

## SCALE-UP E A INSERÇÃO DO ENSINO DE FÍSICA DE PARTÍCULAS NA EDUCAÇÃO BÁSICA: PROPOSTA PARA SALA DE AULA

*Scale-Up and the Introduction of Particle Physics Teaching in Basic Education: a Proposal for the Classroom*

**José Jamilton Rodrigues dos Santos** [jjrodrigues@servidor.uepb.edu.br]

**Larissa Veríssimo de Medeiros** [verissimo.larissa17@gmail.com]

*Universidade Estadual da Paraíba*

*Avenida das Baraúnas, 351, Bodocongó; CEP 58109-753 – Campina Grande – Paraíba – Brasil*

*Recebido em: 08/09/2023*

*Aceito em: 30/11/2023*

### Resumo

Podemos considerar a utilização de abordagens de ensino aliadas às TICs como uma alternativa para a inserção de Física de Partículas na educação básica. Entre as metodologias disponíveis, o *Student-Centered Active Learning Environment with Upside-down Pedagogies* (SCALE-UP) se destaca como uma ferramenta de transformação para o ambiente de sala de aula. Buscando desenvolver uma proposta para implementar o estudo da Física de Partículas no contexto do ensino híbrido utilizando a técnica SCALE-UP, elaboramos uma sequência de ensino de duração de quatro encontros de modo a favorecer a participação dos alunos nas discussões e nas tarefas realizadas dentro e fora de sala de aula.

**Palavras-Chave:** Metodologias Ativas; SCALE-UP; Ensino da Física de Partículas.

### Abstract

We can consider the use of teaching approaches combined with ICTs as an alternative for the inclusion of Particle Physics in Basic Education. Among the methodologies available, the *Student-Centered Active Learning Environment with Upside-down Pedagogies* (SCALE-UP) stands out as a transformative tool for the classroom environment. Seeking to develop a proposal to implement the study of Particle Physics in the context of hybrid teaching using the SCALE-UP technique, we designed a didactic sequence lasting four meetings in order to encourage student participation in the discussions and tasks carried out both inside and outside the classroom.

**Keywords:** Active Methodologies; SCALE-UP; Particle Physics.

## 1- INTRODUÇÃO:

A sequência de ensino proposta trata da inserção do conteúdo de Física de Partículas no ensino de ondulatória utilizando a técnica SCALE-UP (*Student-Centered Active Learning Environment with Upside-down Pedagogies*) na Educação Básica. O SCALE-UP é baseado na sala de aula invertida e divide a aula em três momentos: as atividades tangíveis, que propõe a utilização de experimentos e/ou simulações computacionais em sala de aula, para que os alunos investiguem fenômenos, obtenham dados e discutam com os colegas possíveis explicações para o evento investigado; as atividades ponderáveis que são problemas teóricos em que os alunos devem buscar a solução em conjunto; e os momentos de discussão e integralização do conteúdo trabalhado em aula, onde o(a) professor(a) irá debater sobre o conteúdo aplicado no experimento ou simulação computacional, conectado ao conteúdo estudado em casa, pelos estudantes (BEICHNER, 2007).

Deve fazer parte da proposta de ensino experimentos simples e de baixo custo e a utilização de simuladores computacionais para a investigação do fenômeno. Na utilização desse recurso metodológico, a turma é dividida em grupos que ficarão dispostos em mesas circulares e o objetivo é interagirem e trabalharem juntos para fomentar a discussão entre os discentes.

## 2- JUSTIFICATIVA:

A Física de Partículas é uma área em desenvolvimento com um vasto campo de pesquisa, com aplicações diversificadas e investigações de problemas ainda em abertos. Diante disto, é relevante a discussão sobre tópicos ainda em desenvolvimento para que os alunos da Educação Básica percebam a ciência como um conjunto inacabado, buscando refutar a associação da ciência como uma construção de verdades incontestáveis (CHAUÍ, 2004). Essa ponderação é reforçada especialmente para a Física, quando os estudantes dubiamente a associam como uma área totalmente completa, em que é possível explicar todos os fenômenos observáveis com os conhecimentos já estabelecidos.

