

ENSINO DE CONCEITOS FÍSICOS PRESENTES NA RESSONÂNCIA MAGNÉTICA NUCLEAR E CONSTRUÇÃO DE MANGÁS

Teaching Physical Concepts Present in Nuclear Magnetic Resonance and the Construction of Manga Comics

Maria da Ressurreição Donato Macêdo Gusmão [ressudonato@gmail.com]

Cristina Porto Gonçalves [cgoncalves@uesb.edu.br]

Luizdarcy de Matos Castro [luizdarcy.castro@uesb.edu.br]

Mestrado Nacional de Ensino Profissional do Ensino em Física

Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB)

Estrada do Bem Querer, Km 04 – CEP: 45031-300 – Vitória da Conquista – BA

Resumo

O ensino de física deve ter uma abordagem contextualizada e interdisciplinar para que o indivíduo tenha sua formação integral em meio a sociedade, acompanhando os avanços científicos e tecnológicos. O trabalho apresentado teve por finalidade contribuir para o ensino de conceitos da Física, tendo como objetivo, propor um estudo dos conceitos físicos presentes na ressonância magnética e construção de um mangá com esses conceitos. Utilizou-se a leitura de história em quadrinho e confecção de mangás, mediante a elaboração, implantação e avaliação de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS). O referencial teórico vinculado foi a Aprendizagem Significativa de David Ausubel e o modelo da UEPS proposto por Marco Antônio Moreira. A pesquisa foi realizada no Colégio Estadual de Tempo Integral de Barra do Choça, na turma do terceiro ano E, para despertar o interesse nos alunos ao observarem conteúdos da Física presentes no cotidiano. Foram usados recursos e atividades como o simulador PhET, história em quadrinho, questionários, textos didáticos, atividade lúdica, confecção de mangás, experimentos simples de campo magnético e WebQuest. Por fim, conclui-se que a execução dessa UEPS levou os alunos a terem um olhar ampliado acerca do estudo de Física, afinal, houve uma materialização da parte teórica estudada, possibilitando uma melhor associação e consequente implantação de curiosidades sobre assuntos referente a física e seus fundamentos.

PALAVRAS-CHAVE: Aprendizagem Significativa Crítica; Ressonância magnética Nuclear; Mangás; Física.

Abstract

Physics education should have a contextualized and interdisciplinary approach so that individuals receive a well-rounded education within society, keeping pace with scientific and technological advancements. This work aimed to contribute to the teaching of physics concepts, proposing a study of the physical concepts present in magnetic resonance and the creation of a manga using these concepts. The study utilized comic strip reading and manga creation through the development, implementation, and evaluation of a Potentially Meaningful Teaching Unit (PMTU). The theoretical framework was based on David Ausubel's Meaningful Learning and the PMTU model proposed by Marco Antônio Moreira. The research was conducted at the Barra do Choça State Full-Time School, in the third-year E class, to spark students' interest by observing physics concepts present in everyday life. Resources and activities used included the PhET simulator, comic strips, questionnaires, didactic texts, playful activities, manga creation, simple magnetic field experiments, and WebQuests. In conclusion, the implementation of this UEPS (Unit of Pedagogical Studies) led

students to have a broader perspective on the study of Physics. After all, it materialized the theoretical part studied, allowing for better association and consequent development of curiosities about topics related to physics and its fundamentals.

KEYWORDS: Meaningful Learning; Magnetic Resonance Imaging Device; Manga; Physics.

Introdução

De acordo com as diretrizes educacionais, o ensino de Física deve ultrapassar a transmissão de conteúdos conceituais, assumindo um papel estratégico na formação integral do estudante e na ampliação de sua cidadania. Nessa perspectiva, orientações educacionais defendem uma abordagem contextualizada, investigativa e interdisciplinar, na qual os conhecimentos físicos são relacionados aos fenômenos do cotidiano, aos avanços científicos e tecnológicos e às problemáticas sociais.

Ao promover a compreensão crítica das leis naturais e de suas aplicações, o ensino de Física contribui para o desenvolvimento do pensamento científico, da autonomia intelectual e da capacidade de participação consciente em debates públicos, favorecendo a construção de sujeitos capazes de tomar decisões informadas, éticas e socialmente responsáveis em uma sociedade cada vez mais marcada pela ciência e pela tecnologia.

Atualmente, ao observar a educação em Física, deixa de ser baseada na memorização mecânica de fórmulas e passa a promover uma aprendizagem ativa, reflexiva e contextualizada. Quando fundamentada na teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel, assume um papel essencial na construção do conhecimento científico de forma consciente e duradoura. Nessa perspectiva, o ensino de Física deve partir dos conhecimentos prévios dos estudantes para que seja feita assimilação de novos conceitos, leis e fenômenos físicos.

Em seu livro “Aquisição e Retenção de Conhecimentos: Uma perspectiva cognitiva”, Ausubel, afirma a seguinte sentença com relação ao conhecimento:

O conhecimento é significativo por definição. É o produto significativo de um processo psicológico cognitivo (“saber”) que envolve a interação entre ideias “logicamente” (culturalmente) significativas, ideias anteriores (“ancoradas”) relevantes da estrutura cognitiva particular do aprendiz (ou estrutura dos conhecimentos deste) e o “mecanismo” mental do mesmo para aprender de forma significativa ou para adquirir e reter conhecimentos (AUSUBEL, 2000).

Associado à esse conceito, na perspectiva de Marco Antônio Moreira (2005), a aprendizagem significativa crítica representa uma evolução da clássica teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel, pois requer mais do que significado para o conhecimento adquirido, mas também que esse indivíduo possa refletir sobre o mesmo e fazer interferência quando necessário.

A aplicação dessa teoria na prática docente implica que o professor deixe de ser transmissor de conteúdos e se torne mediador do conhecimento. Ele deve, por meio de atividade introdutória, identificar os conhecimentos que o aluno já possui, propor situações-problema que despertem curiosidade e desafio cognitivo, e fomentar o aluno a pensar de forma autônoma e crítica a respeito do que se aprendeu (MOREIRA, 2010).

A aprendizagem significativa crítica exige que o aprendiz não apenas compreenda e diferencie conhecimentos novos a partir de sua estrutura cognitiva, mas também desenvolva reflexão crítica sobre sua inserção cultural, social e histórica. Isso acarreta uma condição essencial num mundo em que ocorrem mudanças e informações rápidas que requer cada vez mais

compreensão, e reflexão do que ocorre na sociedade. Para tanto Moreira propõe atividades que conectem o conhecimento escolar à realidade social do aluno, para que ele desenvolva sua criticidade e que dê um significado para aquilo que foi aprendido (MOREIRA, 2012).

Tendo em vista isso, essa pesquisa é baseada na teoria da aprendizagem significativa de Ausubel e aprendizagem significativa crítica de Moreira, que procuram dar um verdadeiro significado e criticidade ao que é aprendido. Portanto, tem como objetivo, propor um estudo dos conceitos físicos presentes na ressonância magnética e construção de um mangá com esses conceitos. Para tal é necessário que alguns objetivos específicos sejam alcançados: identificar evidências de aprendizagem significativa por meio da aplicação da UEPS; reconhecer os conceitos físicos estudados na ressonância magnética; diferenciar as notícias verdadeiras em relação à ciência das *fake news* encontradas em redes sociais e noticiários; e confeccionar histórias, no modelo mangá, para ressaltar o que foi aprendido.

2. Procedimentos didáticos-metodológicos

A metodologia abordada nesta pesquisa é vinculada ao que Moreira (2016) chama de interpretativa, pois utiliza de alguns aspectos quantitativos e qualitativos, ele diz:

“O pesquisador qualitativo também transforma dados e eventualmente faz uso de sumários, classificações e tabelas, mas a estatística que usa é predominantemente descritiva.”

Dentro dessa perspectiva, ao definir a metodologia quantitativa e a qualitativa, são abordagens de pesquisa amplamente discutidas na literatura científica. Segundo Creswell (2014), a metodologia quantitativa busca mensurar fenômenos por meio de dados numéricos, utilizando instrumentos padronizados e técnicas estatísticas, com o propósito de testar hipóteses, identificar padrões e generalizar resultados.

Já a metodologia qualitativa, conforme defendem Denzin e Lincoln (2018), concentra-se na compreensão aprofundada dos significados, percepções e processos sociais, valorizando a interpretação do pesquisador, o contexto e a subjetividade dos participantes, por meio de entrevistas, observações e análise de documentos. Elas podem ser associadas de acordo com o objetivo da pesquisa.

Um dos princípios que Moreira (2011) elege para uma UEPS é que a avaliação da aprendizagem significativa deve ser progressiva. Ou seja, que no seu desenvolvimento deve-se buscar evidências dessa aprendizagem por meio de atividades que atraiam a atenção dos estudantes. Moreira (2016) também ressalta que:

“A avaliação da aprendizagem pode, em princípio, promover evidências não só sobre o que foi aprendido, mas também sobre até que ponto o ensino foi responsável por isso.”

