

Uma sequência didática utilizando a literatura de cordel e a arte das histórias em quadrinhos para inserção de tópicos de Física Quântica no Ensino Médio⁺

Samuel dos Santos Feitosa¹

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano
Salgueiro – PE

Polo 31 do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física
Juazeiro do Norte – CE

Khenny Maria Gonçalves de Araújo¹

Departamento de Física – Universidade Regional do Cariri
Juazeiro do Norte – CE

Marcelo Souza da Silva¹

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano
Salgueiro – PE

Francisco Augusto Silva Nobre¹

Departamento de Física – Universidade Regional do Cariri
Polo 31 do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física
Juazeiro do Norte – CE

Resumo

A inserção de tópicos de Física Moderna e Contemporânea (FMC) no Ensino Médio é um desafio no atual panorama do ensino de Física. Na perspectiva de colaborar com esse debate, apresenta-se, neste artigo, uma sequência didática utilizando material com elementos de expressão artística com o objetivo de auxiliar os professores do Ensino Médio na abordagem de tópicos de Mecânica Quântica voltados aos estudantes. A história em quadrinhos (HQs), Os moidos e pelejas desde o átomo clássico até o átomo quântico, aborda interpretações básicas das teorias de Planck, Bohr, de Broglie e Schrödinger sobre a estrutura dos

⁺ Cordel and Comic Art literature: a didactic sequence for inserting topics of quantum physics in high school teaching

^{*} Recebido: setembro de 2019.

Aceito: abril de 2020.

¹ E-mails: samuel.feitosa.santos@gmail.com; khennyaraaujo@gmail.com; torrex2003@yahoo.com.br; augusto.nobre@urca.br

átomos. A experiência de aplicação aconteceu em uma turma do terceiro ano mediante uma sequência didática inspirada na Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS), levando em consideração princípios da teoria cognitiva da aprendizagem significativa. Os resultados da experiência foram analisados em uma abordagem quali-quantitativa e indicaram um satisfatório avanço na desenvoltura dos estudantes, com isso, colaborando para o desenvolvimento de uma postura investigativa e demonstrando envolvimento com o material didático, comprometimento com o trabalho em equipe e, principalmente, compreensão inicial dos conceitos e fenômenos estudados. A contextualização do conteúdo em versos de cordel e ilustrações da HQs, mediante a aproximação entre Arte e Ciências, propiciou aos estudantes um pensar e estudar Física sob o viés da criatividade, bem como mais liberdade para o estímulo do desenvolvimento da capacidade imaginativa.

Palavras-chave: Física Quântica; Literatura de Cordel; História em Quadrinhos; UEPS.

Abstract

The insertion of topics of Modern and Contemporary Physics (FMC in the Portuguese abbreviation) in high school is a challenge in the current panorama of Physics teaching. In the perspective of collaborating with this debate, we present in this article an alternative didactic sequence, using elements of artistic expression, aiming to help high school teachers in their approach of topics of Quantum Mechanics intended for high school students. The comic book (HQs in the Portuguese abbreviation), entitled The way adventures and debates from the classical atom to the quantum atom, come about basic interpretations of the Planck, Bohr, de Broglie and Schrödinger theories regarding the structure of the atoms. The experience of the application took place in a classroom of the third year throughout the didactic sequence which was inspired by Potentially Significant Teaching Unit (UESP in the Portuguese abbreviation), taking into account principles of cognitive theory of meaningful learning. The results of the experiment were analyzed under a qualitative-quantitative perspective, and indicated a satisfactory progress of the students' resourcefulness, collaborating for the development of an investigative attitude. The students also demonstrated involvement with didactic material, commitment to team work, and, above all, initial understanding

of the concepts and phenomena studied. The contextualization of the content as cordel language verses and the illustrations of comics, through the approximation between Art and Sciences, allowed students to think and study Physics from the perspective of creativity, giving more freedom to stimulate the development of the imaginative capacity.

Keywords: *Quantum Physics; Cordel Literature; Comics; UEPS.*

I. Introdução

Este trabalho descreve uma experiência com a utilização dos versos populares da literatura de cordel – gênero literário entendido como uma manifestação artística e cultural popular, escrito em folhetos, com versos rimados e que abordam assuntos do cotidiano – e a arte das ilustrações de HQs como uma forma alternativa e complementar para auxiliar o trabalho de transposição didática de temas relacionados à Física Quântica no Ensino Médio. Acredita-se que a abordagem de temas de natureza científica em versos de cordel e HQs, tratando o conteúdo de forma temática, diferente do que é apresentado nos livros didáticos, pode auxiliar no processo de ensino-aprendizagem. Os versos de cordel e ilustrações típicas das HQs podem possibilitar a contextualização dos conceitos e fenômenos a serem ensinados, dessa forma, facilitando a compreensão dos estudantes.

Documentos oficiais que normatizam e parametrizam o ensino de Física, no Brasil, estabelecem que o estudante, ao término do ciclo básico de educação, deve estar apto a desempenhar criticamente sua cidadania, por conseguinte, o Ensino Médio não pode ser compreendido como apenas uma preparação para a universidade, mas deve buscar prover ao estudante uma formação ampla, crítica e cientificamente fundamentada. Tais documentos destacam a importância da realização de atividades interdisciplinares e contextualizadas que sejam capazes de construir um aprendizado amplo das disciplinas, de forma que os conhecimentos matemáticos e científico-tecnológicos contribuam para a formação cidadã, como é destacado em Brasil (2002, p. 8):

O novo ensino médio, nos termos da lei, de sua regulamentação e encaminhamento, deixa de ser, portanto, simplesmente preparatório para o ensino superior ou estritamente profissionalizante, para assumir necessariamente a responsabilidade de completar a educação básica. Em qualquer de suas modalidades, isso significa preparar para a vida, qualificar para a cidadania e capacitar para o aprendizado permanente, em eventual prosseguimento dos estudos ou diretamente no mundo do trabalho.

Tenfen (2016), ao analisar a proposta de aprovação da Base Nacional Curricular Comum BNCC², alerta sobre mudanças significativas na educação básica brasileira, de forma que a atividade docente seria ainda mais exigida tanto para a superação de visões distorcidas sobre a Natureza da Ciência quanto para o planejamento e desenvolvimento de ações pedagógicas consistentes com os pressupostos educacionais (ora implícitos, ora explícitos) do documento (p. 1). Mozena e Ostermann (2016) tecem importantes críticas ao processo de elaboração da BNCC, refletindo sobre impactos negativos do interesse do capital estrangeiro e das lutas de grupos políticos em torno do documento. De acordo com as autoras

a BNCC não se constitui no currículo propriamente dito, mas numa base para sua elaboração. No entanto, por ter força de lei, esse documento precisa salvaguardar certa concisão e clareza, mas que não pode se furtar ao objetivo principal de um currículo, que apesar dos acordos de sentidos parciais e localizados para essa acepção, se refere à ideia de qual conhecimento deve ser ensinado e qual o tipo de ser humano queremos formar para uma determinada sociedade (MOZENA; OSTERMANN, 2016, p. 330).

Para Guerra (2017) a diversidade socioeconômica é um dos fatores que influenciam os recorrentes resultados negativos do Brasil no PISA. Ainda de acordo com a autora, existem no país escolas públicas de qualidade, nas quais o rendimento dos estudantes no PISA, em áreas como ciências, apresenta média igual ou superior à dos países da OCDE. No entanto, instituições com estruturas deficientes comprometem o resultado geral brasileiro.

De acordo com Mozena e Ostermann (2016) o currículo tem sido definido na sala de aula por influências externas, como os exames nacionais (por exemplo, ENEM e vestibulares) e os livros didáticos (p. 328). Então, na conjuntura atual o trabalho docente fica prejudicado, contribuindo negativamente para o ensino de física na maioria das escolas públicas brasileiras.

Dessa forma, o ensino de Física, nessa etapa da educação, precisa prover aos estudantes a capacidade de aprender conceitos, grandezas e fenômenos científicos, relacionando-os com os acontecimentos do cotidiano. Além disso, ao concluir o Ensino Médio, esses estudantes deveriam estar aptos a utilizar o conhecimento científico para a promoção do trabalho, analisar as implicações das transformações tecnológicas na sociedade e transformar a realidade.

