui objetivos exploratórios, utiliza de procedimentos de análise documental cujos dados são analisados com base na literatura de Paulo Freire e de Edgar Morin.

A pesquisa qualitativa é desenvolvida aqui devido ao objetivo e ao objeto cognoscente em questão. Sendo uma pesquisa voltada para o campo do ensino de ciências e da Educação em Astronomia, sua complexidade e relações dialéticas e dialógicas suscitam uma abordagem não estatística, mas sim de cunho fenomênico, existencial (Creswell, 2014). Já a pesquisa documental é aqui empregada para extrair os dados pertinentes ao estudo. Sendo o material explorado o episódio 1 intitulado “Perseguindo o Sol” da série documental “Enigmas do Universo”, esta abordagem se mostra coerente e apropriada (Cechinel, *et al.*, 2016). Enquanto isso, a análise dos dados constituídos por meio do documentário ocorrerá mediante a teoria educacional de Paulo Freire (2022) e a epistemologia do pensamento complexo de Edgar Morin (2016). Ambos os autores fomentam complementaridade entre educação e ciência e suas teorias se direcionam para abordagens que rompem com o viés reducionista indo à interdisciplinaridade ou além, o que é almejado *à priori*.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

O episódio “Perseguindo o Sol” tem como eixo principal as discussões em torno do conceito de energia e suas implicações na natureza que, consequentemente, perpassa as ciências naturais como Astronomia, Biologia, Química e Física. Entretanto, a intenção e o direcionamento dado à narração incorpora elementos de uma complexidade eminente sem que seja necessário recorrer a recortes reducionistas como a fragmentação das discussões em torno de uma ou outra ciência.

Durante o processo lógico de construção da narrativa, a transição alternada entre as escalas atômica, celular, macroscópica padrão e astronômica vão formando um campo conceitual que tende a se aproximar da complexidade fenomênica encontrada na natureza. Neste sentido, é possível encontrar elementos que remontam ao pensamento complexo e uma inter e transdisciplinaridade iminentes.

A construção da narrativa tomando como perspectiva um caso particular que suscita suas amplas relações macro e microscópicas permeadas pelo eixo direcionador que é a temática Energia é correlata à abordagem freiriana (Freire, 2022). No episódio, o caso particular que dá estrutura o ponto de partida do diálogo é a busca da chita (*Acinonyx jubatus*) Wa Chini e seus filhotes por comida, ou seja, energia para sobreviver.

O caso das chitas em busca de alimento é, então, a codificação do tema energia e sua decodificação é operada durante a narrativa fazendo com que o caso particular seja a expressão da parte de um todo maior. O movimento de mudança da perspectiva entre o micro, o macro e o astronômico vão dando subsídios para estruturar as relações entre o todo e suas partes. Parafraseando Morin (2016a): o todo não é tudo; o todo é maior que a soma das partes; o todo é menor que a soma das partes; a parte é maior que o todo; a parte é menor que o todo.

A transição entre a parte e o todo é mediada por suas relações com a energia, ou seja, um tema. A abordagem temática, que encontra suas raízes em Paulo Freire (2022g), é uma abordagem que transcende os limites das disciplinas e visa encontrar denominadores comuns gerais que possibilitam sua ramificação em uma gama significativa de conceitos e aprendizagens inter-relacionadas.

Nesta perspectiva, pareada à análise da apresentação do tema no episódio, é possível perpassar as ciências da natureza que estruturam grande parte do conhecimento. Assim, observa-se as relações entre Energia e Astronomia; Energia e Biologia; Energia e Química; Energia e Física. As relações da energia entre os diversos níveis de organização e perpassando cada uma dessas ciências é ilustrada por: Big Bang → Sol → Seres vivos → Reações químicas intracelulares (Enigmas do Universo, 2022).

Cada um dos tópicos abaixo apresentam as correlações entre ciência e energia em seus respectivos domínios, todavia, é de primazia entender que tais divisões e limitações são meramente didáticas, não sendo demonstradas tanto na produção audiovisual quando na natureza.

### Energia e Astronomia

Remetendo ao processo apresentado acima, o documentário menciona que toda a energia que existe no Universo foi criada durante sua formação, em consonância com o paradigma atual da Cosmologia, a teoria do Big Bang (Fonseca, 2022). “Ela [a energia] nunca é criada ou destruída, é simplesmente transformada

infinitamente” (Enigmas do Universo, 2022, s/p.), claramente parafraseando a máxima anunciada sobre a lei da conservação das massas nas reações químicas “na natureza nada se cria, nada se perde, tudo se transforma”<sup>1</sup>.