Tendo em vista esse aspecto, essa sequência didática buscou elucidar aos estudantes conceitos físicos contido num exame de ressonância magnética nuclear, os quais foram propostos: ondas eletromagnéticas com enfoque nas ondas de rádio, campo magnético, spin, algumas *fake news* e o funcionamento do exame de ressonância magnética. Para isso, foram compostas atividades como questionários, Google Forms, simulador PhET, história em quadrinho, textos didáticos, WebQuest, atividade lúdica em sala, experimentos simples e vídeos, e a participação dos alunos em sala.

2.1 Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS)

A UEPS, Unidade de Ensino Potencialmente significativa, é uma sequência didática que tem como característica ter foco em tópicos específicos de um conteúdo de ciências. Ela tem duração curta em sua aplicação em sala de aula, para que haja uma aprendizagem significativa em que o aluno possa repeti-la com suas palavras, questionar, argumentar a partir de evidências, ao invés de aplicar fórmulas em questionários (Moreira e Massoni, 2016).

Essas Unidades de Ensino Potencialmente Significativa, tiveram como base as teorias da aprendizagem de David Ausubel (1968), em visões clássicas e contemporâneas (Moreira e Masini, 1982); as teorias de educação de Joseph D. Novak (1977) e de D.B. Gowin (1981); a teoria interacionista social de Lev Vygotsky (1987); a teoria dos campos conceituais de Gérard Vergnaud (1990); a teoria dos modelos mentais de Philip Johnson-Laird (1983) e a teoria da aprendizagem significativa crítica de M.A. Moreira (2005).

Segundo Moreira (2011), as UEPS seguem os seguintes princípios:

- o conhecimento prévio é a variável que mais influencia a aprendizagem significativa (Ausubel);
- pensamentos, sentimentos e ações estão integrados no ser que aprende; essa integração é positiva, construtiva, quando a aprendizagem é significativa (Novak);
- é o aluno quem decide se quer aprender significativamente determinado conhecimento (Ausubel; Gowin);
- organizadores prévios mostram a relacionalidade entre novos conhecimentos e conhecimentos prévios;
- são as situações-problema que dão sentido a novos conhecimentos (Vergnaud); elas devem ser criadas para despertar a intencionalidade do aluno para a aprendizagem significativa;
- situações-problema podem funcionar como organizadores prévios;
- as situações-problema devem ser propostas em níveis crescentes de complexidade (Vergnaud);
- frente a uma nova situação, o primeiro passo para resolvê-la é construir, na memória de trabalho, um modelo mental funcional, que é um análogo estrutural dessa situação (Johnson-Laird);
- a diferenciação progressiva, a reconciliação integradora e a consolidação devem ser levadas em conta na organização do ensino (Ausubel);
- a avaliação da aprendizagem significativa deve ser feita em termos de buscas de evidências; a aprendizagem significativa é progressiva;
- o papel do professor é o de provedor de situações-problema, cuidadosamente selecionadas, de organizador do ensino e mediador da captação de significados de parte do aluno (Vergnaud; Gowin);
- a interação social e a linguagem são fundamentais para a captação de significados (Vygotsky; Gowin);
- um episódio de ensino envolve uma relação triádica entre aluno, docente e materiais educativos, cujo objetivo é levar o aluno a captar e compartilhar significados que são aceitos no contexto da matéria de ensino (Gowin);
- essa relação poderá ser quadrática na medida em que o computador não for usado apenas como material educativo;
- a aprendizagem deve ser significativa e crítica, não mecânica (Moreira);
- A aprendizagem significativa crítica é estimulada pela busca de respostas (questionamento) ao invés da memorização de respostas conhecidas, pelo uso da diversidade de materiais e estratégias instrucionais, pelo abandono da narrativa em favor de um ensino centrado no aluno (Moreira).

Dessa forma, para sustentar a estrutura de uma UEPS, organizou-se em oito etapas os aspectos que estão sintetizadas abaixo:

1. Definição do tema a ser abordado;
2. Criar situação que leve o aluno a resgatar e expor seus conhecimentos prévios;
3. Propor situação-problema em nível introdutório do conteúdo, para ancorar o novo

- conhecimento;
4. Exposição do conteúdo objeto do estudo partindo dos aspectos mais gerais, como exemplos de aplicação em direção ao aprofundamento;
 5. Retomar os aspectos mais gerais do conteúdo, porém em nível mais alto de complexibilidade;
 6. Conclusão da unidade dando seguimento ao processo de diferenciação progressiva retomando as características mais relevantes do conteúdo de forma integradora;
 7. Avaliação da aprendizagem por meio da UEPS, que deve ser feita ao longo da sua implementação. Também deve ser feita uma avaliação que seja individual que contenham questões que impliquem compreensão e evidências de aprendizagem;
 8. Por último deve ser feita a avaliação da UEPS, que deve ser feita mediante análise de desempenho dos alunos.

Além disso, os materiais utilizados na UEPS, devem ser diversificados: questionários, slides, simulações, quadrinhos, participação ativa dos alunos e atividades individuais, todas com o objetivo de promover a aprendizagem significativa e crítica. Também, deve-se evidenciar que os passos apresentados acima não são rígidos e engessados, podendo ser alterados de acordo com a necessidade do professor.

3. Intervenção em sala de aula

A sequência didática apresentada teve como objetivo levar aos estudantes alguns conceitos de Física encontrados no exame de ressonância magnética nuclear e construção de um mangá com esses conceitos. Com a finalidade de aproximar o estudante das tecnologias do seu cotidiano, que utilizam a Física, tanto em seu aspecto clássico, quanto um pouco da Mecânica Quântica como base em seus estudos e funcionamento. Essa intervenção procurou enfatizar a aprendizagem significativa de David Ausubel e da aprendizagem significativa crítica de Marco Antônio Moreira, com atividades que normalmente não são empregadas nas aulas de física, e que potencialmente facilitam o aprendizado.

3.1 Contexto da Pesquisa

Essa pesquisa foi implementada em duas aulas de Física e uma aula de uma disciplina eletiva por semana. A utilização do momento destinado a aula eletiva se fez necessário, pois na unidade de implementação da pesquisa, os estudantes tiveram que fazer a Prova Plural, projeto para avaliação das escolas estaduais vindas do Núcleo de Tecnologia Educacional (NTE). Além disso, os feriados nesse período, setembro a novembro de 2024 influenciaram nessa necessidade, afinal as aulas de Física insuficientes para a aplicação.

Foi realizada a aplicação no Colégio Estadual de Tempo Integral de Barra do Choça (CETI), localizado no município de Barra do Choça, Bahia, e ministrada pela autora deste trabalho e professora da turma.

O CETI foi fundado em 2023, mas o funcionamento do ensino médio em Barra do Choça passou por outras instituições, sendo elas: Centro Educacional de Barra do Choça, escola municipal que funcionou do ano de 1986 até 2002 (com as últimas turmas, 2002, no noturno); no ano de 2001 a responsabilidade foi direcionada para o Governo do Estado, e começou a funcionar no Colégio Estadual Dária Viana de Queiroz, até início de 2023. O CETI possui 24 salas de aulas, sala de informática, sala de laboratório, biblioteca, sala de dança, teatro, refeitório, quadras esportivas, sala multifuncional, sala de professores, coordenação, gestão e secretaria. O colégio funciona em tempo

integral de 7 horas (7:00 às 14:30) e o turno noturno com a Educação de Jovens e Adultos (EJA). A maior parte dos estudantes reside em Barra do Choça, sendo a menor quantidade da zona rural. Isso porque no Distrito de Barra Nova (15 Km de Barra do Choça) há o Colégio Estadual Vitória Lima e no Assentamento do Cangussu há o Colégio Estadual Lúcia Rocha.

A turma escolhida para participar de forma efetiva nas atividades da UEPS foi o terceiro ano E do Ensino Médio, em meio a cinco turmas em que essa autora também era professora. Esses estudantes não faziam parte do Ensino Integral, eles só tinham aulas das 7:00 às 11:00. As aulas duravam 45 minutos, pois o horário da escola era vinculado ao do município devido alguns alunos precisarem do transporte, que é promovido pela prefeitura.

Para classificação da turma, não foi aplicado um questionário socioeconômico, porém, por meio das matrículas observou-se que a maioria residia em Barra do Choça. Essa turma era composta de 32 alunos, com faixa etária de 17 a 22 anos, sendo 15 alunos do sexo masculino e 17 alunas do sexo feminino. Todos moravam com os pais e dependiam financeiramente destes.

3.2 Aspectos sequenciais da UEPS

Passo 1: Definição do conteúdo a ser abordado

Objetivo: Apresentar o tema da sequência didática e a metodologia que será empregada nas atividades.

Para essa sequência didática foi escolhido os conceitos físicos envolvidos em um exame de ressonância magnética nuclear tendo em vista a abordagem tanto de aspectos da Física Clássica quanto da Física Quântica. Também, envolvendo o uso de tecnologias e seu uso na sociedade, um dos pré-requisitos para o Ensino de Física no Ensino Médio, citados tanto no Plano Curricular Nacional (PCN'S) quanto na Base Nacional Comum Curricular (BNCC).

A apresentação da sequência didática usada na unidade foi demonstrada para os estudantes por meio de slides, contendo um resumo dos conteúdos que serão abordados: ondas eletromagnéticas, campo magnético, fóton, spin e por fim o funcionamento do aparelho de ressonância magnética nuclear. Após a apresentação dos slides, foi sugerido uma pequena discussão com os alunos a respeito do que foi exposto.

