

Estado da publicação: O preprint não foi publicado em outro meio.

O Modelo Padrão como jogo de tabuleiro: um projeto de extensão para o ensino de física de partículas

Adriano Cherchiglia, Marceli Aquino, Rodrigo Machado Aquino Leme, Theo Basso Pilon

<https://doi.org/10.1590/SciELOPreprints.14120>

Submetido em: 2025-11-14

Postado em: 2025-12-11 (versão 1)

(AAAA-MM-DD)

O Modelo Padrão como jogo de tabuleiro: um projeto de extensão para o ensino de física de partículas

The Standard Model as board game: an outreach project for teaching particle physics

Adriano Cherchiglia

Instituto de Física Gleb Wataghin, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, São Paulo, Brasil,
<https://orcid.org/0000-0002-2457-1671>

Marceli Aquino

Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil
<https://orcid.org/0000-0003-0518-7639>

Rodrigo Machado Aquino Leme

Instituto de Física Gleb Wataghin, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, São Paulo, Brasil,
<https://orcid.org/0009-0005-9895-5319>

Theo Basso Pilon

Instituto de Física Gleb Wataghin, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, São Paulo, Brasil,
<https://orcid.org/0009-0005-6633-434X>

Resumo: Este artigo apresenta o relato de uma experiência de extensão universitária realizada por estudantes de graduação em Física da Unicamp junto a alunos do 3º ano do ensino médio. O projeto teve como foco o ensino de conceitos de física moderna, especialmente de partículas elementares, por meio de sequências didáticas desenvolvidas em três encontros: (1) discussão da relação entre a tabela periódica e partículas elementares, abordando como inferimos propriedades de estruturas invisíveis; (2) aprofundamento na forma como obtemos informação experimental acerca do Modelo Padrão de Física de Partículas e apresentação do acelerador brasileiro Sirius; (3) aplicação de um jogo de tabuleiro criado pelos discentes para revisão dos conteúdos e propiciar engajamento dos estudantes de ensino médio. Discute-se o papel formativo da extensão universitária, assim como a relevância do tema trabalhado para a motivação e interesse de alunos do ensino médio. Os resultados destacam a importância de iniciativas como esta para a curricularização da extensão, integrando ensino, pesquisa e extensão de forma inovadora. Espera-se que o projeto apresentado possa ser replicado e ampliado, dado seu potencial de abrir novas possibilidades no ensino de ciências e na extensão universitária.

Palavras-chave: física de partículas; divulgação científica; extensão universitária

Abstract: This article presents an account of an outreach experience carried out by undergraduate Physics students at Unicamp with senior high school students. The project focused on teaching concepts of modern physics—especially elementary particles—through three sessions: (1) a discussion of the relationship between the periodic table and elementary particles, addressing how we infer properties of invisible structures; (2) a deepening of how we obtain experimental information about the Standard Model of Particle Physics and an introduction to the Brazilian particle accelerator Sirius; (3) the application of a board game created by the undergraduates to review the content and foster engagement among the high school students. The paper discusses the formative role of outreach, as well as the relevance of the topic for motivating and engaging high school students. The results highlight the importance of initiatives like this for the curricularization of extension, innovatively integrating teaching, research, and outreach. It is hoped that the project presented here can be replicated and expanded, given its potential to open new possibilities in science education and outreach.

Keywords: particle physics; science communication; university outreach

1 Introdução

Nas últimas décadas, o ensino de ciências tem buscado atualizar-se frente aos avanços tecnológicos e científicos que moldam a sociedade contemporânea. No entanto, muitos conteúdos da física moderna e contemporânea (FMC), como a física de partículas, continuam ausentes ou marginalizados no ensino médio brasileiro. Essa ausência não apenas distancia os estudantes da compreensão de fenômenos fundamentais do universo, mas também limita sua formação crítica e científica. Estudos como os de Dorsch e Guio (2021) e Schäffer et al. (2020) defendem a inclusão da física de partículas no currículo escolar como forma de promover a alfabetização científica e aproximar os alunos das fronteiras do conhecimento.

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC), documento orientador do ensino básico no Brasil, enfatiza a importância da abordagem de temas contemporâneos, interdisciplinares e contextualizados no ensino de ciências da natureza, incluindo a física. Ela propõe que os conteúdos escolares estejam conectados com as grandes questões científicas, tecnológicas e ambientais da atualidade, favorecendo o desenvolvimento de competências científicas e o pensamento crítico. Não obstante, a BNCC não explicita a inclusão da física de partículas, que permanece, assim, como um tema opcional e frequentemente negligenciado nas práticas pedagógicas. Essa lacuna curricular mantém o ensino escolar de física restrito a conteúdos

tradicionais, pouco dialogando com as fronteiras do conhecimento científico e tecnológico contemporâneo. Projetos recentes, no entanto, têm apontado que a inclusão de tópicos da FMC pode promover maior engajamento e interesse de estudantes, ampliando sua percepção sobre a ciência como um campo dinâmico e em constante construção. O projeto internacional ROSE¹ (The Relevance of Science Education), por exemplo, indica que estudantes do ensino médio, de diferentes países, manifestam interesse por temas como energia nuclear, cosmologia e partículas elementares (Sjøberg; Schreiner, 2010). Esses dados, corroborados por pesquisas brasileiras (Guio; Dorsch, 2023), evidenciam que ainda há espaço e demanda para o ensino de conteúdos científicos atuais e desafiadores, capazes de fomentar a curiosidade e o pensamento crítico.