Algumas figuras de linguagem já consolidadas no campo da divulgação científica como “vida e morte do Sol”, metáforas que suscitam uma causalidade consciente de objetos inanimados sobre os efeitos resultantes e comparações fazem parte da narrativa, como de praxe, sem que haja, à primeira vista, prejuízos ao aprendizado científico. Entretanto, algumas figuras de linguagem podem resultar em concepções alternativas difíceis de serem revertidas na Educação em Astronomia. Uma delas que aparece no documentário é a metáfora do Sol como uma bola de fogo incandescente. Um claro erro epistemológico e conceitual oriundo principalmente do obstáculo epistemológico de cunho linguístico, conforme aponta Bachelard (1996).

Na representação, ainda que se possa cair no mesmo equívoco da metáfora da bola de fogo, é notável que, cientificamente, não existe fogo no Sol. O fogo, como uma reação química, depende de: I) combustível; II) comburente; III) calor IV) reação em cadeia. Em condições típicas no planeta Terra, o fogo costuma se valer de oxigênio como combustível, e, nas condições solares, o oxigênio como um gás covalente não existe, pois, sua estrutura molecular é instável e de difícil formação espontânea. No planeta, a teoria paradigmática para o surgimento do oxigênio comporta a necessidade de seres vivos para a formação deste produto.

A Energia como um elemento que se relaciona intrinsecamente com a vida das estrelas está presente também durante a sua morte. Como mencionado no episódio, a morte do Sol, daqui a aproximadamente 5 bilhões de anos, resultará na destruição dos planetas rochosos do Sistema Solar, na destruição da Lua e num futuro incerto para o planeta Terra.

As relações entre energia e Astronomia não se abstém nos elementos mencionados, entretanto, ainda que o escopo do documentário possa suscitar uma ampla ramificação, explicitamente são estes os conteúdos tratados neste eixo.

### **Energia e Física**

Como eixo temático que perpassa todas as Ciências Naturais, a energia também é um elemento constituinte da Física. Ainda que o documentário não caminhe pelo tradicionalismo físico da dinâmica, cinemática, tampouco pelo eletromagnetismo, buscou-se explorar a gênese quântica da energia, ou seja, seus processos de formação e irradiação pelo Sistema Solar. Assim, o Sol é o ponto de referência para a construção didática dos processos de transformação e irradiação de energia no nosso sistema planetário.

Ao se debruçar sobre tais processos no seio estelar, é impreterível que se direcione à fusão nuclear, sendo este a gênese que se busca. A produção de energia no Sol gera os fótons, partículas com massa desprezível que, devido às turbulências e oscilações, podem ficar presas no interior da estrela por tempos astronômicos. Tais partículas, ao chegarem à superfície terrestre, irradiam energia em vários espectros

---

<sup>1</sup> A lei de da conservação das massas nas reações químicas é denominada como “princípio de Lavoisier”. No entanto, na obra do químico francês Antoine-Laurent Lavoisier chamada “Traité élémentaire de chimie” de 1789, não há registro claro a lei da conservação de massas. Os seus trabalhos experimentais eram alternativos ao paradigma do flogisto e consideravam a ideia da conservação de peso que já existia em seu tempo, mas não procurou fundamentar o princípio (Martins; Martins, 1993).

eletromagnéticos, sendo um deles a luz visível que, somada à rotação do planeta, é responsável pela transição cíclica de dia-noite (Morin, 2016).

A série, preocupando-se somente com o âmbito da natureza, pouco perfaz ou menciona questões humanas no seu contexto, todavia, é interessante notar que as explosões de bombas atômicas são apresentadas como quantificador de energia liberada e recebida no Sistema Solar. É importante lembrar que os processos de geração de energia que ocorrem no interior de uma estrela e numa bomba atômica são distintos, fusão e fissão nuclear, respectivamente.

### **Energia e Química**

Neste episódio analisado, as implicações químicas são mais tênues que as demais áreas do conhecimento, contudo, um elemento que chama a atenção e fornece material para discussões é a representação atômica que se faz ao retratar o mundo quântico e os processos que nele ocorrem.