Diante do exposto fica evidente que o panorama do ensino de Física, praticado na maior parte das escolas de Ensino Médio do Brasil, não atende à demanda de desenvolver as habilidades e competências discriminadas nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) (BRASIL, 1999) e Parâmetros Curriculares Nacionais + (PCN+) (BRASIL, 2002). O excesso de aulas tradicionais, nas quais o professor atua apenas repassando informações, fórmulas e algoritmos trazidos nos livros didáticos, que, geralmente, são memorizados por meio de

² Documento elaborado para nortear a base do currículo da educação básica brasileira.

exercícios repetitivos, não é suficiente para cumprir as exigências de um ensino de Física de qualidade. Em Brasil (1999, p. 8) é possível perceber que:

Para o Ensino Médio meramente propedêutico atual, disciplinas científicas, como a Física, têm omitido os desenvolvimentos realizados durante o século XX e tratam de maneira enciclopédica e excessivamente dedutiva os conteúdos tradicionais. Para uma educação com o sentido que se deseja imprimir, só uma permanente revisão do que será tratado nas disciplinas garantirá atualização com o avanço do conhecimento científico e, em parte, com sua incorporação tecnológica.

De acordo com Ribeiro e Silva (2015) o ensino de Física precisa oferecer aos estudantes um aprendizado que os envolvam na cultura científica, na compreensão da ciência como atividade humana. Aproximar os estudantes do fazer e viver ciência implica afastá-los da pseudociência, da negação completa de conhecimentos estabelecidos, é dar-lhes condições para criticar proposições terraplanistas, antivacinas e congêneres. Para tanto, a sala de aula deve ser um ambiente mais atraente, democrático e menos seletivo.

Em busca de soluções para o enfrentamento aos desafios do ensino de Ciências, a comunidade mundial de educadores-pesquisadores atua em diversas linhas, e uma delas é o desenvolvimento de recursos didáticos, aqui, especificamente, mostra-se o potencial didático-pedagógico de uma HQs escrita em versos de cordel. Esse material adapta-se ao que Moreira (2011) denomina de ferramenta de ensino potencialmente significativa³, por propiciar condições que aproximam o ensino da realidade do aluno e, conseqüentemente, pode promover a aquisição do conhecimento no processo de ensino-aprendizagem.

Nesse sentido, a HQs *Os moídos e as pelejas desde o átomo clássico até o átomo quântico*⁴, descrita em versos de cordel, foi elaborada na perspectiva de contextualizar a abordagem do conteúdo que envolve o estudo dos modelos atômicos segundo a teoria clássica e a teoria quântica do átomo. A produção desse material teve, como texto base, o livro Física Conceitual (HEWITT, 2002). No entanto, devido à necessidade de abordar conceitos e fenômenos mediante uma abordagem histórica, também foi utilizado o volume 3 da Coleção Física em Contextos (PIETROCOLA *et al.* 2010).

I.1 A Literatura de cordel e sua aplicação no ensino de Física

Neste trabalho, adotou-se o entendimento apresentado por Abreu (1999) e Lemaire (2010), no qual a literatura de cordel é compreendida como um gênero literário popular,

³ Entende-se como meios ou circunstâncias que proporcionam o desenvolvimento de metodologias ou condições de ensino numa perspectiva próxima a realidade do aluno, de forma que se vislumbre a aprendizagem significativa.

⁴ Produto educacional desenvolvido no Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, disponível em: <<http://www.urca.br/mnpef/index.php/dissertacao-e-produtos/category/37-topicos-de-fisica-quantica-em-versos-de-cordel-e-arte-dos-quadinhos-ensinados-a-luz-de-uma-unidade-de-ensino-potencialmente-significativa-samuel-dos-santos-feitosa-turma-2017>>.

original da região Nordeste brasileira e com registros desde o século XIX. Para as autoras, o cordel nordestino teve seus primeiros folhetos impressos no Brasil, em um contexto de transição da oralidade para a escrita, caracterizando-se como um fenômeno particular da realidade sociocultural da região, trazendo peculiaridades que causaram significativa influência para escrita dos cordéis produzidos no Brasil. Isso reforça a ideia de que a literatura de folhetos nordestina não é mera derivação da literatura de cordel lusitana.

De acordo com Barbosa, Passos e Coelho (2011) a literatura de cordel é historicamente reconhecida como um poderoso agente comunicativo e com o tempo foram surgindo propostas de novas metodologias de ensino para sua utilização no contexto de sala de aula. O cordel apresenta-se como uma das mais ricas manifestações da cultura popular nordestina e, aliado ao livro didático e outros recursos, pode contribuir positivamente para o ensino de Ciências (SILVA, 2012).

Atualmente, pesquisas em ensino de Física propõem a contextualização de conteúdos por meio de versos poéticos dos folhetos, na perspectiva de contribuir com o processo de ensino-aprendizagem na escola básica. Algumas, que utilizaram a literatura de cordel no ensino de Ciências descrevem em suas experiências as possibilidades e limitações dessa cultura na abordagem de temas científicos em sala de aula. (BARBOSA; PASSOS; COELHO, 2011; ATAÍDE *et al.* 2008; LIMA; SOUSA; GERMANO, 2011; SILVA *et al.* 2019, RAFAEL *et al.* 2018). Assim, surgem argumentos defendendo que a ludicidade do recitar as histórias fictícias e a linguagem dos versos de cordel podem possibilitar a contextualização dos conceitos e fenômenos a serem ensinados através de narrativas em versos rimados na perspectiva de facilitar a compreensão dos estudantes. Em Abreu (2004) percebe-se que o histórico sucesso do cordel como meio de comunicação ocorreu principalmente pelo fato de sua composição, em rimas e versos, ter um forte apelo narrativo, fruto da sua estreita relação com a oralidade, além de apresentar uma linguagem que busca transmitir a notícia de forma simples e comum ao público leigo. No entanto o trabalho com cordel não deve substituir a linguagem formal dos livros didáticos, mas pode ser utilizado na contextualização de conteúdos de Física na perspectiva de facilitar o seu ensino (LIMA, 2013).

Nobre (2017) apresenta um catálogo com alguns cordéis científicos que podem ser utilizados no ensino de Ciências, em áreas como Física, Matemática e Química. Ele discute aspectos positivos promovidos pela abordagem de temas científicos em versos de cordel nas aulas de Ciências. Além disso, o autor propõe uma sequência de ensino para o uso dos versos em sala de aula, na qual destaca a contribuição da ludicidade da rima para o processo de aprendizagem.

Moreira, Massarani e Almeida (2016) catalogaram e analisaram mais de 50 cordéis que apresentavam em seus versos temas científicos relacionados à biografia de cientistas e questões ambientais. Além disso, no livro Cordel e ciência – a ciência em versos populares, os autores apresentam uma coletânea de 22 folhetos que retratam descobertas científicas, temas

da área de saúde, meio ambiente, eventos astronômicos e episódios da vida de personagens históricos da Ciência.

Ao analisar alguns versos poéticos de cordéis que abordam o tema astronomia, Medeiros e Agra (2010) detectaram a necessidade do rigor conceitual descrito nas poesias para que este seja utilizado em sala de aula. Os autores levantam aportes que a literatura popular pode propiciar ao ensino de Ciências, mas também assinalam as limitações que o cordel pode apresentar quando utilizado com viés pedagógico e alertam para a necessária análise da precisão conceitual presente nos versos poéticos. O cuidado com a informação correta, sendo fiel à descrição de conceitos e fenômenos, é um critério exigido em textos que podem ser utilizados em sala de aula (MEDEIROS; AGRA, 2010).

Silva e Ribeiro (2012), também, fazem uma reflexão sobre a possibilidade da literatura de cordel contribuir com novas metodologias de ensino em aulas de Ciências. Argumentam que a literatura popular apresenta estreita relação com a comunicação e divulgação de acontecimentos históricos da região Nordeste do Brasil. Tal peculiaridade possibilita o desenvolvimento de trabalhos interdisciplinares que aproximam a ciência da realidade local, contextualizando conceitos e fenômenos científicos dentro de uma conjuntura que torne o ensino de Ciências mais compreensível.

O distanciamento do conhecimento produzido pelas ciências naturais de outros saberes e manifestações humanas, como a arte e a cultura, acaba por contribuir com a dificuldade de aproximar o ensino de Física do cotidiano do aluno (SILVA; RIBEIRO, 2012).