Neste cenário, a extensão universitária configura-se como um caminho estratégico para suprir essas lacunas formativas e promover o diálogo entre a universidade e a educação básica. Prevista constitucionalmente como uma das funções indissociáveis da universidade pública, a extensão tem sua importância reforçada pela Resolução CNE/CES nº 7/2018, que determina que, no mínimo, 10% da carga horária dos cursos de graduação sejam destinados a atividades extensionistas. Tais ações devem ser planejadas de forma articulada com os componentes curriculares, favorecendo a integração entre teoria e prática, ensino e intervenção social (Aquino, Paulino, 2025). A extensão permite que o conhecimento científico, muitas vezes confinado aos ambientes acadêmicos, seja socializado com a comunidade, promovendo processos de formação cidadã e emancipatória. Em termos formativos, a extensão proporciona para estudantes universitários experiências concretas de atuação social, permitindo-lhes desenvolver uma postura reflexiva sobre o papel da universidade na sociedade. Segundo Freire (2001), a prática educativa emancipa-se quando se transforma em um exercício dialógico e contextualizado, no qual o conhecimento acadêmico se coloca a serviço da transformação social. Nesse sentido, projetos de extensão na área de ensino de física, como o relatado neste artigo, não apenas divulgam conteúdos científicos, mas também constituem espaços de formação inicial docente, desenvolvendo competências pedagógicas, comunicativas e sociais nos futuros professores e pesquisadores.

O projeto desenvolvido em 2025 com estudantes do curso de Física da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp) configura-se como uma iniciativa pedagógica que ilustra o

¹ O projeto ROSE refere-se a um estudo internacional coordenado pelo pesquisador Svein Sjøberg, da Universidade de Oslo, e realizado entre os anos 2004 e 2011 em diversos países. Seu objetivo foi investigar os interesses, atitudes e percepções de estudantes do ensino médio em relação à ciência, tecnologia e educação científica.

potencial da extensão universitária como meio de democratização do conhecimento científico. Inserido no contexto de uma disciplina de extensão, o projeto envolveu quatro graduandos que, atuando como professores e mediadores, propuseram e executaram uma sequência de atividades didáticas voltadas para o ensino de conceitos fundamentais da física de partículas. As atividades foram desenvolvidas junto a alunos do 3º ano do ensino médio (matutino e noturno) de uma escola municipal da região. A metodologia do projeto contemplou dois encontros expositivos, destinados à apresentação teórica do Modelo Padrão da física de partículas, assim como um terceiro encontro dedicado à aplicação prática dos conhecimentos por meio de um jogo de tabuleiro, elaborado pelos monitores e o professor coordenador. Tal estrutura visou não apenas a transmissão de conteúdos, mas sobretudo o estímulo à curiosidade científica e à participação ativa dos alunos.

A escolha pela utilização de um jogo de tabuleiro como recurso pedagógico integra-se a uma tendência educacional contemporânea que valoriza as metodologias ativas para promover uma aprendizagem participativa (TEIXEIRA; GODOY, 2021). O jogo, concebido como uma ferramenta didática, serviu para revisar e consolidar os conceitos trabalhados nos encontros anteriores, permitindo aos estudantes interagirem com os conteúdos de maneira colaborativa. Para Aquino (2021), a aprendizagem se torna mais relevante quando os novos conhecimentos se conectam aos esquemas mentais prévios e quando o processo educativo é mediado por atividades contextualizadas e motivadoras. Nesse sentido, o jogo não apenas favoreceu a aprendizagem dos conteúdos, mas também proporcionou um ambiente favorável à participação, à troca de ideias e ao desenvolvimento do raciocínio crítico.

Assim, esse artigo tem como objetivo apresentar as estratégias pedagógicas adotadas, discutir a organização e implementação do projeto e refletir sobre seus impactos formativos tanto para os alunos da educação básica quanto para os universitários envolvidos. Busca-se, ainda, fomentar a replicabilidade da experiência, contribuindo não apenas para a popularização da física de partículas no ensino médio, mas também para o fortalecimento da curricularização da extensão nas universidades brasileiras. Pretende-se ainda colaborar com o debate sobre o papel da extensão universitária na formação inicial docente e na construção de uma prática educativa socialmente engajada, capaz de ampliar os horizontes científicos e culturais da educação básica.

A seção a seguir aborda o conceito e a importância da extensão universitária e sua articulação com a formação docente e a curricularização da extensão. Na terceira seção

discutimos o potencial do ensino de física de partículas como tema motivador para a aprendizagem da física no ensino médio. Na quarta seção, descrevem-se as etapas do projeto, e, em seguida, apresenta-se uma discussão sobre a experiência vivenciada, destacando as percepções dos alunos e graduandos, os resultados alcançados e os desafios encontrados. Por fim, a conclusão retoma os principais aspectos do trabalho e aponta perspectivas para a continuidade e ampliação da iniciativa.

2 Extensão universitária e formação docente em ciências

A extensão universitária é reconhecida como um dos pilares fundamentais da universidade pública brasileira, ao lado do ensino e da pesquisa. Sua função histórica é promover o diálogo crítico entre o conhecimento acadêmico e as demandas sociais, culturais e econômicas da sociedade, contribuindo para a democratização do saber e para a formação cidadã dos estudantes universitários (Freire, 2001; Demo, 2021). No cenário brasileiro recente, a Resolução nº 7/2018 do CNE instituiu a obrigatoriedade da curricularização da extensão nos cursos de graduação. Esta política busca superar a visão fragmentada da extensão como atividade extracurricular, garantindo sua integração ao currículo acadêmico. Logo, consideramos que a curricularização da extensão representa uma oportunidade de articular teoria e prática e de aproximar a universidade da escola pública, contexto em que se insere o presente projeto.

A formação inicial de professores, especialmente nos cursos de física e ciências da natureza, ainda enfrenta desafios significativos no que se refere à articulação entre os conhecimentos teóricos e a prática pedagógica em contextos escolares concretos. Como destacam Pimenta e Lima (2012), a trajetória formativa desses futuros docentes permanece, em muitos casos, excessivamente acadêmica e distante das realidades sociais e educacionais da escola pública brasileira, dificultando a construção de competências pedagógicas e críticas para o exercício da docência. Nesse cenário, a extensão universitária emerge como um espaço privilegiado de formação, permitindo que os estudantes de graduação vivenciem situações reais de ensino e aprendizagem, atuando como mediadores do conhecimento científico em ambientes escolares e comunitários. Essas experiências favorecem o desenvolvimento de competências comunicativas, didáticas e sociais essenciais, ao mesmo tempo em que promovem uma formação mais integral e socialmente engajada.