Passo 2: Levantamento de conhecimentos prévios

Objetivo: verificar por meio do questionário conhecimentos prévios sobre o que será estudado nesta sequência didática.

Moreira (2011), propõe que ao começar a aplicação de uma UEPS, o professor crie uma situação para expor os conhecimentos prévios dos alunos. Tendo em vista este aspecto foi desenvolvido e aplicado um questionário de sondagem contendo 15 questões de múltiplas escolhas com os conteúdos que seriam estudados nesta sequência didática.

Esse questionário foi aplicado individualmente, não tendo nenhuma intervenção do professor, mas ficou livre para discussão entre os alunos. Ao final da atividade proposta, professor e aluno discutiram sobre as respostas dadas.

Passo 3: Situações problemas em nível introdutório

Objetivo: Diferenciar os tipos de ondas eletromagnéticas no espectro eletromagnético; caracterizar ondas de rádio; Reconhecer a existência do campo magnético presente nas experiências simples em sala de aula; Interpretar o fenômeno da passagem de corrente elétrica no campo magnético por meio da simulação do PhET.

Nesse passo as atividades aqui propostas têm como objetivo resgatar e ancorar o novo conhecimento dando um novo sentido ao que foi aprendido. Para tanto foram necessárias quatro aulas para rever os conteúdos de ondas eletromagnéticas e campo magnético.

Nas primeiras aulas, os alunos foram divididos em duplas para a leitura de uma história em quadrinho sobre ondas eletromagnéticas, onde separou-se um aluno e uma aluna para fazer a leitura em voz alta representando os personagens da história, enquanto os demais acompanham silenciosamente. Após a leitura foi feito um mapa mental no quadro com ajuda dos alunos, os quais disseram em uma palavra o que entenderam sobre as ondas eletromagnéticas, expressando o entendimento do que foi lido. Em seguida foi apresentado um vídeo do Youtube, sobre ondas eletromagnéticas para fechamento desse primeiro momento.

Na terceira aula, o tema abordado, de forma breve e introdutória, foi campo magnético, para isso utilizou-se alguns recursos como, bússola, ímãs, palha de aço (para retirar a limalha de ferro) e papel ofício, tendo em vista experimentos simples com o objetivo de mostrar o campo magnético presente em um ímã. Os alunos foram divididos em equipes e foi distribuído uma bússola, papel ofício e a palha de aço para cada uma delas. No primeiro momento a equipe colocou a bússola na mesa e aproximou o ímã e observou-se o que aconteceu, logo após o professor indagou o que ocorreu e de forma oral eles disseram o que ocorreu.

No segundo momento os alunos retiraram a limalha de ferro da palha de aço colocando em cima do papel ofício, em seguida passaram por baixo da folha o ímã e observaram o que ocorreu, logo após o professor fez uma breve explicação do que ocorreu nos experimentos

Na quarta aula os alunos foram levados à sala de informática com a finalidade de observar o campo magnético atravessado por uma corrente elétrica por meio do simulador PhET. Caso na escola não tenha essa sala, o professor poderá apresentar na televisão.

Antes de passar para o próximo passo em uma quinta aula, foi aplicado em sala de aula um questionário no Google Forms, enviado no grupo de WhatsApp dos alunos, com questões relacionadas a física quântica e as *fake news* que envolvem esse tema. Após eles terminarem, foi feito uma brincadeira “batata quente”, onde os alunos foram dispostos em círculos e uma caixinha com perguntas que estavam no questionário passou pelas mãos dos alunos, ao mesmo tempo que uma música estava tocando ao fundo. Ao ser interrompida a música, o aluno que estivesse com a caixa responderia uma pergunta que estava contida na mesma, e a brincadeira seguiu até acabar as questões. O objetivo foi a expressão oral dos alunos a respeito do assunto.

Passo 4: Apresentação do conhecimento a ser ensinado/aprendido

Objetivo: Reconhecer os conceitos físicos presentes nos textos didáticos; identificar a relação entre as personagens dos textos e o tema abordado.

Nessa quarta etapa foi utilizado textos didáticos, divididos em três partes, contendo elementos presentes na ressonância magnética nuclear, com o intuito de levar o conteúdo de forma mais geral e de forma gradativa até o quinto passo, onde o conteúdo terá maior complexibilidade.

Foram usadas três aulas com leitura dos textos de forma interativa e participativa com os alunos. Estão contidos nessas histórias conceitos como do ímã de neodímio, bobinas e outros. Após cada leitura foi pedido, aos alunos que grifassem no texto, os conceitos ou palavras que eles encontraram que pertenciam à física, depois foi feita uma explicação de alguns termos de forma dialogada.

Passo 5: Conteúdo em nível de complexidade maior

Objetivo: Identificar os passos do exame de ressonância magnética nuclear. Reconhecer a evolução do aparelho de ressonância magnética apontando sua melhor eficácia no resultado; identificar *fake news* relacionada com a física quântica e o exame de ressonância magnética.

Nesse passo onde Moreira propõe que situações-problemas com um grau maior e crescente deva ser introduzida, foram utilizados recursos como o slide explicando funcionamento do aparelho de ressonância magnética e uma WebQuest para fomentar os conteúdos de física estudados até aqui. Foram necessárias duas aulas para a apresentação do slide, que se deu de forma dialogada, sempre procurando a participação dos alunos.

Na terceira aula foi feita a leitura do WebQuest com a participação dos alunos e tirando dúvidas a respeito do que foi dito. Após isso os alunos responderam a uma pergunta contida na última página da WebQuest.

A aula seguinte foi dedicada a orientações sobre como confeccionar o mangá, a data de entrega e dúvidas que surgiram com o decorrer do bate-papo.

Passo 6: Conclusão da UEPS

Objetivo: Mostrar o que foi aprendido com os conteúdos propostos nesta sequência didática por meio das histórias contidas nos mangás; despertar o interesse pela leitura de textos, revistas e sites que contenham conteúdo de Física mesmo que de forma informal.

Os alunos, em equipe, apresentaram em sala, as histórias dos seus mangás para o professor e seus colegas, proporcionando uma discussão como forma de integrar os conteúdos vistos nessa sequência.

Passo 7: Avaliação contínua, somativa individual

A avaliação da UEPS é feita durante todo o processo da aplicação da sequência didática, que foi realizada com a participação dos alunos oralmente em sala, respondendo os questionários utilizados, pela confecção dos mangás, pelo WebQuest, e por último um questionário individual, tudo isso tendo em vista buscar evidências da aprendizagem significativa.

Os passos de uma UEPS proposta por Moreira não deve ser algo rígido, inflexível, pelo contrário, o professor que irá aplicar, pode fazer ajustes nas atividades, nos passos, para que ela seja exitosa e que promova evidências de aprendizagem significativa crítica.

Passo 8: Avaliação da UEPS

A avaliação da UEPS foi feita por meio de um questionário no Google Forms enviado para o grupo de WhatsApp da turma, composto de questões objetivas com a finalidade de saber a opinião dos alunos quanto a funcionalidade da UEPS, se fez diferença no aprendizado utilizar estratégias pedagógicas variadas, se gostariam de aprender desta forma, entre outras questões, com o objetivo de perceber se foi satisfatória a sequência didática.

4. Resultados e discussões

Nesta seção foram discutidos resultados das atividades realizadas em sala com o intuito de melhorar a compreensão dos conceitos de física abordados nessa UEPS.

4.1 Análise do questionário de levantamentos prévios

Ausubel e Moreira defendem que aprendemos melhor algo a partir do que já sabemos sobre o assunto, tendo em vista isso, foi aplicado um questionário com 15 questões objetivas a respeito dos conceitos que seriam aplicados nesta UEPS, nesse momento havia 29 alunos em sala de aula. As questões abordadas eram sobre ondas eletromagnéticas (1 a 3), campo magnético (4 a 6), fóton (7 a 9), spin (10 a 12) e ressonância magnética (13 a 15).

Tabela 1: Análise do questionário de levantamentos prévios

Questão	Respostas corretas	Respostas incorretas
01	15	14
02	14	15
03	10	19
04	5	24
05	2	27
06	21	08
07	08	21
08	06	23
09	05	24
10	09	20
11	14	15
12	13	16
13	15	14
14	7	22
15	17	12

Fonte: Autora, 2025.

Percebe-se pela tabela que os alunos tinham mais facilidade nos conteúdos referentes às ondas eletromagnéticas e os demais assuntos verificou-se que havia um desconhecimento por parte dos alunos. Em sala de aula durante a aplicação do questionário a participação dos alunos foi proveitosa, pois ao lerem as questões eles lembraram dois “aulões”, um promovido pela própria escola e outro pela UESB. Ao qual foi mencionado, em ambas as aulas, conteúdos de ondas eletromagnéticas e campo magnético o qual facilitou na hora de responder às questões. Sobre fótons, spin e ressonância relataram não ter muito conhecimento a respeito disso.

O objetivo da atividade foi atingido pois tanto as respostas do questionário quanto à participação em sala comprovaram o que os alunos conheciam ou desconheciam sobre os conteúdos que iremos estudar, isso facilitou o planejamento das próximas aulas, pois facilitou a abordagem de tais conteúdos.