A aproximação entre arte e ciência ainda pode auxiliar no estímulo ao desenvolvimento da criatividade dos estudantes, nesse sentido, contrapondo-se a um preconceito que vê, erroneamente, a Física como um campo exclusivo da razão, determinista e exata, despida de sensibilidade e de liberdade de criação, esses últimos aspectos comumente associados à arte (SILVA; RIBEIRO, 2012).

É preciso entender que ciência, tecnologia, arte, religião, cultura e outras formas de saberes e expressões da criação humana estão presentes na diversidade da sociedade brasileira. Todos esses aspectos são inerentes ao convívio social e convergem dentro do ambiente escolar a partir de vivências e concepções prévias dos alunos e professores. Então é possível que o uso da Literatura de Cordel no ensino de Física contribua no processo de ensino-aprendizagem voltado para a promoção da criatividade e do desenvolvimento da capacidade imaginativa.

II.2 A arte das HQs e sua aplicação no ensino de Física

Desde muito cedo, o ser humano desenvolveu a habilidade de ilustrar paisagens, animais, fenômenos e experiências das suas vivências. Geralmente, as ilustrações representam imagens ou ideias do campo da imaginação, transmitindo mensagens não verbais que, muitas vezes, não conseguem ser descritas pela escrita das palavras. Nesse sentido, não é exagero afirmar que a linguagem não verbal das ilustrações é inerente ao desenvolvimento da

humanidade e apresentou importante papel para a interpretação e comunicação da sua história. Desse modo, em paralelo aos avanços da comunicação, as HQs ganharam destaque também quando utilizadas para divulgar informações.

As HQs já foram historicamente utilizadas para informar e como forma de comunicação. Para Eisner (1999a), as primeiras artes sequenciais (histórias em quadrinhos ou narrativas gráficas) vêm dos homens das cavernas, que usavam imagens primitivas como forma de linguagem. Os contadores de histórias das tribos de civilizações antigas eram os professores que, preservando o conhecimento, o passavam de geração para geração (SOUZA; VIANNA, 2014, p. 606).

Devido ao potencial comunicativo e lúdico, diversas pesquisas defendem o emprego das HQs com viés pedagógico (CARUSO; CARVALHO; SILVEIRA, 2002; JORGE; PEDUZZI, 2019). Nos trabalhos de Caruso, Carvalho e Silveira (2002), utilizando tirinhas⁵ e HQs no ensino de Física, há um destaque do potencial dessa arte para o estímulo ao pensamento criativo dos estudantes no processo de ensino-aprendizagem. Os autores entendem a produção de HQs como uma manifestação artística de características particulares e enxergam que a relação arte/educação pode promover o desenvolvimento do pensamento criativo, além de causar mais estímulo dos discentes em aulas de Física.

A abordagem de temas da Física através da arte das HQs pode integrar uma metodologia de ensino juntamente com a produção artística. As ilustrações presentes nas HQs, além de enriquecer as informações presentes nos textos, desponta como uma produção autêntica que, inserida em um universo artístico, pode estimular a criatividade dos alunos e promover desenvolvimento do pensamento científico destes (CARUSO, CARVALHO E SILVEIRA, 2002). Diante disso, utilizar as HQs no ensino vai além da função de transmitir informações ou apresentar a descrição de determinado conteúdo, pois habilita a possibilidade de estudo em um sentido amplo, no qual ciência e arte se completam no processo de estímulo à criatividade, à interpretação e à produção do conhecimento.

Nesse sentido, a partir da relação entre arte e ciência, promovida pela utilização das HQs no ensino de Física, busca-se estimular o desenvolvimento do pensamento criativo, visto que a produção do conhecimento é inerente à criatividade e está inserida em uma sociedade dinâmica que mantém tradições e costumes, enquanto produz novas tendências, necessidades e conhecimentos mediante a ciência, arte e tecnologia. Então, com a percepção de um ensino de Ciências vinculado a um contexto holístico e multidisciplinar será possível desenvolver inovadoras metodologias que permitam a contextualização de conteúdos e estímulo ao desenvolvimento da criatividade no ensino de Física.

No âmbito escolar, as HQs são mais frequentemente encontradas nos materiais didáticos da educação infantil e nas séries iniciais do Ensino Fundamental, geralmente,

⁵ Gênero textual contendo personagens, ilustrações e narrativas curtas com introdução, desenvolvimento e desfecho no formato de pequenas HQs.

abordando temas educativos relacionados ao meio ambiente, à ética, ao respeito e à coletividade. Essa arte também no formato de tirinhas, costuma aparecer em propagandas de produtos ou na educação informal, buscando instruir, conscientizar ou informar crianças, jovens e adultos sobre determinados temas. Testoni (2004) classifica as produções com enredos mais bem elaborados, por HQs de caráter explicativo. O autor afirma que:

A História em Quadrinhos, com cunho explicativo, é muito utilizada em campanhas publicitárias que almejam a conscientização de grandes massas em um curto intervalo de tempo. Como exemplo pode-se citar as edições que buscam informar a população (principalmente crianças e adolescentes) sobre temas vitais, tais como efeito estufa, economia de energia elétrica, a destruição da camada de ozônio, combate à dengue, entre outros (TESTONI 2004, p. 25).

As tirinhas que aparecem nos livros didáticos de Física buscam ilustrar fenômenos, motivar o aluno a pesquisar sobre determinado tema e/ou instigá-los a pensar e refletir a respeito de determinado assunto. No entanto HQs elaboradas no sentido de explicar conteúdos de Física raramente aparecem nos livros ou são trabalhadas em sala de aula (TESTONI, 2004).

A HQs desenvolvida durante esta pesquisa contém um enredo que descreve experiências relevantes desenvolvidas por cientistas, fazendo uso de analogias e metáforas para descrever fenômenos. Para representar graficamente sua narrativa foram desenvolvidas ilustrações criativas que, dentro de um contexto linguístico e cultural próprio, enriquecem a descrição de fenômenos e conceitos científicos.

Escrita em versos poéticos de cordel, pressupondo o emprego de uma narrativa com linguagem simples, a HQs apresenta analogias e metáforas diante de um enredo com tons humorísticos.

II. Metodologia

Neste trabalho, apresenta-se uma proposta de sequência didática para uso da HQs: *Os moidos e pelepas desde o átomo clássico até o átomo quântico*, escrita em versos de cordel, no ensino de tópicos de Física Quântica, além disso, avalia-se brevemente a utilização dessa sequência em uma turma do terceiro ano do Ensino Médio. Antes da realização da intervenção foi esclarecido e acordado com a turma e direção da instituição que a experiência fazia parte de uma pesquisa, na qual a produção dos dados dos participantes seria submetida a posteriores publicações. A experiência permitiu uma investigação que integra o método qualitativo e o quantitativo, na perspectiva de descrever, analisar e dar significado, de maneira mais fidedigna possível, aos eventos e fatos que ocorreram durante a intervenção.

Para Greca (2002) a pesquisa educacional, devido a sua complexidade, será ser bem captada pela integração dos métodos. A autora defende

que os métodos qualitativo e quantitativo estão intimamente imbricados, que cada um permite mapear aspectos diferentes e complementares da realidade educativa, e que parece muito difícil que a complexidade da pesquisa educacional possa ser captada por um único paradigma (GRECA, 2002, p. 81).

Na perspectiva da produção de dados, buscou-se utilizar mecanismos diversificados para o registro da investigação, levantou-se o máximo de informações na dinâmica da intervenção para uma melhor interpretação das variáveis envolvidas na pesquisa. Nesse processo destacou-se a observação participante do professor, registrando os eventos em caderno de campo e áudios gravados por aparelhos celulares. Outros dados da experiência foram registrados a partir das descrições das soluções para as situações-problema realizadas durante as atividades, além da produção de versos de cordel e tirinhas pelos discentes.

A percepção e atenção do pesquisador, anotando em diário de bordo ou notas de campo os fatos mais relevantes que ocorreram em sala de aula, foram fundamentais para descrever os fenômenos envolvidos na investigação. A presença do pesquisador na sala, atuando como o professor nas aulas, inserido na experiência após ter planejado a intervenção, o ajudou a perceber o significado das interações entre os membros participantes da pesquisa na dinâmica de atividades que envolvem a experiência.