No caso do projeto desenvolvido na Unicamp, a preparação e condução das aulas expuseram os graduandos ao desafio formativo da transposição didática, ou seja, o processo de transformação do saber científico em saber escolar. Tal processo envolve muito mais do que uma mera simplificação de conteúdos: demanda uma reflexão sobre a linguagem utilizada, sobre os contextos socioculturais dos estudantes e sobre as estratégias pedagógicas para tornar acessíveis conceitos complexos. As atividades foram planejadas para equilibrar momentos expositivos — necessários à introdução conceitual do Modelo Padrão da física de partículas — e momentos interativos e lúdicos, que estimularam a construção coletiva do conhecimento. Entre os recursos didáticos utilizados, destaca-se o jogo de tabuleiro, ferramenta que promoveu a revisão e a consolidação dos conceitos trabalhados de maneira colaborativa e dinâmica.

Dessa forma, a experiência relatada neste artigo evidencia como a extensão universitária pode atuar como espaço formativo privilegiado para a construção de professores e pesquisadores comprometidos com a democratização do conhecimento científico e com a transformação social. Na próxima seção, discutiremos como a temática da física de partículas pode ser desenvolvida no ensino médio, despertando a curiosidade e promovendo a aprendizagem de conceitos abstratos por meio da conexão com o cotidiano.

3 Partículas e a motivação para a aprendizagem de física

Em uma sociedade cada vez mais marcada pelo avanço tecnológico, o conhecimento científico torna-se fundamental para uma interação crítica entre indivíduo e sociedade. A construção de uma mentalidade científica (capacidade de compreender, questionar e aplicar conceitos científicos no cotidiano) se dá, em grande medida, por meio das disciplinas de Ciências da Natureza. No entanto, o ensino de Física no ensino médio brasileiro ainda privilegia conteúdos da Física Clássica dos séculos XVII a XIX, relegando a segundo plano a Física Moderna e Contemporânea (FMC), em especial a Física de Partículas (SIQUEIRA; PIETROCOLA, 2006; NETO, 2020). Tal preocupação não é recente, como destaca Terrazzan:

A tendência de atualizar-se o currículo de Física justifica-se pela influência crescente dos conteúdos contemporâneos para o entendimento do mundo criado pelo homem atual, bem como a

necessidade de formar um cidadão consciente e participativo que atue nesse mesmo mundo (Terrazzan, 1992, p. 210).

Outro fator a ser considerado é que, embora conteúdos de FMC nem sempre sejam tratados em sala de aula, os estudantes têm acesso a concepções relacionadas ao tema, como buracos negros, física quântica, teoria da relatividade, entre outras, por meio da Internet e outros canais de comunicação, especialmente por programas de divulgação científica (SIQUEIRA; PIETROCOLA, 2006). Em particular, com a descoberta do bóson de Higgs em 2012 houve uma grande divulgação mediática relativa à área de Física de Partículas Elementares (FPE), tema que despertou grande interesse de estudantes, criando uma demanda por discussões mais aprofundadas no contexto escolar. Neste sentido, diversos estudos têm defendido a inclusão sistemática da FMC no currículo, ressaltando que tais conteúdos contribuem para um ensino mais atualizado, e formador de cidadãos críticos (OSTERMANN; FERREIRA; CAVALCANTI, 1998; OLIVEIRA; VIANNA; GERBASSI, 2007; FERREIRA, 2013; LIMA; OSTERMANN; CAVALCANTI, 2017; SILVA; EIFLER, 2019; GOMES; DUARTE; SANTOS, 2019; DE SOUZA; FERREIRA, 2020; DO NASCIMENTO, 2025).

Cabe salientar que a relevância da FMC não é apenas acadêmica, mas também social e tecnológica. Fenômenos da Física de Partículas estão diretamente presentes no cotidiano, sobretudo em exames médicos como radiografias, ultrassonografias e PET-Scan, além de aplicações tecnológicas derivadas de aceleradores de partículas, como a radioterapia (KIKUCHI et al., 2013). Esses exemplos demonstram que os conceitos do Modelo Padrão não são apenas teóricos, mas possuem implicações concretas em áreas como medicina (COSTA; BATISTA, 2017). Ao explorar essas conexões, o ensino de Física torna-se mais significativo, aproximando os conteúdos escolares do mundo vivido pelos alunos.

Do ponto de vista prático, uma das dificuldades em se tratar a FPE no ensino médio deve-se ao fato desta ser vista como um tema muito abstrato. Particularmente, não há muitas demonstrações experimentais que possam de fato serem realizadas em sala de aula. Uma possível exceção é a câmara de nuvens (CABRAL, 2022). Uma alternativa promissora é o uso de metodologias ativas, como jogos educativos e simulações computacionais. Estudos recentes evidenciam que essas ferramentas favorecem um ambiente de aprendizagem mais dinâmico e estimulante (SOUZA et al., 2019; JESUS; AMORIM, 2019; NEVES; SILVA, 2021). Os jogos, em especial, permitem que os alunos interajam com conceitos abstratos de

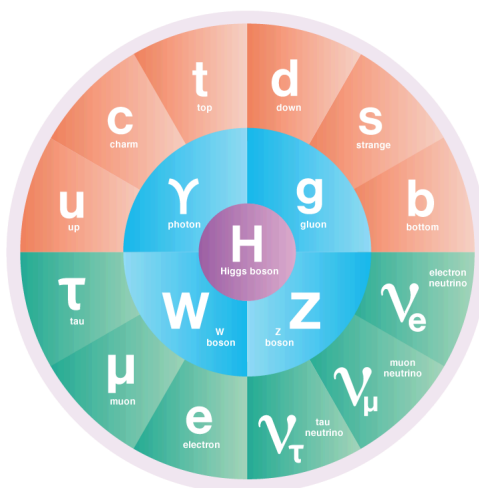
forma lúdica, promovendo não apenas a memorização, mas também a construção ativa do conhecimento. Em vista deste cenário, o presente projeto de extensão foi desenvolvido para auxiliar a preencher esta lacuna, sendo uma ponte para o conhecimento acadêmico na área de FPE e estudantes do ensino médio. Nesse sentido, buscaremos descrever brevemente o que constitui a FPE na próxima seção.