4.2 Situações problemas em nível introdutório

Nesse passo foram utilizadas seis aulas, das quais duas aulas foram para leitura participativa de uma história em quadrinhos sobre ondas eletromagnéticas (Raquel Luíza, UnB), o qual surpreendeu os alunos, pois eles disseram: “Nossa podemos estudar física por meio de histórias”. Nessa aula revisamos ondas eletromagnéticas.

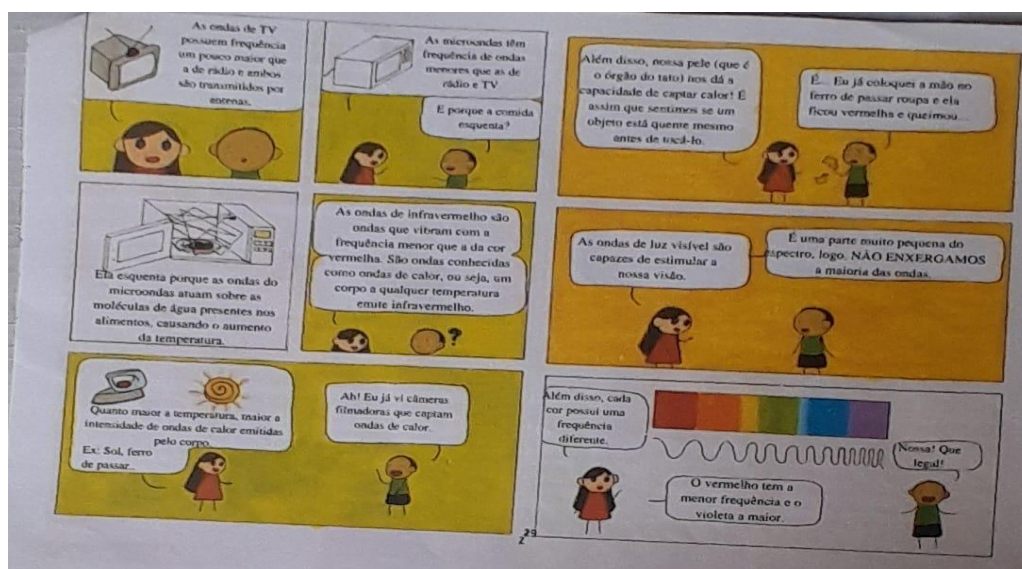


Figura 1: Registro de história em quadrinhos utilizada em didática
Fonte: Autora, 2024.

Nas duas aulas seguintes os alunos foram distribuídos em equipes para realização de pequenos experimentos para evidenciar o campo magnético, foram utilizadas ímãs, bússolas, palhas de aço, papel ofício e um carrinho de baixo custo movido com ímã. A participação dos alunos foi importante, pois fizeram várias indagações e se surpreenderam bastante com a demonstração de linhas de campo. Enquanto viam as linhas de campo se formando, um aluno disse: “ainda bem que essa aula não é na idade média, se não a senhora seria queimada na fogueira como bruxa” e houve muitos risos, após o término foi feita uma aula na sala de informática utilizando o simulador PhET, eles ficaram empolgados, e observaram uma corrente elétrica passando por um campo magnético, Lei de Faraday.

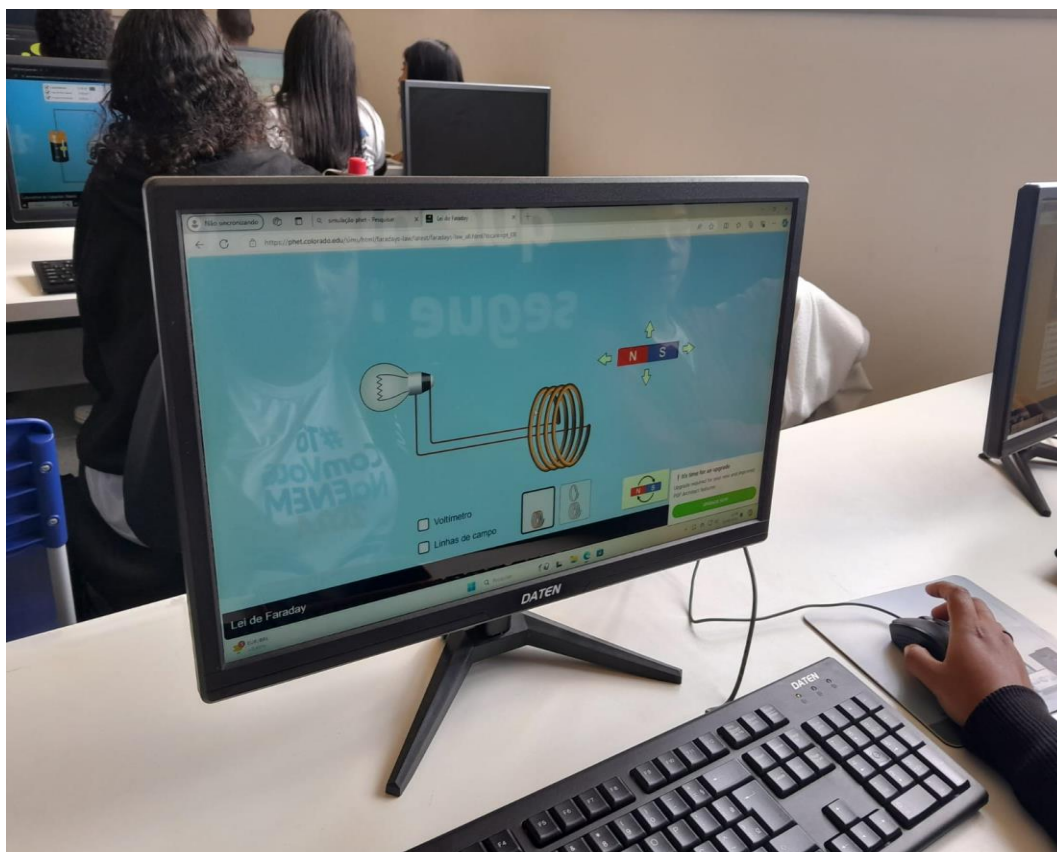


Figura 2: Registro de Simulador PhET
Fonte: Autora, 2024.

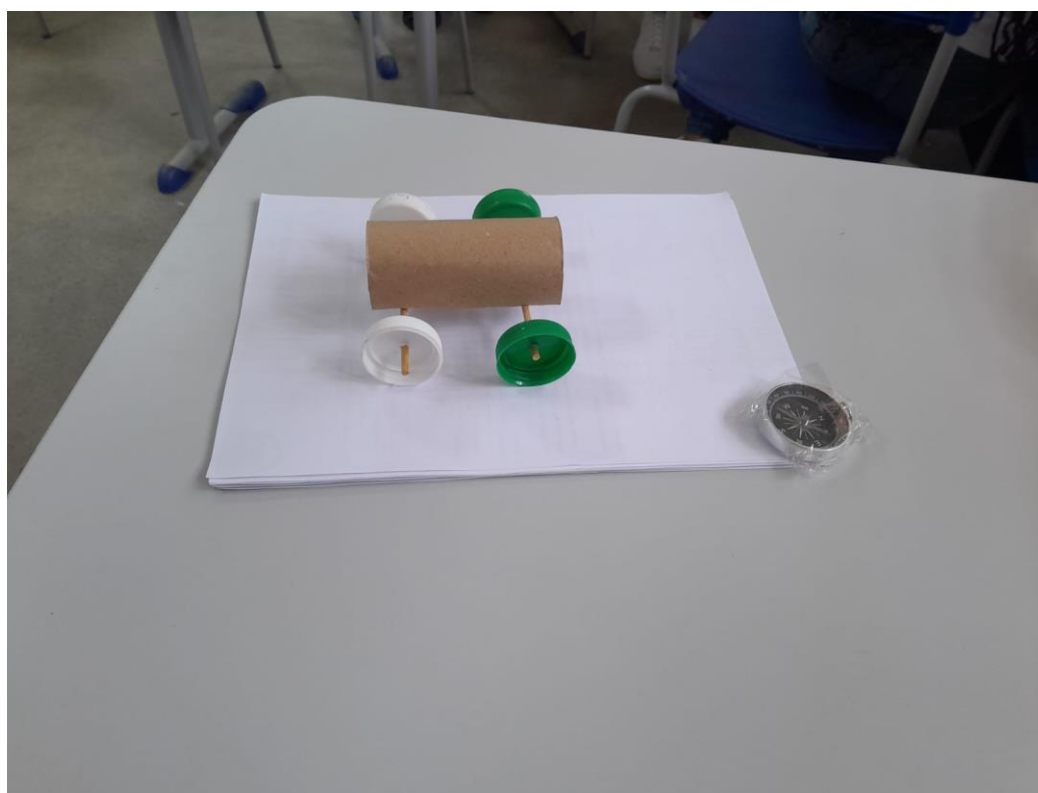


Figura 3: Registro de experiência desenvolvida acerca do campo magnético
Fonte: Autora, 2024.



Figura 4: Registro do agrupamento de alunos em formação do experimento
Fonte: Autora, 2024.