II.1 Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS)

A fundamentação teórico-metodológica da produção e aplicação da sequência didática proposta no presente trabalho referencia-se nas teorias cognitivas de aprendizagem. A partir do pressuposto filosófico de que só há ensino se houver aprendizagem significativa, Moreira (2011) desenvolveu a sequência didática denominada de Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS). As práticas clássicas de ensino, nas quais o professor apresenta o conteúdo a partir de narrativas, e os alunos copiam e repetem as informações mecanicamente, são comuns nas instituições de ensino, sendo um modelo a ser superado, tendo em vista que os conceitos e fenômenos trabalhados não interagem significativamente com a estrutura cognitiva do aprendiz (MOREIRA, 2011). Nesse sentido, a UEPS apresenta passos na tentativa de modificar as práticas clássicas predominantes.

O desenvolvimento da aprendizagem significativa passa pela utilização de materiais que sejam utilizados em condições para se configurarem como potencialmente significativos diante da realidade dos alunos, e que os passos da UEPS, denominados de aspectos sequenciais, facilitam o processo de construção do conhecimento: sejam eles declarativos e/ou procedimentais (MOREIRA, 2011).

Existem alguns princípios que norteiam os passos de desenvolvimento de uma UEPS, sendo o planejamento das atividades a serem desenvolvidas nas aulas, contemplando os aspectos sequenciais de ensino, uma atribuição de responsabilidade do professor. Dentre esses princípios, Moreira (2011) destaca que a aprendizagem significativa é construída

principalmente quando há uma integração do conhecimento prévio com as atividades de ensino.

Outra questão levantada pelo autor está relacionada à predisposição do aluno em aprender diante de uma sequência dessa natureza. Assim, cabe ao professor conhecer previamente seus alunos, produzir e/ou fazer uso de meios que estimulem a participação dos mesmos, além de trabalhar o conteúdo de forma que haja uma interação de novas informações com os conhecimentos prévios existentes na estrutura cognitiva do aprendiz. É nesse contexto que as atividades de ensino, em uma UEPS, tendem a promover a aprendizagem através de ferramentas e estratégias de ensino potencialmente significativas.

Os aspectos substantivos e programáticos, facilitadores da assimilação e retenção significativa, aparecem como princípios no contexto de uma UEPS, devendo ser trabalhados em atividades que contemplem: a reconciliação integradora, a diferenciação progressiva e a organização sequencial de matérias, sempre, em consonância com a consolidação da aprendizagem (MOREIRA, 2011).

Nesse sentido, o desenvolvimento de dinâmicas de interação social, trabalhos em equipes, tendo o professor apenas como mediador das ações e organizador do conteúdo, são princípios inerentes ao contexto da UEPS. Vale ressaltar que a atuação do professor na maioria das etapas dessa sequência não ocorre como a principal fonte de informações e detentor do conhecimento, suas ações são no sentido de estimular o diálogo entre os alunos, incentivar a interação da turma com o material de estudo, além de propor atividades na perspectiva de promover nos estudantes o papel de protagonistas no processo de ensino-aprendizagem. Dentro das questões supradescritas, é importante colocar os alunos diante de situações-problema, relacionadas aos conteúdos estudados, que exijam o desenvolvimento de modelos e estratégias de solução (MOREIRA, 2011). Maiores detalhes dos aspectos sequenciais da UEPS podem ser encontrados em Moreira (2011).

O caminho metodológico no qual está situado este trabalho apresenta o planejamento e a análise de uma sequência de ensino com etapas que foram realizadas, avaliadas e repensadas durante o processo de intervenção, com atividades inspiradas nos fundamentos teóricos e nos aspectos sequenciais de uma UEPS.

A intervenção e os resultados do trabalho apresentam detalhes da experiência de aplicação da HQs com a turma do 3º ano do Ensino Médio de uma instituição pública, localizada no município de Salgueiro-PE. Todo o processo de intervenção ocorreu ao longo de três semanas, que envolveram nove aulas de 45 minutos, distribuídas em seis encontros. As etapas da sequência foram desenvolvidas na perspectiva de colocar os discentes como protagonistas das ações do processo de construção do conhecimento, mediante atividades coletivas, como a construção de esquemas conceituais⁶, e dinâmicas de ensino que

⁶ Esquema com relação de palavras, ideias ou conceitos gerais externados previamente pelos alunos quando após serem questionados sobre parte do tema de estudo. Os discente externaram o que entendiam sobre o tema, antes mesmo do assunto ser introduzido na aula.

promoveram a interação constante deles com a HQs, tais como: recitação dos versos de cordel, dando ênfase a ludicidade das rimas presentes nas estrofes metrificadas em sextilhas⁷; dinâmicas de resolução de situações-problema, contextualizadas com estrofes e ilustrações da HQs; produção de versos de cordel e de tirinhas a partir dos principais tópicos estudados na HQs. Maiores detalhes estão escritos no quadro 1 que aparece na seção seguinte.

III. Resultados e discussões

As atividades foram desenvolvidas em aulas semanais de Física da turma, respeitando as etapas previstas na sequência didática descrita abaixo, no quadro 1. O processo de intervenção ocorreu em nove aulas de 45 minutos, distribuídas ao longo de três semanas. Destaca-se, na metodologia de ensino aqui proposta, o relevante papel da participação ativa dos estudantes que tiveram a HQs *Os moídos e pelejas desde o átomo clássico até o átomo quântico* como principal meio para estudo do conteúdo. Essa HQs é dividida em duas partes, contextualizando inicialmente contribuições da Física Clássica para o desenvolvimento dos estudos do átomo e trazendo em seguida contribuições da teoria de Planck, Bohr, de Broglie e Schrödinger para a compreensão de fenômenos atômicos.

No primeiro encontro foi esclarecido aos discentes como se daria a participação deles nas etapas da intervenção, enfatizando que, na sequência de ensino, ocorreriam atividades coletivas e colaborativas, analisando e interpretando a HQs para proporem soluções para situações-problema contextualizadas com partes desse material. Tais dinâmicas de ensino colocaram os alunos como protagonistas do processo de construção do conhecimento, ou seja, as principais ações do processo de ensino-aprendizagem contaram com a participação efetiva dos discentes.

Essa sequência didática tem inspiração em aspectos teóricos e sequenciais de uma UEPS, envolvendo características relevantes da teoria da aprendizagem significativa e adaptações à realidade do público local. Nesse contexto o processo de ensino-aprendizagem ocorreu, principalmente, pela interação de novos conhecimentos com os conhecimentos prévios existentes na estrutura cognitiva do aprendiz. Dentro dessa perspectiva, antes do início de etapas que envolveram o surgimento de conceitos e fenômenos a serem aprendidos, foram realizadas dinâmicas, denominadas aqui de esquemas conceituais, para explorar os conhecimentos prévios da turma. No quadro1, elencam-se as etapas da sequência de ensino e a descrição das atividades realizadas ao longo do processo de intervenção, além dos respectivo tempo aproximado na execução das mesmas.

⁷ Regras para elaboração de estrofes que na literatura de cordel são constituídas de seis versos com sete sílabas poéticas.

Quadro 1 – Sequência didática⁸.

Etapa	Descrição
<i>1. Apresentação da proposta</i>	• Ocorreu a apresentação da metodologia do processo de intervenção, da métrica sextilha para escrever estrofes em versos de cordel e de como produzir algumas modalidades de HQs. (15 minutos)
<i>2. Esquema conceitual antes de trabalhar o conteúdo presente na parte 1 da HQs</i>	• Elaboração de um esquema conceitual a partir de perguntas introdutórias sobre tópicos do conteúdo que envolve o estado da estrutura da matéria no âmbito da Física Clássica, no intuito de realizar um diagnóstico dos conhecimentos prévios da turma a respeito do tema. (17 minutos)
<i>3. Recitação da parte 1 da HQs – Física Clássica</i>	• Apresentação dos conceitos iniciais, experiências e aspectos históricos com eventuais explicações da Física Clássica para os fenômenos da estrutura da matéria. Destacou-se a empolgação e envolvimento da turma com o aspecto lúdico da recitação dos versos de cordel e com as ilustrações presentes na HQs durante a abordagem do conteúdo. (13 minutos)
<i>4. Apresentação das situações-problema relacionadas com a parte 1 da HQs</i>	• Introdução de questões, conceitos, experiências e fenômenos mais relevantes do conteúdo apresentado na parte 1 da HQs. Nessa apresentação é dado destaque o que as equipes devem investigar nas etapas seguintes. (12 minutos)
<i>5. Buscando soluções em equipe para as situações-problema da parte 1 da HQs</i>	• Trabalharam-se cinco situações-problema de forma introdutória, abordando as explicações da Física Clássica para os conceitos, eventos e fenômenos atômicos. A busca por soluções em equipe permitiu o desenvolvimento de uma postura investigativa dos alunos no processo de ensino-aprendizagem. (33 minutos)
<i>6. Primeira atividade colaborativa</i>	• Possibilitou a negociação de significados pelo diálogo entre as equipes no compartilhamento de soluções. Essa dinâmica coletiva de colaboração permitiu que cada equipe fizesse sugestões para complementar as respostas de outra equipe. (20 minutos)
<i>7. Organizando o conhecimento para os conceitos e fenômenos investigados na parte 1 da HQs</i>	• Ajudou os discentes a superar os obstáculos encontrados na compreensão de fenômenos e conceitos. Permitiu ao professor, que acompanhou as dificuldades apresentadas pelos alunos, atuar de forma objetiva para otimizar o processo de organização do conhecimento. (25 minutos)
<i>8. Diagnóstico dos conhecimentos prévios e</i>	• Proporcionou um diagnóstico prévio do nível de conhecimento da turma sobre explicações da Física Quântica para alguns fenômenos