3.1 Uma breve descrição da Física de Partículas

Desde a Grécia Antiga observa-se o constante desejo de se compartimentalizar a Natureza, partindo-se da premissa de que diversos fenômenos naturais observados podem ser descritos via alguns poucos princípios básicos (VERNANT, 2002; KIRK; RAVEN; SCHOFIELD, 2008). De maneira a explicar as diversas manifestações da matéria como oriundas de um único princípio, Demócrito cunhou o conceito de átomo, ou seja, aquele que não pode ser divisível (BARNES, 1997; KIRK; RAVEN; SCHOFIELD, 2008). Nascia então o cerne do que virá a ser conhecida alguns milênios depois como Física das Partículas Elementares (ENDLER, 2010). Cabe salientar, entretanto, que a FPE vai além de uma descrição qualitativa dos fenômenos, permitindo a previsão de inúmeros processos que podem ser verificados experimentalmente. Entre estes podemos destacar o momento magnético do elétron, que é a quantidade medida com maior precisão em toda a Física, e para a qual há excelente acordo com sua previsão teórica (SANTOS et al., 2025).

Na atualidade, já sabemos que o átomo de cada um dos diversos elementos químicos não é realmente indivisível, mas sim composto por partículas ditas subatômicas como o elétron, o nêutron e o próton. Dentre estas, apenas o elétron é uma partícula elementar (sem estrutura interna, portanto indivisível), enquanto o nêutron e próton são compostos por quarks (estes sim, elementares). Neste sentido, temos hoje o Modelo Padrão das Partículas Elementares, que estabelece quais partículas sub-atômicas são de fato elementares. Diagramaticamente, temos a seguinte classificação:

Figura 1: Representação do Modelo Padrão das Partículas Elementares.



Fonte: Artwork by Sandbox Studio, Chicago²

No círculo mais externo, temos os férmions (partículas de spin semi-inteiro). As partículas dentro dos quadros verdes são conhecidas como léptons e têm entre seus membros o elétron. Além dele, há o múon e o tau, assim como os neutrinos. Já as partículas nos quadros laranjas são os quarks, que foram encontrados em seis diferentes tipos: *up*, *down*, *charm*, *strange*, *top* e *bottom*.³

Finalmente, temos os bósons (partículas de spin inteiro), que no contexto do modelo padrão são responsáveis, em sua maioria, por descrever interações entre as partículas. No círculo em azul encontra-se: o fóton (mediador da interação eletromagnética), o glúon (mediador da interação forte, responsável por manter a coesão do núcleo atômico), e os bósons W e Z (mediadores da interação fraca, que explica dentre outros processos, o fato do nêutron livre decair). Já no círculo mais interno temos o bóson de Higgs, responsável por dar massa a todas as partículas massivas do Modelo Padrão. Todas estas partículas foram já detectadas em laboratório, sendo o bóson de Higgs a última a ser encontrada.

² <https://www.symmetrymagazine.org/standard-model/>

³ Tradução nossa: para cima, para baixo, charmoso, estranho, superior e inferior.

Uma descrição mais aprofundada sobre o Modelo Padrão pode ser encontrada por exemplo em (MOREIRA, 2009). Nosso objetivo neste trabalho era apenas discutir os conceitos principais relevantes para auxiliar no entendimento das atividades desenvolvidas no contexto do projeto de extensão, que serão descritas na próxima seção.

4 Descrição dos encontros

Em primeiro lugar, é preciso notar que todas as atividades descritas abaixo foram desenvolvidas a partir de uma disciplina de extensão oferecida no segundo semestre de 2024 e no primeiro de 2025 para alunos da graduação em física da Unicamp. Nessa disciplina, foram realizados encontros semanais, onde foi discutida literatura a nível de divulgação científica sobre física de partículas e também foram estruturados os encontros com os alunos da escola. A interação com esses alunos foi dividida em três partes, um encontro por semana durante três semanas consecutivas nos horários das aulas comuns de física. Os dois primeiros encontros foram estruturados como aulas puramente expositivas, enquanto o terceiro envolveu um jogo de tabuleiro, desenvolvido também ao longo da disciplina de extensão, que procurava engajar mais os estudantes com o tema através de uma atividade interativa. Além disso, cabe salientar qual era o público do projeto, nessa ocasião trabalhamos com três turmas de 15 a 20 estudantes do terceiro ano do ensino médio da Escola Estadual Hilton Federici em Barão Geraldo - Campinas.

No primeiro encontro, o objetivo foi introduzir os alunos ao campo da Física de Partículas e Altas Energias, nesse sentido, essa aula se propôs a mostrar aos alunos o que motiva o estudo daquilo que há de mais fundamental do universo e também, relacionar a ideia de granularidade das partículas elementares com algo que eles já tiveram contato anteriormente, a tabela periódica. Sendo assim, o primeiro passo foi abordar, em ordem cronológica, os modelos atômicos, desde Demócrito até Bohr, para que a partir desses fundamentos pudessemos sugerir a reflexão a respeito da existência de algo ainda mais fundamental do que o átomo e seus componentes estruturantes conhecidos no modelo de Bohr.

A partir daí, foi apresentada aos alunos uma linha temporal do período conhecido como o “Zoológico de Partículas”, para que fosse possível motivar a estruturação de um modelo análogo à tabela periódica, mas que descrevesse as partículas que foram descobertas

ao longo daquele período. Com isso, foi possível apresentar o Modelo Padrão da Física de Partículas, discutindo como esse modelo além de categorizar as partículas elementares com base em suas propriedades inerentes também descreve a forma como elas interagem entre si e podem formar outras partículas.