Apresentar tópicos da Física de Partículas traz ao discente a possibilidade de investigar e se aprofundar em uma visão dinâmica da ciência, favorecendo a atividade e o engajamento do estudante, que devem ser estimulados a buscar explicações para seus próprios questionamentos, apoiados na física, de modo a perceber que o conhecimento não é desenvolvido instantaneamente, mas que há uma construção, muitas vezes lenta, contínua por trás do desenvolvimento científico.

A construção de um produto educacional com uma proposta de inserção do conteúdo de Física de Partículas inserido em ondulatória vem de um interesse em discutir a Física de Partículas e trazer as metodologias ativas na roupagem do SCALE-UP, como uma ferramenta para alterar, baseado nos dados da literatura, a dinâmica da sala de aula, onde a atividade do aluno busca fazê-lo refletir de maneira mais crítica e participativa.

Esse trabalho discute a proposta desse produto educacional e não está voltada para a aplicação, relato e análise de dados, mas a sugestão de uma sequência de ensino possível a realidade escolar brasileira na Educação Básica.

### 3- PERCURSO METODOLÓGICO:

O planejamento de cada encontro foi desenvolvido seguindo a sequência de aplicação do SCALE-UP (BEICHNER, 2008), e como suporte à sequência de ensino, utilizaremos as Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs), exclusivamente empregando recursos de simulação computacional e apoiados na plataforma digital *moodle*. O SCALE-UP trata de redimensionar a sala de aula, pois a turma é dividida em equipes que precisam trabalhar juntos para promover o uso das técnicas de aprendizagem em que o aluno é o centro do processo de aprendizagem. A configuração da sala de aula propõe facilitar a comunicação entre os estudantes e o professor, e por isso, as carteiras individuais são substituídas por mesas circulares que acomodam os alunos. O SCALE-UP possui uma sequência de aplicação que separa a sala de aula em três momentos:

1) Atividades tangíveis: os alunos realizarão uma atividade de simulação computacional ou atividade experimental simples para verificação do fenômeno. Exemplo: determinar a espessura de uma folha do caderno do aluno e utilizar o resultado para determinar o diâmetro de um ponto final ao final de uma frase no livro (BEICHNER *et al.*, 2007, p. 14).

2) Atividades ponderáveis: correspondem a problemas que os alunos deverão solucionar e discutir entre si. As soluções podem ser compartilhadas para toda a turma. Exemplo: Quão longe uma bola de boliche percorre a pista antes de parar de deslizar e apenas rolar? Quantos passos são necessários para cruzar o Brasil? (BEICHNER *et al.*, 2007, p.15). Os problemas envolvem os assuntos estudados em casa previamente e as atividades tangíveis já realizadas no primeiro momento da aula.

3) Discussões e momentos de fechamento: essa etapa da aula é o momento de formalização e integralização do conteúdo visto em sala, ocorrendo uma interligação dos experimentos e problemas.

A sequência de ensino seguirá essa abordagem, explorando a metodologia ativa da sala de aula invertida e a adoção de mesas circulares que comportem até cinco alunos. A proposta se alinha ao contexto de instituições de ensino em que as disciplinas não são ministradas ao mesmo tempo, em todas as turmas, mas seguindo o sistema de rotação por eixos.

### 4- SEQUÊNCIA DE ENSINO:

**Tema:** Uma proposta de inserção do ensino de Física de Partículas no conteúdo de ondulatória em turmas do ensino médio utilizando o SCALE-UP.

**Número de aulas:** 14 aulas de 60 minutos cada;

#### **Objetivo geral:**

- Discutir conceitos de física das partículas elementares utilizando a técnica SCALE-UP.

#### **Objetivos específicos:**

- Iniciar uma discussão com os alunos para introduzir novas áreas da ciência.

- Conectar conceitos físicos às tecnologias atuais.
- Criar um ambiente de aprendizagem que estimule os estudantes a colaborarem com seu grupo, questionando e ensinando uns aos outros (BEICHNER, 2008).

A investigação inicia-se com a escolha do tema de pesquisa: Física de Partículas; da técnica de ensino a ser utilizada: o SCALE-UP; também a caracterização do objeto de estudo: alunos regulares da série da temática do ensino médio.

A escolha do tema Física de Partículas, teve como interesse o estudo inicial do decaimento radioativo e a aplicação da antimatéria na medicina; conceitos que podem ser desenvolvidos no conteúdo programático de ondulatória.