⁸ A descrição detalhada de cada etapa da sequência didática pode ser encontrada na Dissertação de Mestrado ou Material Instrucional disponível em: <<http://www.urca.br/mnpf/index.php/dissertacao-e-produtos/category/37-topicos-de-fisica-quantica-em-versos-de-cordel-e-arte-dos-quadrinhos-ensinados-a-luz-de-uma-unidade-de-ensino-potencialmente-significativa-samuel-dos-santos-feitosa-turma-2017>>.

<i>introdução do conteúdo</i>	atômicos. A construção desse novo esquema conceitual abordou os tópicos mais relevantes do conteúdo presente na parte 2 da HQs. (15 minutos)
<i>9. Recitação da parte 2 da HQs – Mecânica Quântica</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Apresentou os conceitos e fenômenos mais relevantes do tema estudado através da recitação dos versos que abordou o estudo de tópicos de mecânica quântica. Esta foi uma atividade mais lúdica, na qual a recitação com ênfase na narrativa das rimas do cordel aliada as ilustrações da HQs permitiu o uso de analogias e metáforas na abordagem do conteúdo. (15 minutos)
<i>10. Apresentação das situações-problema relacionadas com a parte 2 da HQs</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Trabalhou novas situações-problema, destacando os aspectos mais relevantes do conteúdo e abordando os conceitos mais importantes. As questões envolveram um nível maior de complexidade em relação às trabalhadas na parte 1 da HQs e sua elaboração teve o objetivo de fazer os discentes investigarem os fenômenos e conceitos de tópicos de mecânica quântica. (15 minutos)
<i>11. Buscando soluções em equipe para as situações-problema da parte 2 da HQs</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Estimulou o trabalho em equipes na construção de soluções para as situações-problema relacionadas com a parte 2 da HQs. Tais questões envolveram um nível maior de complexidade e foram trabalhadas pela leitura e interpretação da HQs. (35 minutos)
<i>12. Segunda atividade colaborativa</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Estimulou a capacidade de diálogo entre as equipes pela troca de trabalhos, compartilhando as soluções propostas para as situações-problema. Os grupos analisaram as respostas de outros colegas, aprendendo e propondo novos caminhos para suas respectivas soluções. (20 minutos)
<i>13. Nova fase de organização do conhecimento</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Organizou-se o conhecimento, levando em consideração o processo de diferenciação progressiva e reconciliação integrativa. O professor atuou para revisar conceitos e fenômenos, contextualizando o conteúdo a partir da temática da HQs e com exemplos complementares. (25 minutos)
<i>14. Planejamento e produção de estrofes com versos de cordel e de tirinhas sobre tópicos do conteúdo estudado</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Estimulou-se a produção de versos de cordel e tirinhas pelos alunos. Ainda na sala de aula foi planejado e deixado como atividade de casa para cada equipe a produção de versos de cordel e de tirinhas abordando os principais conceitos e fenômenos quânticos estudados. Essa atividade permitiu o desenvolvimento do poder de argumentação e contextualização do conteúdo aprendido. (10 minutos de aula + atividade de casa)
<i>15. Apresentações dos versos de cordel e tirinhas produzidos pelas equipes</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Apresentação do que foi produzido pelos alunos. Esta etapa propiciou a internalização de conceitos e o desenvolvimento da capacidade criativa e imaginativa dos discentes mediante elementos de produção artística envolvendo tópicos do conteúdo estudado. (90 minutos)

Fonte: Do autor, 2019.

Após os devidos esclarecimentos sobre os objetivos da pesquisa e sobre a natureza da metodologia de desenvolvimento das aulas (etapa 1), teve início a construção de um esquema conceitual (etapa 2): dinâmica que possibilitou fazer um levantamento dos conhecimentos prévios dos discentes, com isso, viabilizando um diagnóstico do conhecimento da turma a respeito do tema.

Os estudantes tiveram liberdade de expor o que sabiam sobre o conteúdo, após serem provocados por perguntas introdutórias. A participação de cada discente, no que concerne às questões, aos conceitos e aos fenômenos colocados, é elencada no quadro 2, introduzindo aspectos gerais do conteúdo.

Quadro 2 – Levantamento do primeiro esquema conceitual.

Perguntas	Exemplos das Respostas
O que vocês entendem e imaginam quando se fala sobre o átomo?	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Não se divide;</i> • <i>Menor partícula;</i> • <i>Quando falam no átomo eu sempre lembro do professor de química;</i> • <i>Eu lembro do modelo atômico que é uma bola só.</i>
O átomo é a menor parte da matéria ou com o tempo surgiram indícios de partículas menores que o constituíam?	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Tem um modelo que tem uma bola e elétrons;</i> • <i>Os elétrons surgiram depois do átomo.</i>
Qual foi a primeira partícula constituinte do átomo a ser descoberta? Qual a natureza da sua carga? A partir de qual experiência os cientistas suspeitaram de sua existência?	<ol style="list-style-type: none"> 1- <i>O elétron</i> 2- <i>Os elétrons têm carga negativa.</i>
Como surgiram as ideias da existência de um núcleo atômico? Qual experimento trouxe indícios de sua existência?	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Surgiu um modelo que tem prótons, nêutrons e elétrons.</i>

Fonte: Do autor, 2019.

As respostas dos alunos apresentam uma relação geral, mesmo que superficial, com o tema estudado. Elas não se caracterizam como informações detalhadas e específicas do conteúdo, porém demonstram que há subsunçores⁹ na estrutura cognitiva dos estudantes que podem servir de ponte cognitiva para a assimilação e retenção de novos significados.

As afirmações por parte dos alunos não citam épocas, episódios históricos, nome de cientistas, experimentos e experiências científicas que contribuíram com o desenvolvimento da compreensão da estrutura da matéria pela evolução dos modelos atômicos. Porém, algumas respostas, colocadas na construção do esquema conceitual, remetem a experiências e ideias científicas que contribuíram para uma melhor compreensão da natureza atômica. Esse é um

⁹ Conhecimentos prévios, especificamente, relevantes, preexistentes na estrutura cognitiva do aprendiz.