Ao fim da primeira aula, também foi apresentado algum contexto de como são os processos experimentais para estudar a física de partículas, apresentando a ideia da utilização de raios cósmicos e colisores de partículas, porém isso não foi o foco principal desse encontro, visto que esse tema voltaria a ser abordado no segundo encontro e o conteúdo descrito até o momento já era muito novo para alunos de ensino médio que nunca tiveram contato com conteúdos correlatos.

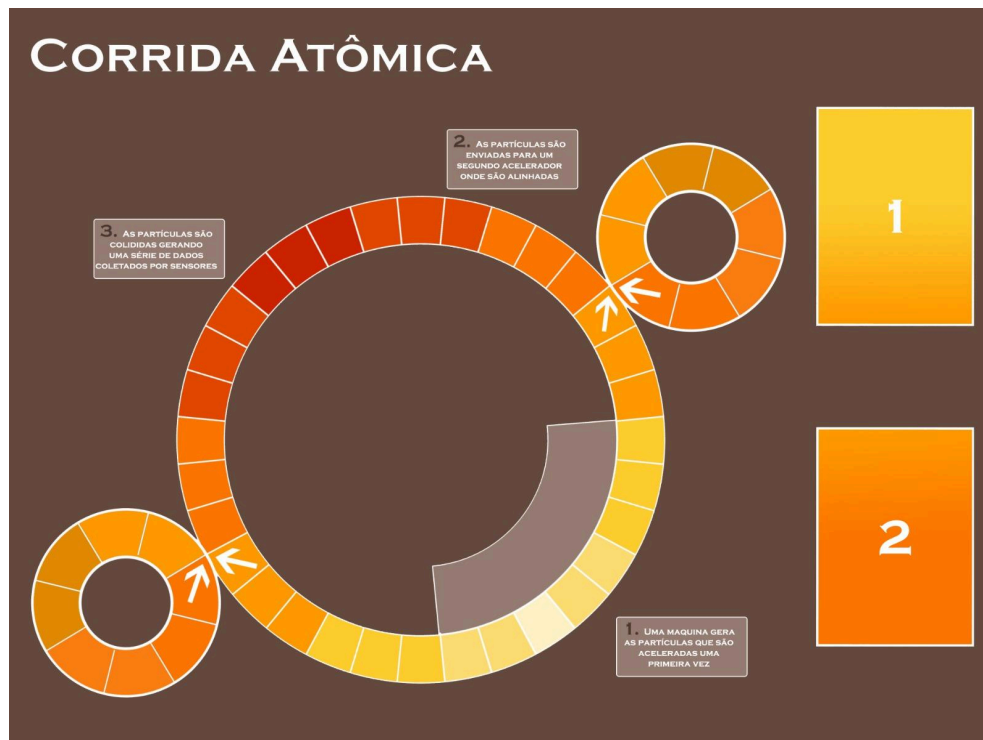
Uma vez que os alunos já haviam sido introduzidos ao modelo padrão e ao processo histórico da descoberta de partículas elementares, deu-se início ao segundo encontro, ocorrido uma semana após o primeiro e com as mesmas turmas. No começo da aula, propôs-se o questionamento de como era o processo de descoberta de novas partículas e, com base nisso, introduziu-se o conceito de aceleradores e colisores de partículas. Foram apresentados os princípios básicos de funcionamento desses dispositivos, enfatizando o processo de emissão de luz síncrotron. Esse foi introduzido primeiramente como uma consequência indesejada da aceleração de partículas carregadas, implicando na perda de energia na colisão. A partir disso, propôs-se uma inversão de perspectiva sobre a luz síncrotron, explorando possíveis utilidades para esse fenômeno. Foram abordadas, em seguida, algumas propriedades desse tipo de luz, como alta colimação, intensidade e ampla cobertura do espectro eletromagnético.

Com a motivação da interpretação positiva da luz síncrotron, foi introduzido o SIRIUS, acelerador de elétrons de quarta geração. O acelerador fica localizado no Centro Nacional de Pesquisa em Energia de Materiais (CNPEM), a menos de 10Km da escola onde foram realizados os encontros. O objetivo do SIRIUS é a produção controlada de radiação síncrotron para o uso em diversas linhas de pesquisa, também localizadas no CNPEM. Diferentes fotos do complexo experimental foram apresentadas, bem como diversos exemplos de experimentos realizados nas estações de luz. Durante a explicação dos experimentos, buscou-se relacioná-los com os conceitos fundamentais de física de partículas vistos na aula anterior. O uso do SIRIUS como ferramenta de explicação permitiu relacionar os conceitos teóricos da aula anterior a um importante centro de pesquisa próximo aos alunos,

evidenciando sua conexão com a ciência de ponta. Essa abordagem tornou conceitos que poderiam parecer abstratos mais concretos e acessíveis.

Após os dois encontros apresentando conteúdos relativos à física de partículas, no terceiro encontro foi apresentado o jogo de tabuleiro desenvolvido durante a disciplina, cujo tabuleiro está reproduzido na figura abaixo.

Figura 2: Tabuleiro do Jogo “Corrida Atômica”



Fonte: dos autores

As regras completas do jogo encontram-se no anexo A. Para aplicar o jogo, optamos por dividir os estudantes em grupos de 5-6 integrantes. Assim, cada turma foi dividida em 4 grupos, onde cada dois grupos competiam entre si. O jogo, de perguntas e respostas, era relativo aos conteúdos apresentados nos dois encontros anteriores. De modo a auxiliar os estudantes, permitimos à consulta ao material (slides) apresentados anteriormente, os quais continham explicitamente grande número das respostas às perguntas do jogo. Optamos por esta abordagem devido ao conteúdo ter sido abordado em um tempo relativamente longo (três semanas consecutivas). Caso o jogo possa ser aplicado logo após a apresentação do conteúdo, consideramos que a consulta ao material poderia ser suprimida. De todo modo, percebemos um grande entusiasmo e engajamento por parte dos estudantes durante à atividade, em particular devido à natureza competitiva do jogo. Em particular, eles procuraram com afinc

as respostas no material disponibilizado, o que acreditamos que auxiliou no processo de interiorização do mesmo.