Nas últimas duas aulas foi aplicado um questionário do Google Forms, contendo perguntas sobre ressonância magnética, *fake news* relacionados a Mecânica Quântica, reportagens sobre micro-ondas, e desenvolvimento científico. Depois de responderem foi feita uma atividade lúdica em que os alunos se sentavam em círculo e uma caixa com as perguntas que estavam no questionário era passado de mão em mão até que a música parava e quem ficava com a caixa tinha que responder uma das perguntas contidas ali. Foi percebido pelas respostas que os alunos ainda tinham crenças errôneas sobre o exame de ressonância magnética, evolução científica e ondas eletromagnéticas, devido a muitas vezes há *fake news* relatadas pelos alunos. Essa atividade demonstrou que ainda havia alguns pontos que despertaram dúvidas, os quais foram explicados pela professora no decorrer da brincadeira. A avaliação dessa atividade foi feita pela participação dos alunos por meio de perguntas e respostas envolvidas no decorrer da atividade lúdica (brincadeira).



Figura 5: Registro de alunos em realização de atividade
Fonte: Autora, 2024.

4.3 Conhecimento em nível de complexibilidade maior

Nessa etapa foi utilizado WebQuest em sala de aula que continha informações sobre o exame de ressonância magnética nuclear mostrando a primeira imagem feita, o funcionamento do exame, com *gifs*, o efeito do campo magnético no corpo humano, esclarecimentos sobre algumas *fake news* e por fim uma questão pedindo aos alunos que fizessem um pequeno texto dizendo o que acharam desta página e o que mais gostou. abaixo foi destacado algumas respostas dessa atividade.

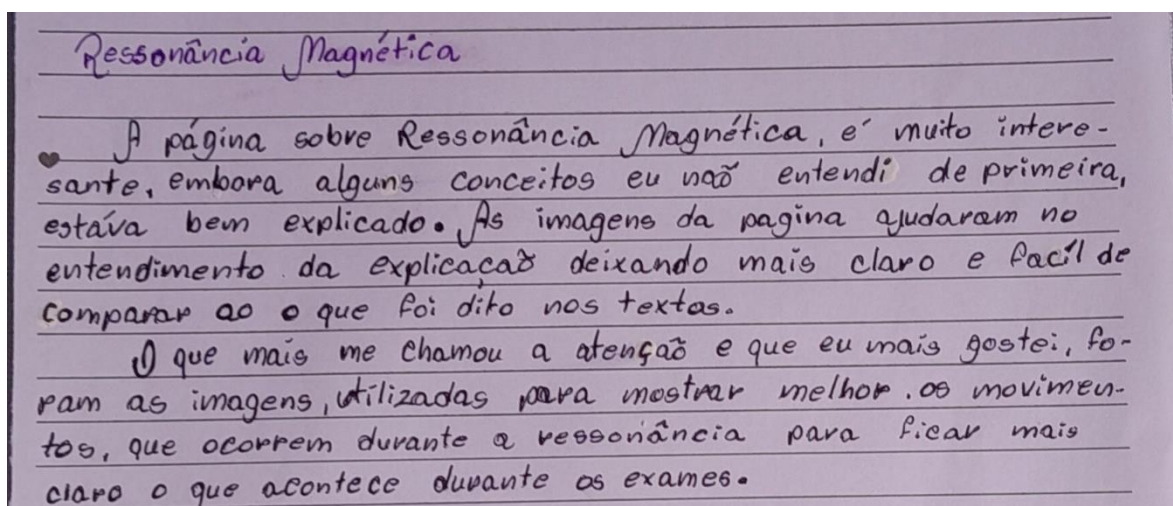


Figura 6: Registro de atividade desenvolvida na WebQuest por aluna A
Fonte: Autora, 2024.

Essa aluna A deixa claro em seu texto que a página é muito interessante, que alguns conceitos que ela não tinha entendido durante as aulas anteriores, com o WebQuest as dúvidas foram sanadas, ainda complementa dizendo que as imagens contidas fizeram diferença no entendimento.

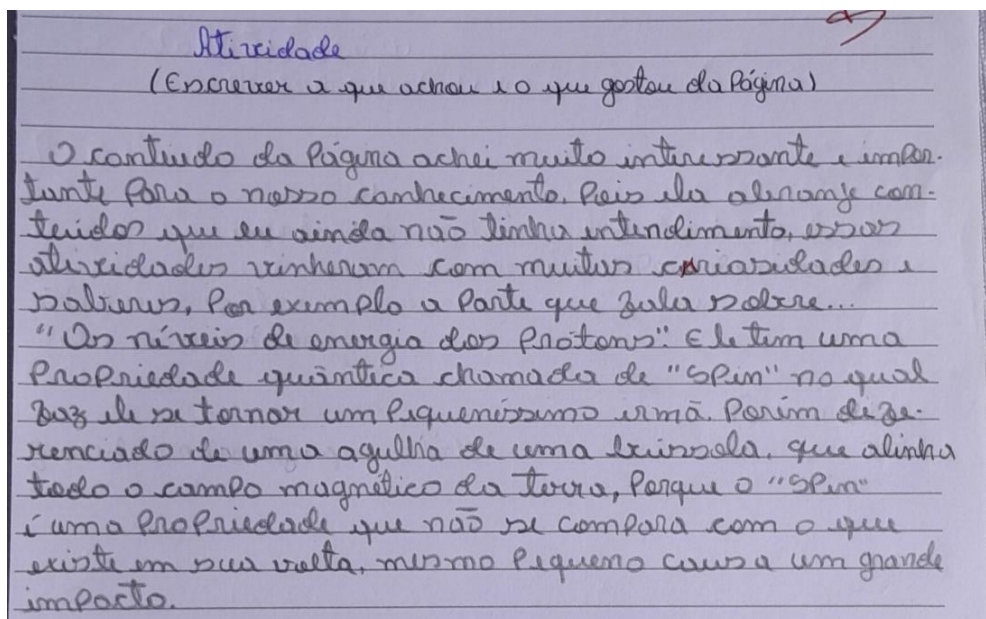


Figura 7: Registro de atividade desenvolvida na WebQuest por aluna B
Fonte: Autora, 2024.

A aluna B, diz que achou a página interessante e muito importante para o conhecimento, pois contém muitas curiosidades e conteúdos que até então ela não conhecia. Ela cita que o que mais gostou foi a representação dos níveis de energia dos prótons, onde foi mostrado os spins, que se parecem com pequenos ímãs.

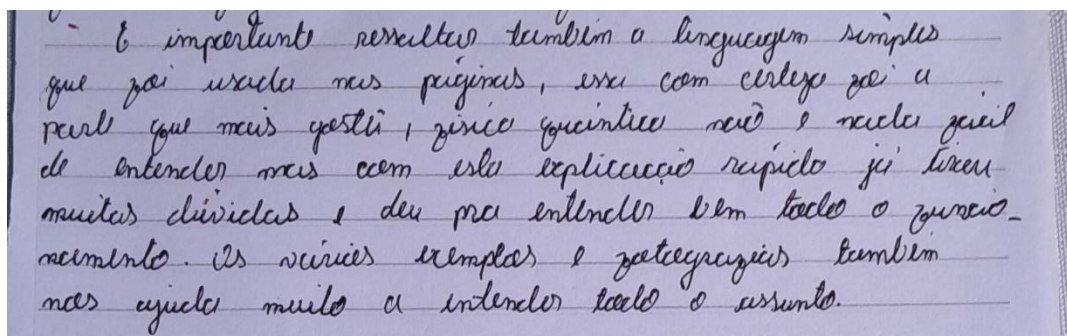


Figura 8: Registro de atividade desenvolvida na WebQuest por aluno C
Fonte: Autora, 2024.

O aluno C, diz que é importante ressaltar a linguagem simples utilizada na WebQuest o que facilita o aprendizado, e que a física quântica não é fácil, mas com os exemplos e imagens contidos na página facilitou o entendimento.

Portanto, após ler essas respostas fica evidente a compreensão por parte dos alunos sobre o funcionamento do exame e das questões envolvidas nele, corroborando com Moreira (2011) quando propõe nesse nível de complexibilidade maior ao qual seria a interação ou combinação dos significados existentes com os novos, promovendo a reconciliação integradora, utilizando materiais potencialmente significativos.

4.4 Conclusão da UEPS

A conclusão da unidade de ensino deverá proporcionar a continuidade do processo de diferenciação progressiva segundo Moreira, para tanto, os alunos foram divididos em equipes com o objetivo que eles construíssem um mangá a partir dos conhecimentos já adquiridos sobre a física envolvida no exame de ressonância magnética nuclear. Em sala, os alunos conversaram sobre como seria feito, tiraram dúvidas e terminaram a construção em casa. Em outra aula as equipes

apresentaram seus mangás em sala de aula para o restante da turma.

Foi observado nessa atividade que a maioria das equipes se detiveram muito ao exame de ressonância com os conceitos que para eles foram mais importantes como ondas eletromagnéticas e *fake news*.

Abaixo segue a figura dos mangás das equipes. Observa-se que algumas equipes fizeram seu próprio desenho e outras preferiram utilizar uma IA (Inteligência Artificial) para ajudar nas imagens, mas todos retratam o exame de ressonância magnética nuclear.