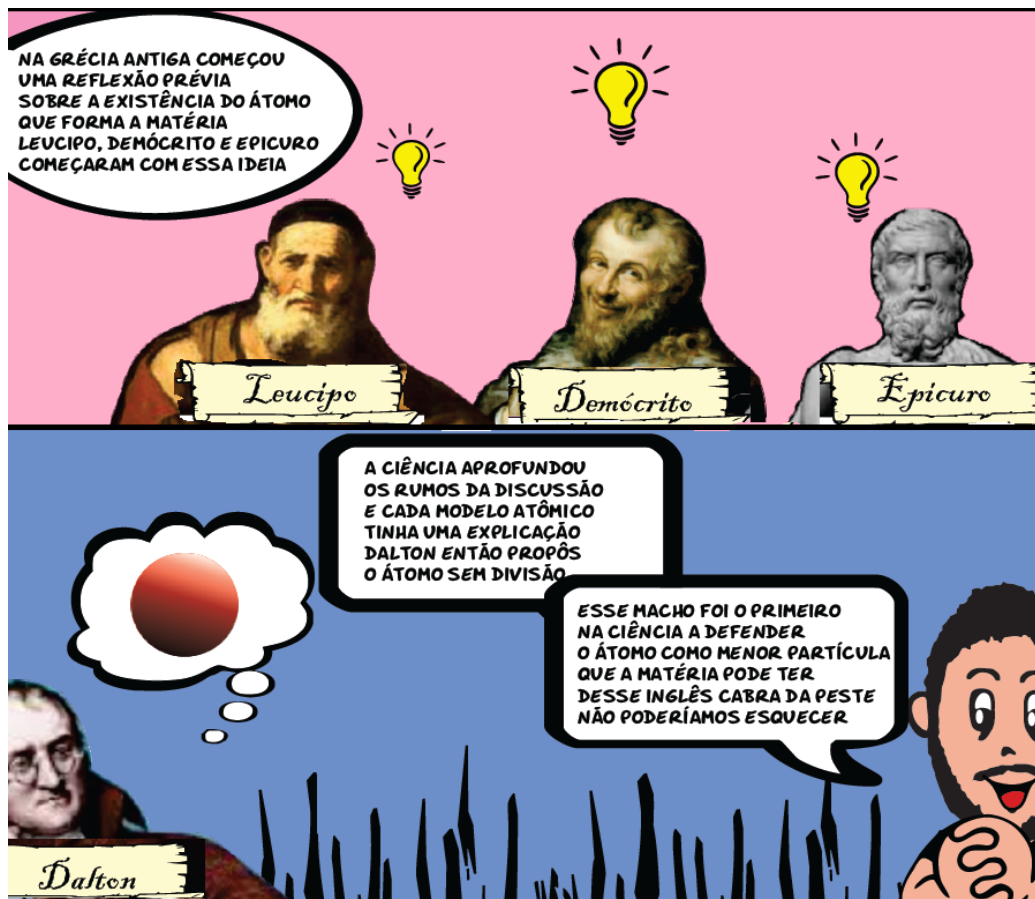
fator relevante para o processo de ensino-aprendizagem, pois o primeiro princípio que norteia a UEPS diz que *o conhecimento prévio é a variável que mais influencia a aprendizagem significativa* (MOREIRA, 2011, p. 44). Dessa forma, é importante destacar que tal dinâmica conseguiu levar os alunos a externarem alguns dos seus conhecimentos prévios. Então, o esquema conceitual permitiu apresentar informações prévias do conteúdo que interagiram com a estrutura cognitiva dos estudantes.

A partir das duas etapas iniciais, definiu-se com os discentes os tópicos de estudo e a metodologia de ensino. Além disso, através do esquema conceitual, foi possível realizar uma apresentação de tópicos gerais, envolvendo aspectos históricos, conceitos e fenômenos da teoria clássica do átomo, que são importantes para o estudo da mecânica quântica. As informações levantadas, ao interagir com a estrutura cognitiva dos estudantes, tiveram o intuito de subsidiar a compreensão dos assuntos mais abstratos estudados em etapas seguintes do processo de intervenção. As atividades descritas acima aproximam-se do que Moreira (2011) propõe no primeiro e segundo tópico dos aspectos sequenciais da UEPS.

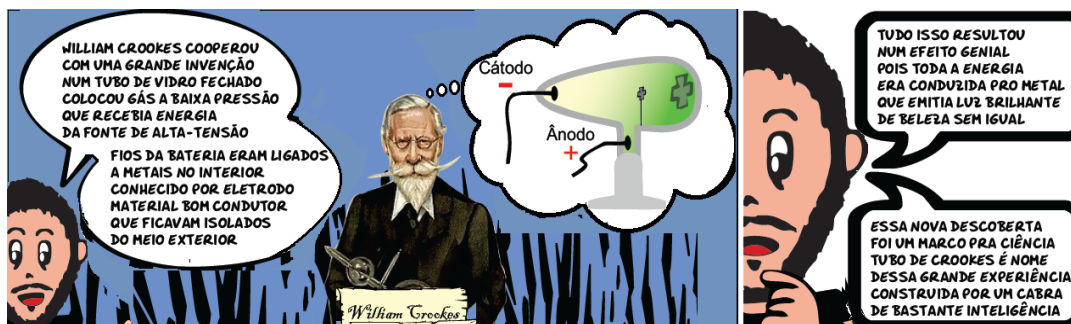
Então, após uma análise inicial do conhecimento prévio da turma a respeito do tema de estudo, além do compartilhamento do conteúdo a ser estudado e da respectiva metodologia de ensino que seria utilizada, chegou o momento de apresentar a HQs, escrita em versos de cordel, à turma. Ela foi lida nos moldes típicos da recitação das rimas de cordel. O aspecto lúdico da recitação das narrativas dos versos rimados foi determinante para a empolgação da turma com essa dinâmica e favoreceu para o envolvimento dos mesmos nas etapas seguintes da sequência didática. A HQs também foi utilizada para contextualizar dez situações-problema, trabalhadas com o objetivo de fazer os discentes investigarem os fenômenos e conceitos apresentados por suas ilustrações e versos rimados. As ilustrações (a), (b), (c) e (d), apresentadas na Fig. 1, foram retiradas da HQs e utilizadas nas 1ª, 2ª, 9ª e 10ª situações-problema.

Para o trabalho de resolução das situações-problema em equipe, a turma de 23 alunos foi dividida em quatro grupos, nomeados A, B, C e D. As cinco situações-problema iniciais abordavam aspectos históricos, conceitos e experiências científicas que contribuíram com o desenvolvimento da teoria clássica do átomo, apresentando respectivamente, o atomismo de Dalton, o experimento de William Crookes, a descoberta do elétron por Thomson, o experimento da folha de ouro de Rutherford e as limitações da Física Clássica para descrever o comportamento da estrutura da matéria. Elas serviram como preparação para o estudo dos tópicos da teoria quântica do átomo. A compreensão do desenvolvimento de teorias a respeito da estrutura da matéria serviu de subsídio para que os alunos aprofundassem o entendimento de conceitos e fenômenos mais abstratos que seriam trabalhados na Física Quântica.

As situações-problema contextualizadas com ilustrações de parte da HQs abordaram aspectos históricos sobre o desenvolvimento dos modelos atômicos explicados no âmbito da teoria clássica e a partir de conceitos e interpretações relacionados à teoria quântica. O trabalho com situações-problema teve a intenção de exigir dos alunos uma postura investiga-



(a)



(b)