Assim como no episódio, a representação atômica de Dalton é regularmente utilizada nas aulas de química numa tentativa de simplificar as explicações de um mundo microscópico. O estudo Melzer *et al.* (2000) analisa que o principal obstáculo epistemológico nos livros didáticos sobre os modelos atômicos é a falta de abstração com o apelo a representações concretas, atribuindo características macroscópicas aos átomos. São exemplos o modelo de Dalton associado a uma bola de bilhar ou de Rutherford ao sistema solar.

Um dos desafios a ser superado no ensino de química são as concepções alternativas dos modelos atômicos. Neste sentido, o episódio fornece meios para a construção da ideia da matéria descontínua e enfatiza as explicações microscópicas da fusão nuclear. Todavia, é necessário ter atenção na representação do átomo, visto que sua estrutura e mecanismos são conhecimentos complexos e abstratos, mas fundamentais para a química.

### **Energia e Biologia**

Em termos biológicos, a energia é o combustível que alimenta a vida e a mantém em movimento num eterno retorno de Sísifo (Camus, 1942). Não coincidentemente a narração do episódio coloca que “o esforço de Wa Chini para sobreviver e sustentar sua família se repete dia após dia, mês após mês. Cada refeição é uma luta. Na batalha entre usar e adquirir energia, Wa Chini está somente empatando” (Enigmas do Universo, 2022, s/p.).

Por meio das colocações apresentadas e o desenrolar do documentário, é possível fazer articulações com discussões de cunho filosófico como o absurdo da existência para Camus (1942), ou questões sociais como a fome, ainda que este não seja o foco da abordagem, o que traz ainda mais elementos de interdisciplinaridade e complexidade. Nessa linha, infere-se que “a fome é uma coisa que todos nós precisamos superar” (Enigmas do Universo, 2022, s/p.).

Para sobreviver, os seres vivos desenvolveram estratégias e relações para lidar com o meio e os outros seres vivos. Predação, parasitismo, mutualismo, comensalismo, simbiose, competição, associações, sociedades, comunidades podem ser vistos em todos os seres vivos, uma luta simultaneamente antagônica e colaborativa para adquirir energia, viver existencialmente e por meio das gerações seguintes.

Essas relações ecológicas complexas revelam a necessidade que a vida tem da diversidade, do outro. Isso pode ser visto no que se refere às teias e cadeias alimentares, ou seja, nos fluxos de energia dentro dos ecossistemas que compõem a biosfera. Saindo do mais longínquo espaço-tempo, passando pelos processos de fusão atômica no Sol, irradiando à Terra, captada pelos seres vivos, transformada pelos seres fotossintetizantes, e ininterruptamente adquirida e consumida pela vida, a energia circula, compõem e é necessária para que a organização exista e se auto-organize.

Nesse sentido, os organismos fotossintetizantes convertem a energia dos fótons em energia química por meio de organelas especializadas, os cloroplastos que contêm a clorofila, proteína responsável pela fotossíntese. Assim, essa classe de seres vivos é como reatores vivos dos quais o restante da vida, em sua maioria, depende.

Por fim, o episódio apresenta também algumas curiosidades que não são necessárias ao entendimento da narrativa, mas que têm a função de aguçar a vontade de aprender e chamam a atenção dos educandos para se aventurarem por outros caminhos que lhes sejam atrativos. Um exemplo disso é a apresentação dos guepardos como os animais mais rápidos em solo.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

É possível inferir que o episódio “Perseguindo o Sol” da série documental “Enigmas do Universo” tem um forte potencial como recurso para a Educação em Astronomia e o ensino de Ciências em geral. Sua duração de 43 minutos é compatível com o tempo disponível nas aulas isoladas dos componentes curriculares de Ciências da Natureza, seja no Ensino Fundamental ou Médio. Deste modo, é possível utilizar deste recurso como fonte para a codificação temática envolvendo energia ou perpassando conteúdos correlatos necessários ao ensino.

A transição não linear das cenas do documentário suscita uma complexidade provocadora do tradicional reducionismo didático-pedagógico em caminhar ora das partes para o todo, ora (com menor frequência) do todo para as partes, fazendo emergir uma relação dialética, dialógica, recursiva e retroativa entre partes e todo.