O planejamento de cada encontro foi desenvolvido seguindo as três etapas da metodologia SCALE-UP e, como suporte à nossa sequência de ensino, utilizaremos as Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs), exclusivamente empregando recursos de simulação computacional apoiados na plataforma digital *moodle*.

As simulações computacionais são recursos importantes que buscam facilitar a observação do fenômeno em questão, possibilitando ao aluno modificar as condições iniciais do experimento para análise e investigação. Utilizaremos o PhET do inglês *Physics Educational Technology: Simulações Interativas da Universidade do Colorado em Boulder*; projeto criado em 2002 por Carl Wieman, com acesso aos simuladores de forma gratuita que podem ser executados no navegador no modo online, por aparelhos celulares, tablets ou computadores; também é possível baixar as simulações e utilizá-las no modo offline.

O *moodle*, do inglês *Modular Object Oriented Distance Learning*, é uma plataforma online desenvolvida na Austrália, em 1999, com o objetivo de conduzir disciplinas de cursos à distância, oferecendo o acompanhamento necessário pelos professores aos alunos. O *moodle* pode ser utilizado para modalidade de ensino à distância, e, também, desempenhar suporte ao ensino presencial ou híbrido. A plataforma possibilita a criação de um espaço virtual de interação e colaboração, facilitando a distribuição do conteúdo pelo professor, a realização de avaliações online, de questionários e atividades diversas, permitindo, também, a atribuição de notas e relatórios de atividades.

A sequência de ensino, nas 11 primeiras aulas, utiliza simuladores computacionais do PHET colorado: a geração de ondas eletromagnéticas; o efeito fotoelétrico e o decaimento nuclear. Os alunos investigam a natureza desses fenômenos apoiados no simulador. Após a utilização dos simuladores no primeiro momento da aula, a sequência segue com discussões sobre os temas e desenvolvimento de problemas conceituais. As quatro últimas aulas são reservadas para a realização de uma atividade experimental: a construção de um detector de partículas - a câmara de Wilson ou câmara de nuvens, seguido de discussão sobre os raios cósmicos. Os simuladores computacionais e experimentos são operados e desenvolvidos por cada equipe, contribuindo para interação e discussão, pois, à luz da metodologia utilizada, os alunos devem participar de forma ativa em cada atividade executada. O quadro 01 abaixo apresenta e sintetiza o escopo geral da sequência de ensino:

**Quadro 01:** Síntese dos momentos da SD

ENCONTROS	MOMENTOS
<p><b>AULAS 01 à 04</b></p> <p><b>DURAÇÃO: 240 min</b></p>	<p><b>1º momento</b> - Atividade investigativa de simulação computacional: laboratório de Faraday.</p> <p>Duração: 60 minutos.</p>
	<p><b>2º momento</b> - Apresentação dos resultados da investigação do 1º momento com as rotações entre equipes. Duração: 20 minutos.</p>
	<p><b>3º momento</b> - Atividade experimental investigativa: determinar a espessura de um fio de cabelo e o tamanho das ranhuras de um CD. Duração: 90 minutos.</p>
	<p><b>4º momento</b> - Debate sobre:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• A geração das ondas eletromagnéticas;</li> <li>• Características das ondas eletromagnéticas;</li> <li>• Fenômenos ondulatórios: difração e interferência.</li> </ul> <p>Duração: 70 minutos.</p>
<p><b>AULAS 05 à 07</b></p> <p><b>DURAÇÃO 180 min</b></p>	<p><b>1º momento</b> - Atividade investigativa de simulação computacional: efeito fotoelétrico.</p> <p>Duração: 60 minutos.</p>
	<p><b>2º momento</b> - Apresentação dos resultados da investigação do 1º momento com as rotações entre equipes.</p> <p>Duração: 30 minutos.</p>

	<p><b>3º momento</b> - Discussão sobre:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Efeito fotoelétrico;</li> <li>● Efeito Compton;</li> <li>● A dualidade onda partícula.</li> </ul> <p>Duração: 45 minutos.</p>
	<p><b>4º momento</b> - Discussão sobre partículas elementares: o zoológico das partículas; A interação forte e a classificação das partículas e o modelo padrão.</p> <p>Duração: 45 minutos.</p>
<p><b>AULAS 08 à 11</b> <b>DURAÇÃO 240 min</b></p>	<p><b>1º momento</b> - Atividade investigativa de simulação computacional: fissão nuclear e o decaimento radioativo.</p> <p>Duração: 60 minutos.</p>
	<p><b>2º momento</b> - Apresentação dos resultados da investigação do 1º momento com as rotações entre equipes.</p> <p>Duração: 20 minutos.</p>
	<p><b>3º momento</b> - Discussão sobre:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● A bomba nuclear;</li> <li>● A interação fraca;</li> <li>● A antimatéria.</li> </ul> <p>Duração: 70 minutos.</p>