5 Discussão da experiência

Nesta seção gostaríamos de discutir brevemente a nossa percepção acerca da experiência realizada na Escola Estadual Hilton Federici em Barão Geraldo - Campinas. Conforme já apresentamos, temas de física moderna (entre os quais física de partículas) não são usualmente apresentados e discutidos junto a turmas de ensino médio. Acreditamos que os encontros realizados não apenas puderam preencher esta lacuna, mas despertar o interesse dos estudantes, conforme relatos informais que coletamos após o término do terceiro encontro. Em particular, alguns dos estudantes relataram algumas relações que fizeram entre os temas apresentados e elementos da cultura pop, como histórias de super-heróis em que conceitos como partículas subatômicas, aceleradores, radiação, entre outros são lugares-comuns.

Embora a experiência tenha sido positiva em geral, conforme relatada pelos integrantes do projeto e estudantes da escola, acreditamos que algumas modificações poderiam ser realizadas para aumentar o seu engajamento. Em particular, o fato de termos realizado dois encontros majoritariamente expositivos, pode ter sido um dificultador para a absorção dos conteúdos. Percebemos tal condição durante a execução do jogo, em que, sem o auxílio dos slides, acreditamos que os estudantes teriam muita dificuldade em responder corretamente às perguntas realizadas. De modo a aprimorar tal aspecto, propomos algumas possibilidades:

1. Acrescentar durante às aulas expositivas algumas rodadas de perguntas, de modo a auxiliar na absorção dos conteúdos. Em vista dos pontos ganhos durante estas rodadas extras, os grupos já iniciaram o jogo no terceiro encontro com algumas casas já avançadas;
2. Realizar os três encontros em uma única semana, de modo a auxiliar na memorização dos conteúdos e, possivelmente, evitar a necessidade de permitir consultas aos materiais bibliográficos durante à aplicação do jogo;

Outro aspecto relevante é que a apresentação do SIRIUS era particularmente relevante para os estudantes da Escola Estadual Hilton Federici, devido à sua localização muito próxima do complexo experimental. Esta discussão poderia ser suprimida em outros contextos, o que possibilitaria a redução para dois encontros apenas. Devido ao menor número de conteúdos e menor intervalo entre sua apresentação e realização do jogo, os estudantes poderiam ter maior facilidade na sua absorção, possivelmente evitando o auxílio do material de consulta. Neste caso, entretanto, as perguntas do jogo deveriam ser adaptadas de acordo.

6 Conclusão

A extensão universitária, um dos pilares da tríade extensão-pesquisa-ensino, promove o diálogo crítico entre produção acadêmica e necessidades sociais, culturais e econômicas, democratizando o acesso ao conhecimento e fortalecendo a formação cidadã. Em particular, ela potencializa aprendizagens significativas, e amplia o impacto social da ciência. Com o processo de curricularização, a extensão tem ganhado maior centralidade nos cursos de graduação, deixando de ser atividade periférica para tornar-se eixo estruturante de projetos que aproximam universidade e sociedade.

Neste trabalho relatamos uma experiência de extensão universitária em que graduandos do curso de Física da Unicamp planejaram e executaram três encontros sobre física de partículas com turmas do 3º ano do ensino médio. Os encontros foram pensados para trazer conteúdos de Física Moderna e Contemporânea (Física de Partículas) para os estudantes, os quais geralmente não são apresentados no ensino médio. No primeiro encontro foi realizada uma breve introdução das partículas e interações descritas no Modelo Padrão das Partículas Elementares. Já no segundo encontro realizamos uma descrição e contextualização do acelerador brasileiro Sirius, finalizando no terceiro encontro com a aplicação de um jogo de tabuleiro do estilo de perguntas e respostas, relativo aos conteúdos apresentados nos dois primeiros encontros.

Do ponto de vista formativo, a experiência mostrou-se bastante relevante para os graduandos, que planejaram e executaram as atividades, auxiliando no seu desenvolvimento como comunicadores da atividade científica no contexto escolar. Já do ponto de vista dos

estudantes (público-alvo da ação extensionista), observamos um engajamento com os temas apresentados, sobretudo em virtude da aplicação do jogo de tabuleiro no último encontro.

Reconhecemos entretanto algumas limitações, tais como a ausência de instrumentos sistemáticos de avaliação (pré e pós-teste), muito embora os relatos informais colhidos junto aos estudantes após o terceiro encontro tenham sido bastante positivos. Em uma futura aplicação, recomendamos não apenas a aplicação de questionários pré e pós as atividades, mas também algumas adaptações. Em particular, a realização de algumas rodadas extras do jogo durante todos os encontros, de modo a auxiliar na absorção do conteúdo.

Em vista da nossa experiência, concluímos que iniciativas semelhantes podem contribuir para inserir tópicos de física de partículas no ensino médio, ampliando a articulação entre universidade e escola básica de maneira lúdica.

Declaração de contribuição dos autores

Adriano Cherchiglia: Conceptualization, Methodology, Project administration, Writing

Marceli Aquino: Conceptualization, Writing

Rodrigo: Conceptualization, Methodology, Visualization, Writing

Theo: Conceptualization, Methodology, Visualization, Writing

Declaração de conflito de interesse

Os autores declaram que não há conflito de interesse.

Declaração de disponibilidade de dados da pesquisa

Todo o conjunto de dados de apoio aos resultados deste estudo foi publicado no próprio artigo.

Agradecimentos

Os autores agradecem a todos os discentes da disciplina Física de Partículas nas Escolas que contribuíram para o projeto em algum momento, assim como aos coordenadores da Escola Estadual Hilton Federici em Barão Geraldo - Campinas.

Anexo A - Regras do Jogo “Corrida Atômica”

Introdução

Bem-vindos à Corrida Atômica! Neste jogo, vocês são equipes de cientistas competindo para ver quem consegue acelerar uma partícula subatômica através de um complexo acelerador primeiro. Para avançar, vocês precisarão usar seus conhecimentos em física de partículas. A cada resposta certa, sua partícula ganha energia e se aproxima da linha de chegada.