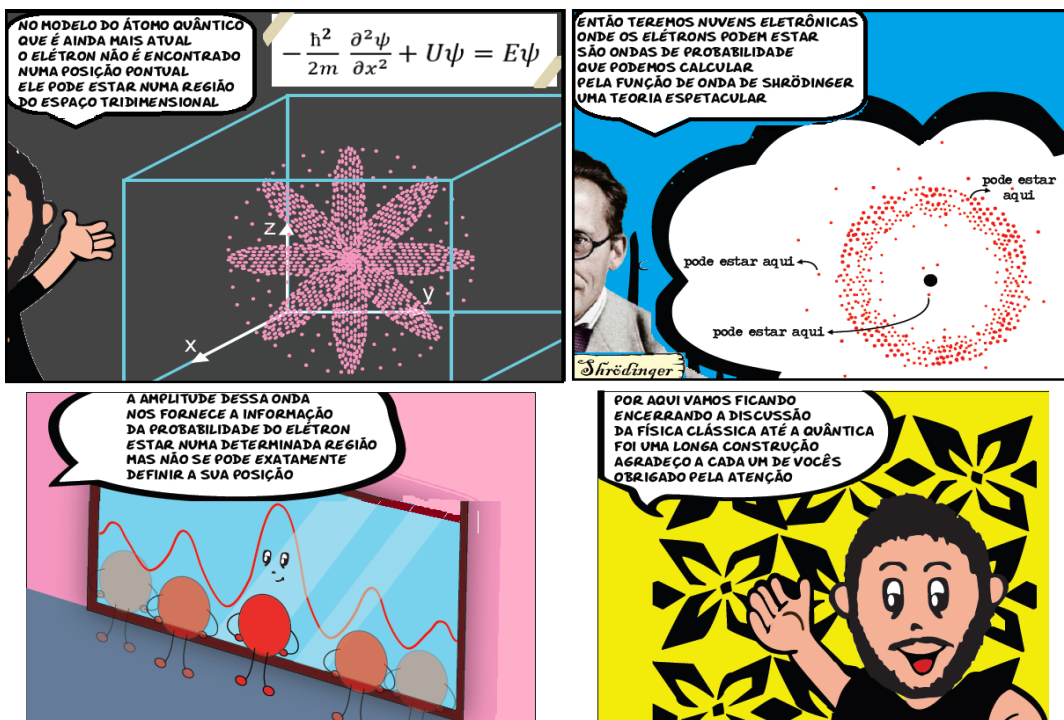
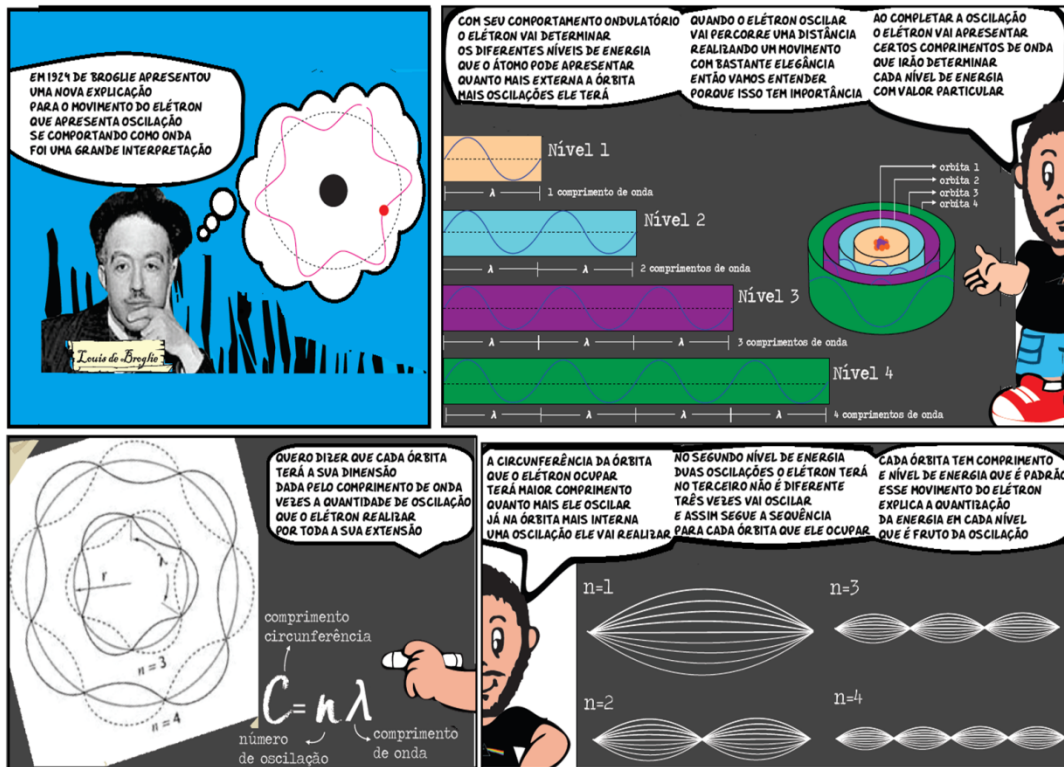


Fig. 1– Exemplos de partes da HQs, escrita em versos de cordel, utilizadas na abordagem da situação-problema relacionada ao atomismo (a), desenvolvimento dos modelos atômicos (b), comportamento ondulatório do elétron (c) e equação de Schrödinger (d).

tiva e reflexiva na construção do conhecimento, discutindo e desenvolvendo caminhos para as soluções, pois são as situações-problema que dão sentido a novos conhecimentos (VERGNAUD); elas devem ser criadas para despertar a intencionalidade do aluno para aprendizagem significativa (MOREIRA, 2011, p. 44). Assim, é importante perceber que as situações-problema foram utilizadas, neste trabalho, como mecanismo central para a apropriação de conceitos no processo de ensino-aprendizagem.

A primeira parte da HQs apresenta uma preparação para aquilo que se pretende ensinar. Entender os aspectos mais relevantes da teoria clássica do átomo, e suas respectivas limitações, foi fundamental para se ter uma melhor compreensão do surgimento da teoria quântica. Nesse sentido, as situações-problema trabalhadas nessa fase da sequência tinham um nível introdutório de ideias e conceitos, aproximando-se do que propõe Moreira (2011) no aspecto sequencial três da UEPS e de acordo com as etapas 4, 5 e 6 da sequência didática presente no quadro 1.

Outras cinco situações-problema, que trataram o conteúdo da parte 2 da HQs, foram trabalhadas nas etapas 10, 11 e 12 da sequência de ensino, abordando conceitos e fenômenos quânticos relacionados ao comportamento da estrutura da matéria. Essas situações-problema traziam questionamentos sobre o espectro emitido pela matéria, a ideia de quantização da energia emitida por um corpo na teoria de Planck, os níveis de energia e os saltos quânticos no átomo de Bohr, o movimento ondulatório do elétron na teoria de Broglie e o comportamento do elétron no átomo segundo a teoria ondulatória de Schrödinger. Como exemplos de situações-problema e as respectivas respostas dadas pelos alunos, são listadas as 1ª e 2ª situações-problema que abordaram tópicos do conteúdo estudado na parte 1 da HQs e as 9ª e 10ª situações-problema que trabalham alguns conceitos e fenômenos descritos na segunda parte da HQs. O quadro 3 exibe a primeira situação-problema relacionada às ideias iniciais sobre o conceito de átomo.

Quadro 3 – Primeira situação-problema (contextualizada com Fig. 1 a), dúvidas levantadas, colaborações entre os grupos e propostas de soluções.

Contexto e 1ª situação-problema

As primeiras ideias tratando da existência de átomo, como partícula fundamental que constitui a matéria, surgiram na Grécia Antiga. Mesmo com as discussões atomistas vigentes ao longo dos séculos XVII e XVIII, somente no início do século XIX esse tema passou a adquirir o *status* de teoria científica. Foi com o trabalho de Dalton que surgiu a teoria atômica científica.

É importante ressaltar que o átomo grego não é um precursor do átomo de Dalton. A ideia de um átomo como a menor parte da matéria, discutida por Leucipo, Demócrito e Epicuro, no século V a.C., apresenta caráter intuitivo, especulativo e teórico. Já o atomismo de Dalton, que data de 1808, surge de evidências experimentais, com bases conceituais e epistemológicas típicas de uma teoria científica.

Diante do que foi colocado acima e de acordo com a parte da HQs, apresentado na Fig. 1 (a), coloquei o (a) para indicar a figura que descreve as principais similaridades entre a ideia de átomo proposta pelos filósofos gregos e ao modelo atômico proposto por Dalton. Também explique em que sentido as ideias discutidas pelos atomistas gregos diferem do que é apresentado no modelo atômico proposto por Dalton.

Questionamentos (dúvidas) das equipes

- *Professor a única coisa que Dalton mudou é porque ele fez experimentos e a similaridade é que o átomo não seria divisível?*
- *Eu não estou encontrando nada diferente. Eu estou entendendo que os dois dizem que o átomo é uma partícula que faz parte da matéria.*
- *O que é precursor?*
- *O que é caráter intuitivo?*

Sugestões de uma equipe para a outra nas atividades colaborativas

- *Faltou explicar melhor que Dalton criou um modelo atômico onde o átomo é uma esfera maciça.*
- *Dalton aprofundou as discussões e então propôs um átomo sem divisão, apenas Dalton, não os gregos.*

Soluções propostas pelas equipes

Equipe A

Leucipo, Demócrito e Epicuro consideravam o átomo como menor partícula. Dalton também. A diferença é que Dalton ainda propôs um átomo que não se divide, além do mais, o atomismo de Dalton surgiu devido a evidências experimentais com bases conceituais epistemológicas de uma teoria científica. Já o atomismo grego apresentava apenas um caráter intuitivo, especulativo e teórico, sem fundamentos científicos.

Equipe B

Tanto os filósofos gregos como Dalton acreditavam que o átomo era a menor partícula da matéria. Porém os filósofos gregos baseavam suas ideias em especulações teóricas. Dalton se baseava em conceitos científicos, sendo proposto por ele um átomo como esfera maciça.

Equipe C

Leucipo, Demócrito e Epicuro, na Grécia antiga, partiram de uma ideia filosófica que o átomo seria feito de uma única partícula. A teoria do átomo proposta por Dalton também entendia o átomo como única partícula. A diferença entre os dois pensamentos é que Dalton partiu de uma tese científica para apresentar um átomo como esfera indivisível.