	<p><b>4º momento</b> - Momento de pesquisa: aplicações das partículas na medicina.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aparelho de raios-X;</li> <li>• Tomografia por emissão de pósitron – PET scan;</li> <li>• Radioterapia;</li> <li>• Protonterapia.</li> </ul> <p>Duração: 90 minutos.</p>
<p><b>AULAS 12 à 14</b> <b>DURAÇÃO 180 min</b></p>	<p><b>1º momento</b> - Discussão sobre os raios cósmicos.</p> <p>Duração 40 minutos.</p>
	<p><b>2º momento</b> - Pesquisa sobre o experimento da câmara de nuvens.</p> <p>Duração: 20 minutos.</p>
	<p><b>3º momento</b> - Atividade experimental: montagem de uma câmara de Wilson e detecção de partículas.</p> <p>Duração: 90 minutos.</p>
	<p><b>4º momento</b> – Discussão sobre a obtenção de dados.</p> <p>Duração: 30 minutos.</p>

Fonte: Autoria própria.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apresentamos uma sequência de ensino que combina as abordagens da sala de aula invertida e o método SCALE-UP na Educação Básica. Originalmente desenvolvido para o ensino superior, adaptamos essa metodologia para o Ensino Básico com o propósito de capacitar os alunos a resolver problemas, fomentar a autonomia intelectual na busca por soluções para suas dificuldades e promover a colaboração em grupo para a realização de projetos e atividades conjuntas.

O método SCALE-UP transforma o ambiente da sala de aula, enfatizando o protagonismo dos estudantes e facilitando a interação entre eles e o professor. Isso é alcançado por meio da promoção de atividades de investigação e experimentação em grupo.

Na abordagem SCALE-UP, utilizamos a sala de aula invertida, em que os alunos se preparam para as aulas acessando vídeos e materiais fornecidos ou recomendados pelo professor, e respondendo a questionários prévios. Durante cada encontro presencial, após o estudo prévio, incorporamos o uso do simulador computacional PhET Colorado como parte das atividades práticas. Em seguida, exploramos problemas selecionados, como atividades hands-on e conduzimos discussões no site Quizizz para conectar os conceitos aprendidos em casa ao conteúdo da aula. Além disso, realizamos experimentos em sala de aula, como a medição da espessura de um fio de cabelo usando a difração de ondas e a detecção de partículas com o experimento da câmara de nuvens. Todas essas atividades, incluindo o uso de tecnologia, pretendem estimular a participação ativa dos estudantes e criar um ambiente de aprendizagem de alta qualidade. Convidamos o leitor a aprofundar o estudo sobre a temática em Medeiros e Rodrigues (2019).

## REFERÊNCIAS

BEICHNER, R. J.; SAUL, J. M.; ABBOUTT, D. S.; MORSE, J. J.; DEARDORFF, D. L.; ALLAIN, R.J.; BONHAM, S. W.; DANCY, M. H.; RISLEY, J. S. **Student-Centered Activities for Large Enrollment Undergraduate Programs (SCALE-UP) project**. In: REDISH, E. F.; COONEY, E. F. (eds) *Research Based Reform of University Physics*. American Association of Physics Teachers, 2007.

BEICHNER, R. J. et al. **The Student-Centered Activities for Large Enrollment Undergraduate Programs (SCALE-UP) Project**. Raleigh, NC: North Carolina State University, 2008.

CHAUÍ, Marilena. **Convite à Filosofia**. São Paulo: Editora Ática, 2004.

MEDEIROS, L. V. e RODRIGUES, J. J. **Inserção do Ensino de Física de Partículas no Conteúdo de Ondulatória para o Ensino Médio Utilizando o SCALE-UP**. Dissertação de Mestrado. MNPEF, 2020. Disponível em: [MNPEF- Campina Grande - Dissertações \(google.com\)](#). Acesso em: 06 ago. 2023.