Na perspectiva da tematização que o episódio da série, entende-se que este tipo de delineamento, tanto para materiais didáticos ou paradidáticos como também para as aulas em si mesmas fomenta uma educação que rompe as barreiras tradicionais com o reducionismo e caminha para perspectivas interdisciplinares e adiante. Sendo assim, ainda que existam alguns conteúdos específicos que são tratados, a tematização fornece subsídios para transcendê-los e este processo deve estar pautado na intencionalidade de educador e educando, haja vista que as vastas possibilidades que o material fornece, munidas de um posicionamento dialógico docente pode encaminhar a criatividade discente na busca e criação de novos conhecimentos.

A complexidade deixa o caminho livre para uma educação libertadora que suscita a criatividade, o gosto por aprender e pelo Ser Mais. Sendo uma possível ferramenta para o ensino e para a Educação em Astronomia, sua construção se relaciona forte e positivamente com os pressupostos de Paulo Freire e Edgar Morin. Entretanto, sendo manuseada com perspectivas de uma educação bancária, acrítica e ceifadora da liberdade criadora inerente aos seres humanos, pode converter-se

numa ferramenta cuja complexidade apenas ceta os sujeitos como reprodutores dos depósitos científicos.

## REFERÊNCIAS

BACHELARD, Gaston. **A formação do espírito científico: contribuições para uma psicanálise do conhecimento**. Rio de Janeiro: Contraponto. 1996.

CAMUS, Albert. **O mito de Sísifo: ensaio sobre o absurdo**. Rio de Janeiro: Guanabara. 1942.

CECHINEL, André; FONTANA, Silvia Aparecida Pereira; DELLA, Kelli Giustina Pazeto; PEREIRA, Antonio Serafim; Prado, Silvia Salvador do. Estudo / Análise documental: uma revisão teórica e metodológica. **Criar Educação**, 5 (1): 1-7, 2016. Disponível em: <https://periodicos.unesc.net/ojs/index.php/criaredu/article/view/2446>. Acesso em 30 dez 2022.

CRESWELL, John. W. **Investigação qualitativa e projeto de pesquisa: escolhendo entre cinco abordagens**. Tradução de Sandra Mallmann da Rosa. Porto Alegre: Penso, 2014.

ELIAS, Marcelo Alberto; FONSECA, Marcos Orso da. E onde está a Astronomia? Análise do ensino de astronomia no ensino médio com base nos documentos nacionais. **Arquivos do Mudi**, v. 25, n. 1, p. 26-43, 16 abr. 2021. Disponível em: <https://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ArqMudi/article/view/57650>. Acesso em 15 jan. 2023.

ENIGMAS DO UNIVERSO. Direção: Alice Jones. Produção: Alice Jones. Estados Unidos: Netflix. 2022. Série documental, episódio 1.

FONSECA, Marcos Orso da. A epistemologia de Kuhn através do documentário “Universe: the cosmology quest”: questões para o ensino de ciências. **Revista Vitruvian Cogitationes**, v. 3, n. 2, p. 139-150, 7 dez. 2022. Disponível em: <https://periodicos.uem.br/ojs/index.php/revisvitruscogitationes/article/view/66205>. Acesso em 22 jul. 2024.

FREIRE, Paulo Reglus Neves. **Pedagogia do oprimido**. 82. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra. 2022g.

MARTINS, Roberto de Andrade; MARTINS, Lilian Al-Chueyr Pereira. Lavoisier e a conservação de massa. **Química nova**, São Paulo, v. 16, n.3, p. 245-256, 1993.

MELZER, Ehrick Eduardo Martins; CASTRO, Leandro de; AIRES, Joanez Aparecida; GUIMARÃES, Orliney Maciel. Modelos Atômicos nos Livros Didáticos de Química: Obstáculos à Aprendizagem? In: ENPEC – ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS. 7. **Anais [...]** Florianópolis, 2009. Disponível em: <http://posgrad.fae.ufmg.br/posgrad/viiienpec/pdfs/399.pdf>. Acesso em 25 jul. 2024.

MORIN, Edgar. **O método 1: a natureza da natureza**. 4. ed. Porto Alegre: Sulina, 2016.

OLIVEIRA, Rafaela Bueno de. **Introdução à Física Quântica**. USP (virtual). 2023. Disponível em: <https://edisciplinas.usp.br/mod/page/view.php?id=5060000>. Acesso em 22 jul. 2024.