Objetivo do Jogo

Ser a primeira equipe a levar seu peão até o final do tabuleiro, alcançando o quadrado vermelho central na parte superior.

Componentes do Jogo

- 1 Tabuleiro "Corrida Atômica"
- 2 Peões (um para cada equipe)
- 1 Dado de 6 lados
- Cartas de Perguntas (divididas em níveis de dificuldade: 1 - Fácil, 2 - Intermediário, contendo pergunta e resposta)

Preparação

1. Abra o tabuleiro e coloque-o no centro da mesa.
2. Os jogadores devem ser divididos em duas equipes. Cada equipe escolhe um peão e o coloca na casa de partida (o quadrado branco na parte inferior do tabuleiro).
3. Um professor ou um aluno será o **Moderador** do jogo. Ele será responsável por ler as perguntas e verificar as respostas.
4. As cartas de perguntas devem ser separadas por dificuldade. Embaralhe cada monte e posicione-os com a face para baixo sobre os quadrados numerados correspondentes (1 e 2) na lateral direita do tabuleiro.

Como Jogar

As equipes decidem quem começa. O jogo prossegue em turnos, com um Moderador conduzindo a partida.

No seu turno, a equipe ativa deve:

1. **Lançar o dado:** O número que cair (ímpar, par) define a dificuldade da pergunta que a equipe deverá responder (1, 2).

2. **Responder à pergunta:** O Moderador pega a carta do topo do monte correspondente, lê a pergunta em voz alta e verifica a resposta sigilosamente.

Cenários de Resposta:

- Se a equipe acertar a resposta, ela avança com seu peão o número de casas correspondente ao valor tirado no dado (1 casa para pergunta fácil, 2 para intermediária). O turno então se encerra e passa para a equipe adversária.
- Se a equipe errar ou não souber a resposta, a equipe não move seu peão. A oportunidade de responder passa imediatamente para a equipe adversária.
 - **Direito de Resposta:** Se a equipe adversária responder corretamente à mesma pergunta, é ela quem ganha o direito de avançar o número de casas que a primeira equipe teria avançado.
 - Se a equipe adversária também errar, ninguém anda nesta rodada.

O turno se encerra e a próxima equipe inicia o seu, lançando o dado.

Movimento no Tabuleiro

- **Ponto de Partida:** Ambas as equipes começam no mesmo quadrado branco. A partir dele, cada equipe se moverá em uma direção oposta, seguindo o caminho circular principal.
- **Laços de Aceleração (Círculos Menores):** Ao chegar em uma casa que tenha uma seta grande apontando para um dos círculos menores, o peão da equipe **deve** entrar neste "laço de aceleração".
- **Dando a Volta:** A equipe deve dar uma volta completa no círculo menor, seguindo a direção das casas e as regras normalmente.
- **Retorno ao Percurso Principal:** Ao chegar na casa com a seta que aponta de volta para o círculo maior, o peão retorna ao percurso principal, continuando sua jornada em direção à linha de chegada.

Como Vencer o Jogo

A primeira equipe que conseguir **chegar ao quadrado vermelho central** é declarada a grande vencedora da Corrida Atômica! Não é necessário tirar o número exato de casas para vencer.

Referências

AQUINO, Marcell; PAULINO, Sibebe. Projeto de incentivo à pesquisa em Letras: ações para uma formação acadêmica crítica. *Claraboia*, n. 23, p. 82-101, 2025.

AQUINO, Marcella Cherchiglia. Mudando o ritmo das aulas de alemão como língua adicional por meio de músicas e mídias digitais. *Pandaemonium Germanicum*, v. 24, n. 42, p. 22-47, 2021.

BARNES, Jonathan. *Filósofos pré-socráticos*. Tradução de Julio Fischer. São Paulo: Martins Fontes, 1997 (reimpr. 2003).

BRASIL. Conselho Nacional de Educação. Resolução nº 7, de 18 de dezembro de 2018. Estabelece as Diretrizes para a Extensão na Educação Superior Brasileira. *Diário Oficial da União*, Brasília, 19 dez. 2018. Disponível em: <https://normativas.mec.gov.br>. Acesso em: 6 jul. 2025.

CABRAL, R. B. S. et al. A câmara de nuvens como estratégia pedagógica para o ensino de raios cósmicos. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 44, p. e20210397, 2022.

COSTA, M. R.; BATISTA, I. L. A Física de partículas no ensino médio: análise das expectativas de aprendizagem do Paraná. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 34, n. 3, p. 957-981, 2017.

DA SILVA LUCAS, L.; PEREIRA, A. M. O ensino de Física Moderna e Contemporânea no ensino médio: desafios e possibilidades para a formação crítica dos estudantes. *Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Matemática*, v. 2, n. 1, p. 45–60, 2020.

DEMO, P. *Educar pela pesquisa*. 10. ed. Campinas, SP: Autores Associados, 2021.

DE SOUZA, A. F.; FERREIRA, A. J. A inserção da física moderna e contemporânea no ensino médio: um panorama das produções recentes. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 37, n. 1, p. 220-243, 2020.

DO NASCIMENTO, Girleide Araujo; SAMPAIO, Jarbas Cordeiro. Física de partículas no ensino médio: um olhar sobre os materiais didáticos. *Revista Aracê*, São José dos Pinhais, v. 7, n. 5, p. 21202–21224, 2025. DOI: 10.56238/arev7n5-011. Disponível em: <https://periodicos.newsciencepubl.com/arace/article/view/4799>. Acesso em: 11 set. 2025.

DORSCH, G. C.; GUIO, T. C. C. Física de partículas no ensino médio: parte II – física nuclear. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 45, e20230067, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2023-0067>.

ENDLER, Anna Maria Freire. *Introdução à Física de Partículas*. São Paulo: Livraria da Física/CBPF, 2010. (Coleção Tópicos em Física).

FERREIRA, J. A. A importância da inserção da Física Moderna no ensino médio. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 35, n. 2, p. 1-12, 2013.

FREIRE, P. *Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa*. 25. ed. São Paulo: Paz e Terra, 2001.