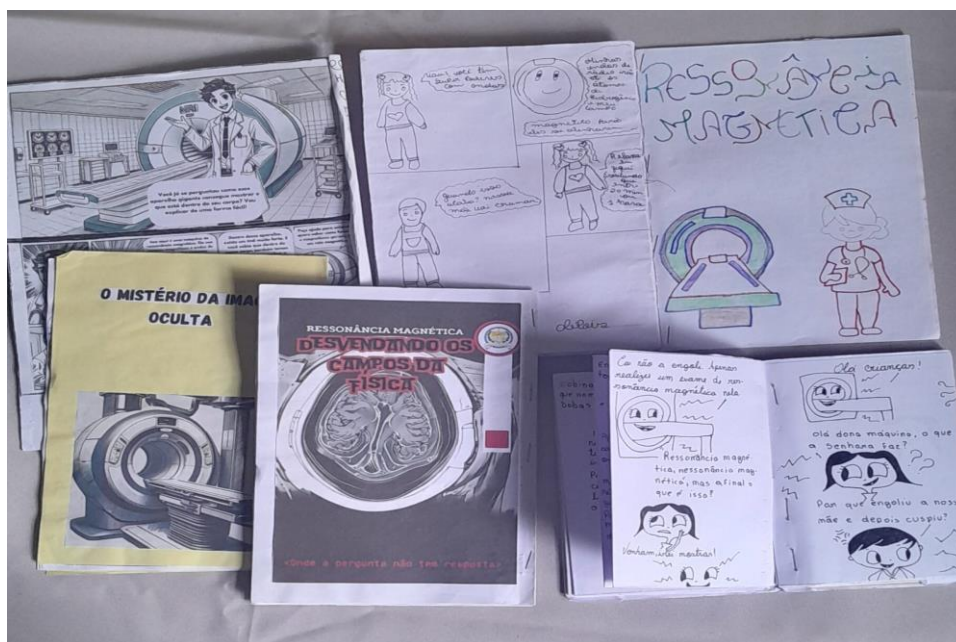


Figura 9: Registro de mangás produzidos por alunos

Fonte: Autora, 2024.

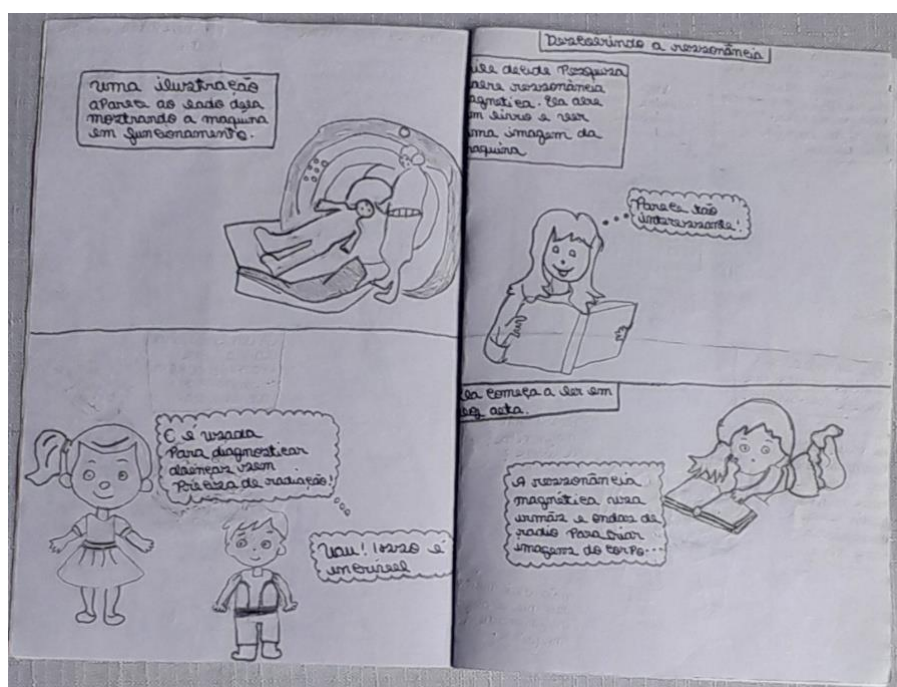


Figura 10: Registro de mangá produzido por equipe A

Fonte: Autora, 2024.

A história da equipe A, nos conta que uma garota chamada Mile vai ao hospital acompanhar seu colega Renato, para que esse possa fazer um exame de ressonância nuclear, pois ele estava com medo do que iria acontecer com ele, lá eles descobrem como é feito esse exame e que não há nada a

temer.

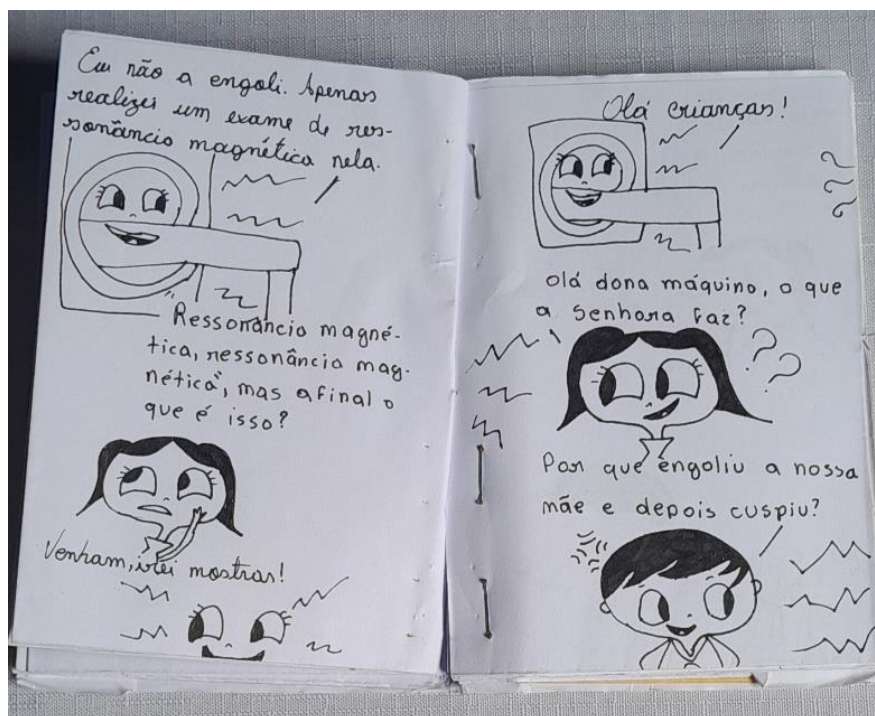


Figura 11: Registro de mangá produzido por equipe B
Fonte: Autora, 2024.

Nessa segunda história da equipe B, eles fizeram o show da Luna, que é um desenho animado muito conhecido entre as crianças. Luna e seu irmão Júpiter vão levar a mãe deles ao hospital para realizar o exame de ressonância magnética nuclear, eles ficam muito curiosos e quando ficam sozinhos a máquina de ressonância começa a contar o que ocorreu durante o exame.

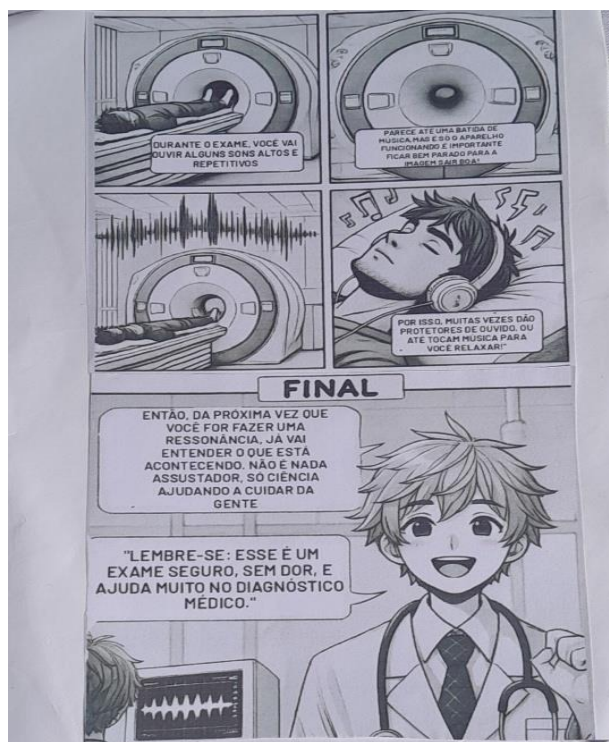


Figura 12: Registro de mangá produzido por equipe C
Fonte: Autora, 2024.

Já a equipe C, preferiu contar uma história em que um médico mostra como é realizado o exame de ressonância magnética, que não há riscos de saúde e algumas dicas de como se comportar durante o exame. Essa equipe preferiu usar uma IA para fazer os desenhos, pois ninguém da equipe sabia desenhar.

4.5 Passo final da UEPS – Evidências de Aprendizagem

Moreira (2012) diz que a avaliação da aprendizagem deve ser feita de forma contínua, ou seja, durante toda a unidade de ensino, registrando tudo que se possa constituir como evidência de aprendizagem significativa, para tanto foram realizadas atividades como experimentos simples, a simulação PhET, os textos didáticos, história em quadrinho, construção do mangá e WebQuest os quais promoveram um bom entendimento dos conteúdos propostos e boa participação dos alunos em sala de aula.