GOMES, J. R.; DUARTE, J. C.; SANTOS, F. M. Física moderna e contemporânea no ensino médio: reflexões e propostas. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 41, e20190123, 2019.

GUIO, T. C. C.; DORSCH, G. C. Física de partículas no ensino médio: parte I – eletrodinâmica quântica. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 43, e20210083, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2021-0083>.

JESUS, R. A.; AMORIM, M. A. Uma proposta de unidade de ensino potencialmente significativa para ensinar Física de Partículas por meio de jogos de cartas. In: *Anais do Simpósio Nacional de Ensino de Física*, 2019.

KIKUCHI, M. et al. Applications of particle accelerators in medicine. *Radiation Physics and Chemistry*, v. 84, p. 108-113, 2013.

KIRK, G. S.; RAVEN, J. E.; SCHOFIELD, M. *Os filósofos pré-socráticos: história crítica com seleção de textos*. 9. ed. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 2008.

LIMA, M. C.; OSTERMANN, F.; CAVALCANTI, C. J. A inserção da física moderna e contemporânea no ensino médio: dificuldades e possibilidades. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 34, n. 1, p. 90-114, 2017.

MOREIRA, M. O Modelo Padrão da Física de Partículas. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 31, n. 1, p. 1-11, 2009.

NEVES, L. A.; SILVA, M. S. Na trilha das partículas: o ensino de Física de Partículas a partir de um jogo de tabuleiro. In: *Anais do Simpósio Nacional de Ensino de Física*, 2021.

NETO, J. M. A Física moderna no ensino médio: dificuldades e possibilidades de abordagem. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 42, e20200217, 2020.

OLIVEIRA, C. M.; VIANNA, D. M.; GERBASSI, A. O ensino de Física Moderna e Contemporânea no nível médio: um levantamento bibliográfico. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 24, n. 1, p. 7-31, 2007.

OSTERMANN, F.; FERREIRA, J. A.; CAVALCANTI, C. J. Inserção da Física Moderna e Contemporânea no ensino médio: panorama e perspectivas. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, v. 15, n. 3, p. 276-290, 1998.

OSTERMANN, F.; MOREIRA, M. A. Uma revisão bibliográfica sobre a área de pesquisa “Física Moderna e Contemporânea no ensino médio”. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 5, n. 1, p. 23-48, 2000.

PIMENTA, S. G.; LIMA, M. S. *Estágio e docência: a prática como eixo da formação docente*. 8. ed. São Paulo: Cortez, 2012.

SANTOS, A. M. D. et al. Ímãs elementares em busca de nova física. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 47, e20240380, 2025. DOI: 10.1590/1806-9126-RBEF-2024-0380.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. de. Alfabetização científica: uma revisão bibliográfica. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 16, n. 1, p. 59–77, 2011.

SCHÄFFER, D.; SCHUMACKER, F. K.; ORENCO, G. Uma introdução à física de partículas para o ensino médio: tradução adaptada do texto de Bettelli, Bianchi-Streit e Giacomelli. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 42, e20200018, 2020.

SIQUEIRA, M.; PIETROCOLA, M. A transposição didática aplicada à Teoria Contemporânea: a Física de Partículas Elementares no Ensino Médio. In: *Anais do Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Física*, Londrina, PR, 2006.

SJØBERG, S.; SCHREINER, C. *The ROSE Project: An overview and key findings*. Oslo: University of Oslo, 2010.

SILVA, J. M.; EIFLER, L. A inserção da Física Moderna e Contemporânea no ensino médio: um estudo sobre obstáculos e possibilidades. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 41, e20180224, 2019.

SOUZA, F. R. et al. Jogo de Física de Partículas: descobrindo o bóson de Higgs. In: *Anais do Simpósio Nacional de Ensino de Física*, 2019.

TEIXEIRA, R. R. P.; GODOY, R. H. R. Recursos didáticos para o ensino de física de partículas. *Revista Iluminart*, v. 19, p. 98-110, 2021.

TERRAZZAN, E. A. A inserção da física moderna e contemporânea no ensino de física na escola de 2º grau. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, v. 9, n. 3, p. 209-214, 1992.

VERNANT, Jean-Pierre. *As origens do pensamento grego*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2002.

Este preprint foi submetido sob as seguintes condições:

- Os autores declaram que os necessários Termos de Consentimento Livre e Esclarecido de participantes ou pacientes na pesquisa foram obtidos e estão descritos no manuscrito, quando aplicável.
- Os autores declaram que a elaboração do manuscrito seguiu as normas éticas de comunicação científica.
- Os autores declaram que estão cientes que são os únicos responsáveis pelo conteúdo do preprint e que o depósito no SciELO Preprints não significa nenhum compromisso de parte do SciELO, exceto sua preservação e disseminação.
- Os autores declaram que os dados, aplicativos e outros conteúdos subjacentes ao manuscrito estão referenciados.
- O manuscrito depositado está no formato PDF.
- Os autores declaram que a pesquisa que deu origem ao manuscrito seguiu as boas práticas éticas e que as necessárias aprovações de comitês de ética de pesquisa, quando aplicável, estão descritas no manuscrito.
- Os autores declaram que uma vez que um manuscrito é postado no servidor SciELO Preprints, o mesmo só poderá ser retirado mediante pedido à Secretaria Editorial do SciELO Preprints, que afixará um aviso de retratação no seu lugar.
- Os autores concordam que o manuscrito aprovado será disponibilizado sob licença [Creative Commons CC-BY](#).
- O autor submissor declara que as contribuições de todos os autores e declaração de conflito de interesses estão incluídas de maneira explícita e em seções específicas do manuscrito.
- Os autores declaram que o manuscrito não foi depositado e/ou disponibilizado previamente em outro servidor de preprints ou publicado em um periódico.
- Caso o manuscrito esteja em processo de avaliação ou sendo preparado para publicação mas ainda não publicado por um periódico, os autores declaram que receberam autorização do periódico para realizar este depósito.
- O autor submissor declara que todos os autores do manuscrito concordam com a submissão ao SciELO Preprints.