Moreira também propõe que seja feita uma atividade individual e somativa, a qual os alunos obtiveram um rendimento satisfatório em relação à unidade anterior onde as aulas foram dadas de forma tradicional, utilizando o quadro branco e exercícios. Esse dado vem reforçar o que Moreira (2011) propõe sobre materiais potencialmente significativos e uso de metodologia diferenciada que surpreenda e provoque interesse nos alunos. Das questões propostas nesta atividade individual uma se destacou pois os alunos conseguiram deixar evidente o entendimento sobre as ondas de rádio principalmente sobre o fato de que elas não agredem o corpo humano por se tratar de uma energia não ionizante.

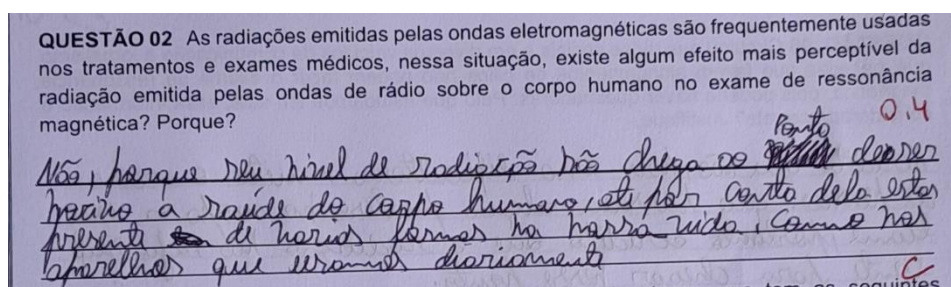


Figura 13: Respostas do aluno A na avaliação individual.
Fonte: Autora, 2024.

Esse aluno A respondeu: “Não, porque seu nível de radiação não chega ao ponto de ser nocivo à saúde do corpo humano...”

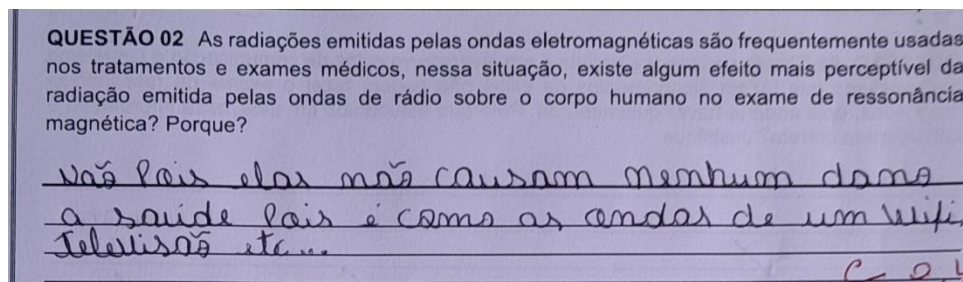


Figura 14: Respostas do aluno B na avaliação individual.
Fonte: Autora, 2024.

A aluna B diz: “Não, pois elas não causam nenhum dano à saúde pois é como as ondas de um wifi, televisão etc.”

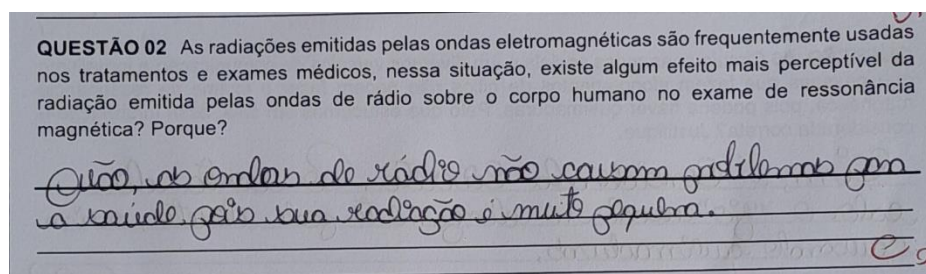


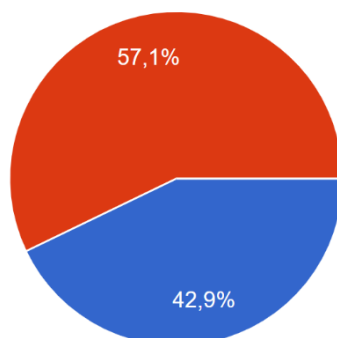
Figura 15: Respostas do aluno C na avaliação individual.
Fonte: Autora, 2024.

A aluna C diz: “não, as ondas de rádio não causam problemas para a saúde, pois sua radiação é muito pequena.”

Percebe-se que nas respostas os alunos compreenderam que as ondas de rádio não são nocivas ao ser humano, ao contrário do que dizem muitas *fake news* que se espalham em alguns noticiários ou redes sociais.

4.6 Avaliação da UEPS

Como atividade final foi proposto aos alunos um questionário de avaliação da Unidade de Ensino Potencialmente Significativa aplicada na turma. Pelos resultados podemos afirmar que teve grande êxito e aprovação pelos alunos, é importante salientar que essa UEPS é passível de uma nova adequação, dependendo do professor que irá reaplicar, pois a proposta da pesquisa é contribuir para o melhoramento das aulas de Física e da sua relação com o alunado.



● Ótimo ● Bom ● Regular ● Ruim

Figura 16: Gráfico que computa o quantitativo de respostas referente a pergunta: “Como você avalia os conceitos de física presentes no exame de ressonância magnética após as aulas?”

Fonte: Autora, 2024

Esses resultados entre bom e ótimo, do figura 16, nos mostra que os alunos tiveram uma receptividade satisfatória quanto aos conteúdos físicos vistos na ressonância magnética e perceberam a importância de estudá-los, o que entra em consonância com todas as atividades realizadas em sala nesse período, em que houve uma participação positiva dos alunos.

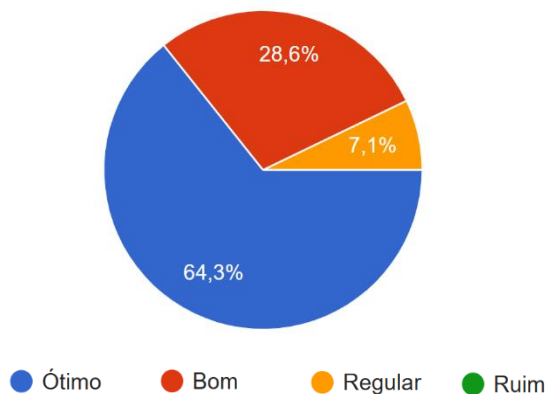


Figura 17: Gráfico que computa o quantitativo de respostas referente a pergunta: “Na sua opinião o estudo de ressonância magnética contribuiu para o aprendizado dos conceitos de física abordados?”

Fonte: Autora, 2024

Percebe-se no figura 17, que 64,3% consideraram ótimo e 28,6% bom, evidenciando o aprendizado de conceitos físicos por meio de um aparelho de ressonância magnética nuclear. Isso foi possível devido a utilização de materiais potencialmente significativos e que despertaram interesse nos alunos. Em contra partida os 7,1% que classificaram como regular, indicam que alguns alunos ainda possuem mais dificuldade na associação do conteúdo.

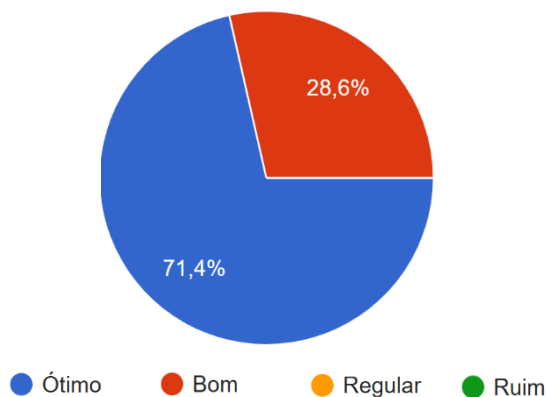


Figura 18: Gráfico que computa o quantitativo de respostas referente a pergunta: “Os recursos utilizados em sala de aula contribuíram para seu entendimento sobre o tema trabalhado?”

Fonte: Autora, 2024

Moreira enfatiza que o material usado nas UEPS deve ser potencialmente significativo, os 71,4% que classificaram como ótimo e os 28,6% bom no gráfico 3, evidenciam como os alunos

receberam bem essa nova metodologia, percebendo que conseguem compreender melhor os conteúdos.

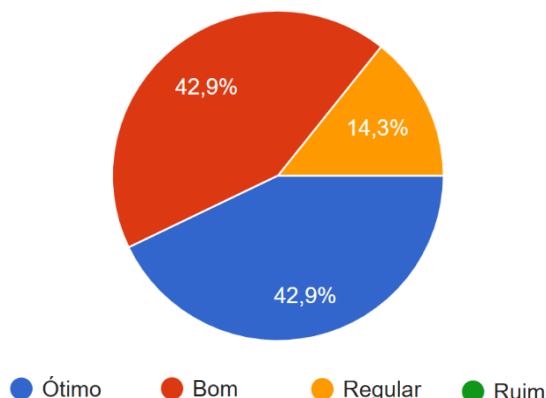


Figura 19: Gráfico que computa o quantitativo de respostas referente a pergunta: “Em sua opinião as experiências realizadas em sala de aula e os simuladores computacionais auxiliam na assimilação dos conteúdos abordados?”

Fonte: Autora, 2024

A figura 19, afirma que se diversificar as aulas com recursos didáticos que prendam a atenção dos alunos será proveitoso para o aprendizado deles. Incluir experiências, mesmo de baixo custo, promove aulas mais dinâmicas para efetivar o ensino aprendizado com significado, como afirma Moreira e Ausubel.

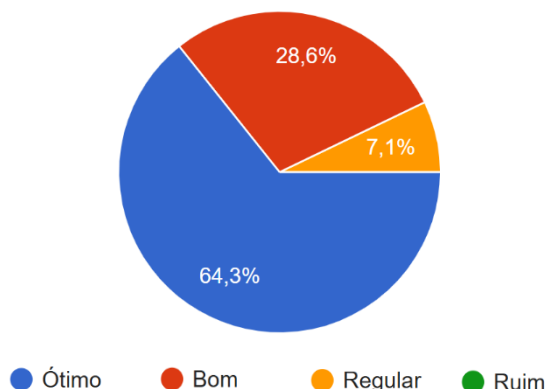


Figura 20: Gráfico que computa o quantitativo de respostas referente a pergunta: “Como você avaliaria a confecção de mangás, HQ'S ou textos utilizados nas aulas de física para melhorar a compreensão dos conteúdos?”

Fonte: Autora, 2024

A pergunta da figura 20, relaciona-se a confecção dos mangás, algo que eles nunca tinham realizado, principalmente em aulas de física, o resultado de 92,9% entre bom e ótimo nos mostra que outros tipos de representações dos conceitos físicos, como um mangá, podem ser usados na aprendizagem, assim como mostra a competência II.4, modelos explicativos e representativos dos PCN'S de física.

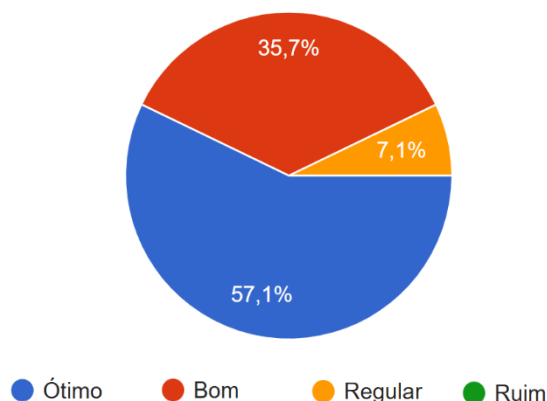


Figura 21: Gráfico que computa o quantitativo de respostas referente a pergunta: “Se este tipo de abordagem tivesse sido realizado desde o início do ano você acredita que o rendimento teria sido melhor?”

Fonte: Autora, 2024

Essa última questão evidencia que o trabalho desenvolvido, teve impacto sob a turma, e que houve uma contribuição proveitosa no ensino-aprendizagem e no tocante ao interesse dos conteúdos relacionados à física. Os 7,1% classificados como regular indicam que alguns alunos ainda não se adaptaram com novas metodologias.

5. Considerações finais

O produto educacional contido nesta dissertação teve como finalidade abordar assuntos relativos à Física Moderna e a confecção de Mangás por meio de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa. O objetivo é contribuir no processo de ensino-aprendizagem de Física no Ensino Médio, promovendo alternativas de recursos considerados significativos, pois mostra a Física do cotidiano por meio do estudo da Ressonância Magnética.

Durante a aplicação da UEPS, foram desenvolvidas algumas atividades como: leitura de HQ sobre ondas eletromagnéticas, textos didáticos abordando os conceitos estudados, vídeos, simulações do PhET, experiência em sala de aula, slide, Google Forms, WebQuest, e a confecção do mangá, com o intuito de encontrar evidências de aprendizagem significativa baseado na teoria da aprendizagem de Ausubel e Moreira.

A leitura de textos para compreensão dos conceitos físicos, mostrou como a Física e a literatura podem realizar um trabalho satisfatório na aprendizagem, verificou-se que os alunos se surpreenderam com essa estratégia de ensino e eles revelaram um interesse e motivação para as aulas. Linsingen (2007) diz em seu artigo:

É tarefa do ensino, para não dizer seu objetivo final, estimular os estudantes a sempre interrogar [...], mas não a interrogar somente o mundo real; o literário também é crucial no entendimento, simbolismo e manifestação da realidade. As pessoas devem questionar o que estão lendo, especialmente quando estão lendo algo prazeroso, fora da escola, fora da responsabilidade da leitura obrigatória.

Outra atividade importante nessa sequência foi o questionário Google Forms, que continham questões a respeito das *fake news* e sobre os exames de ressonância magnética nuclear. Portanto, percebeu-se que ainda existe muitas informações falsas recebidas e enviadas a outros, evidenciando falta de conhecimento sobre o assunto, por isso foi feito uma atividade lúdica para que essas dúvidas fossem esclarecidas e difundidas com a finalidade de diminuir as *fake news*.

Ao ler os mangás confeccionados pelas equipes da turma, percebe-se que houve um entendimento proveitoso do conteúdo estudado na UEPS. A princípio os alunos ficaram mais preocupados em como desenhar e qual assunto abordar, mas mediante o decorrer das aulas foram

sanadas as dúvidas e então conseguiram desenvolver um trabalho no qual os objetivos foram alcançados. A utilização da leitura e confecção de mangás foi uma das estratégias em que os alunos ficaram mais surpresos, pois até então só tinham visto isso nas aulas de Literatura Portuguesa. Linsingen em seu artigo sobre a utilização dos mangás em aulas de ciências diz a respeito da leitura de mangás:

É uma passagem de conteúdo bastante sutil e facilmente assimilada, porque não possui, se bem escrito, o teor do ‘livro para a escola’ e não estimula na mente do leitor a resistência que normalmente se tem a essas categorias de livros (Linsingen, 2005).

Mediante essa citação e considerando as atividades realizadas nesta sequência didática, ficou evidenciado que quando se trabalha com estratégias e recursos potencialmente significativos de ensino como as utilizadas, percebe-se maior interesse nas aulas e melhor rendimento. Todas essas análises estão de acordo com a última avaliação realizada com os alunos, mediante respostas deles.

Diante do que foi exposto conclui-se que a aplicação, avaliação e análise da proposta dessa UEPS, teve um resultado satisfatório, mostrando que ela pode colaborar com a melhoria do ensino de Física, sendo capaz de ser realizada por outros profissionais e adaptada em outros moldes, de acordo com a necessidade do professor.

Mesmo com resultados importantes e positivos nessa UEPS, e de alguns trabalhos indicados na revisão bibliográfica, que trataram o tema com atividades diferentes, se faz necessário a realização de outras pesquisas tanto sobre o exame de ressonância magnética nuclear quanto da utilização dos mangás no estudo de conceitos da física ou ciências adaptados para sala de aula. Nesta UEPS um diferencial determinante estava em usar a literatura que foi usada como uma estratégia relevante nas aulas de física e despertar o interesse dos alunos para as aulas de física.

Referencial bibliográfico

Almeida, Mayla Aparecida Marques. *Ensino de física e o uso de mangás como recurso didático* - Rio Claro, 2022 56 p.: il., tabs

AUSUBEL, DAVID. *Aquisição e Retenção de Conhecimentos: Uma Perspectiva Cognitiva* por David P. Ausubel Distinto Professor Emérito Graduate School The City University of New York, E.U.A. Ano 2000.

Brasil (2000, 2006). *Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio: Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias*. Brasília: Ministério da Educação e Desporto.

Creswell, John W. *Projeto de pesquisa: métodos qualitativo, quantitativo e misto*. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2014.

Cruz, Cristiano Cordeiro. *Aprendizagem significativa*. Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação - Unicamp www.robertexto.com/archivo3/a_teorias_ausubel.htm(2011)

Denzin, Norman K.; LINCOLN, Yvonna S. *O planejamento da pesquisa qualitativa: teorias e abordagens*. 2. Ed. Porto Alegre: Artmed, 2018.

Linsingen, Luana von. *Mangás e sua utilização pedagógica no ensino de ciências sob a perspectivas CTS*. *Ciência & Ensino*, vol.1, número especial, nov. 2007.

Moreira, M.A. *Subsídios Teóricos para o Professor Pesquisador em Ensino de Ciências*. Porto Alegre/RS, 2016.

Moreira, M. A., *Unidades de ensino potencialmente significativa UEPS*. *Aprendizagem Significativa em Revista*, V1, n.2, 2011

Moreira, M. A. *Aprendizagem Significativa Crítica*. V proferida no III Encontro Internacional sobre Aprendizagem Significativa, Lisboa (Peniche), publicada com o título *Aprendizaje Significativo Crítico*. 1ª edição, em formato de livro, 2005; 2ª edição 2010; ISBN 85-904420-7-1.

Pinto, Talles Vinícius de Oliveira. *Construção e Utilização do Mangá para o Ensino de Magnetismo para a 3ª Série do Ensino Médio*. Brasília 2018. 162f.

Rodrigues, José Leonardo Martins, ROCHA, Clarisse Beltrão Rosas. *Mangá e animê: um recurso para aprendizagem do ensino de ciências*. Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento. Ano 03, Ed. 08, Vol. 14, pp. 65-85, agosto de 2018. ISSN:2448-0959