Equipe D

A similaridade é que as duas propostas dizem que o átomo é uma partícula que faz parte da matéria e é indivisível. A diferença é que Dalton aprofundou as discussões e então propôs um átomo sem divisão, onde se teve vários experimentos, diferente dos Gregos.

Fonte: Do autor, 2019.

Durante a resolução das questões, alguns alunos apresentaram dificuldades para compreender o significado de determinadas palavras que apareceram na situação-problema. Outros também não souberam interpretar que a diferença entre as ideias de átomo proposta por filósofos gregos e pelo modelo científico proposto por Dalton tem relação com o método de construção do conhecimento. Porém, as dúvidas foram esclarecidas pelo compartilhamento de informações entre as equipes na realização das etapas 5 e 6 da sequência didática. As soluções finais propostas, após a etapa de organização do conhecimento, prevista no sétimo passo da sequência, evidenciaram a superação das dificuldades.

Já em relação à ideia do átomo indivisível, presente no pensamento grego e na teoria de Dalton, parece não ter sido completamente compreendida pelos membros da equipe 4. Eles entenderam que o átomo representava a ideia de menor parte da matéria para ambos os pensamentos, porém afirmaram que apenas o modelo atômico de Dalton seria indivisível. Isso se evidencia quando a equipe propõe aos colegas, durante as sugestões entre equipes na atividade colaborativa, que apenas na teoria de Dalton se acreditava na indivisibilidade do átomo.

A segunda situação-problema, apresentada no quadro 4, aborda a contribuição do experimento de Willian Crookes para a descoberta do elétron e qual foi o procedimento experimental realizado por ele.

Quadro 4 - Segunda situação-problema (contextualizada com Fig. 1 b), dúvidas levantadas, colaborações entre as equipes e propostas de soluções.

Contexto e 2ª situação-problema
<p>O século XIX chega ao fim com a constatação de que átomo não é o último limite de divisão da matéria. As primeiras indicações de que poderia haver partículas ainda menores na composição dos átomos foram obtidas pelo cientista inglês Willian Crookes, ao realizar descargas elétricas com baterias em tubos de raios catódicos.</p> <p>Descreva o material utilizado por Willian Crookes para realizar suas experiências em tubos de vidros e explique o procedimento experimental realizado por ele. Em seguida, fale qual foi o efeito provocado por esse experimento e o que os resultados indicavam.</p>
Sugestões de uma equipe para a outra nas atividades colaborativas
<ul style="list-style-type: none">• <i>Pode explicar melhor o experimento de Crookes?</i>• <i>A luz vinha do metal ou do gás?</i>
Sugestões das atividades colaborativas
<ul style="list-style-type: none">• <i>A luz brilhante não era do metal. Era do gás.</i>• <i>Faltou falar do material e do experimento de Crookes.</i>

Soluções

Equipe A

Materiais: Tubo de vidro fechado, gás com pressão pequena, fonte de alta tensão, fios da bateria.

Procedimento: criou um tubo de vidro fechado e colocou gás a baixa pressão. Depois forneceu energia da fonte de alta tensão através de fios que eram ligados a metais no interior do tubo, conhecidos como eletrodos.

Efeito: quando a energia era conduzida para o metal dentro do tubo, surgiam luz brilhante no gás.

Resultado: Poderia haver partículas ainda menores na composição do átomo.

Equipe B

Gás a baixa pressão que recebia energia da fonte de alta tensão por fios da bateria que eram ligados a metais condutores que ficavam isolados do meio exterior. Toda a energia era conduzida para o metal e o gás emitia luz.

Equipe C

No final do século XIV foi constatado que o átomo não seria o último limite de divisão da matéria. Os primeiros indícios surgiram no experimento de William Crookes. Onde, ao colocar gás a baixa pressão em um tubo de vidro e dá uma descarga elétrica com energia conduzida para o metal, resultava em uma luz.

Equipe D

Materiais: um tubo de vidro, gás a baixa pressão e uma fonte de alta tensão. O procedimento começou quando William pegou um tubo de vidro fechado e dentro dele colocou gás a baixa pressão. Forneceu energia para ele com uma fonte de alta tensão. Os fios da bateria eram ligados a metais no interior, chamados de eletrodos. Quando a energia era conduzida para o metal surgia no tubo uma luz brilhante.

Fonte: Do autor, 2019.

Parte da turma não compreendeu o experimento realizado por Crookes nas primeiras leituras e, logo, procurou respostas prontas para isso. No entanto, o trabalho com situações-problema teve a intenção de promover nos discentes uma reflexão sobre os problemas. Então eles foram orientados a relerem as explicações da HQs para discutirem e interpretarem os fenômenos.

Uma estratégia utilizada nas aulas foi sempre perguntar aos alunos que apresentavam dúvidas o que eles já tinham entendido sobre a questão. Assim, todos na equipe passaram a refletir e construir, passo a passo, as soluções, sem se preocupar com as respostas prontas. Eles compreenderam a ideia de se atentar à compreensão do fenômeno.

Uma das equipes não conseguiu identificar, na leitura da segunda situação-problema, se a luz era proveniente do metal que recebia a descarga elétrica ou se o efeito era provocado pela existência do gás no tubo. Com algumas dúvidas sanadas no compartilhamento de ideias

e com etapa de organização do conhecimento, todas as equipes desenvolveram soluções coerentes com o que se investigava no problema.

A nona situação-problema (Quadro 5) buscou trabalhar com os alunos a ideia do movimento ondulatório do elétron proposta por de Broglie a fim de que investigassem como tal teoria justificava os níveis de energia nos átomos.

Quadro 5 – Nona situação-problema (contextualizada com Fig. 1c), dúvidas levantadas, colaborações entre as equipes e propostas de soluções.

<p style="text-align: center;">Contexto e 9ª situação-problema</p> <p>As explicações de Planck, tratando da energia emitida por corpos aquecidos, contribuíram para que Bohr desenvolvesse a Teoria Quântica do átomo. O modelo atômico de Bohr resolveu a instabilidade do átomo de Rutherford, explicando a distribuição da energia dos elétrons por camadas.</p> <p>Em 1924, de Broglie apresentou uma teoria ondulatória para o movimento do elétron.</p> <p>Baseado na HQs, resolva as questões colocadas abaixo:</p> <p>a) Descreva como de Broglie explica as órbitas dos elétrons e o seu respectivo comprimento.</p> <p>b) Qual a relação do movimento ondulatório do elétron e o fato dos níveis de energias serem quantizados em cada camada ou órbita (níveis de energia)?</p>
<p style="text-align: center;">Questionamentos (dúvidas) das equipes</p> <ul style="list-style-type: none">• <i>Quanto maior as oscilações, maior será o nível de energia do elétron?</i>
<p style="text-align: center;">Sugestões de uma equipe para a outra nas atividades colaborativas</p> <ul style="list-style-type: none">• <i>Não houve sugestão de uma equipe para a outra.</i>
<p style="text-align: center;">Soluções propostas por cada equipe</p> <p>Equipe A</p> <p>a) <i>Quando o elétron oscilar vai percorrer a distância de oscilações completas.</i></p> <p>b) <i>Ao completar a oscilação o elétron vai apresentar certos comprimentos que irão definir níveis de energia particular. O comprimento será maior quanto mais ele oscilar e maior será o nível de energia.</i></p> <p>Equipe B</p> <p>a) <i>Uma camada onde sua dimensão vai depender do comprimento de onda e das oscilações do elétron. Onde a quantidade de oscilações dirá em qual nível ele está.</i></p> <p>b) <i>Quanto maior forem as oscilações, maior será o nível, onde oscilações geram de acordo com a quantidade de energia que ele tem.</i></p>

Equipe C

a) de Broglie apresentou uma ideia de que as órbitas dos elétrons seriam como ondas, dependendo do comprimento de onda que o elétron percorrer e as vezes que oscilar, determina seu nível de energia.

b) Dependendo do nível do elétron ele dá um salto para a próxima órbita, posto a capacidade de percorrer um maior comprimento, ao emitir a radiação ele perde energia retornando a órbita inicial.

Equipe D

- Segundo de Broglie, cada órbita tem sua dimensão, a qual é dada pelo comprimento de onda. Seu comprimento é dado pela oscilação do elétron na órbita que ocupar.

- A amplitude das oscilações vai determinar a energia que é quantizada porque tem que completar a órbita.

Fonte: Do autor, 2019.

Nenhuma das equipes parece ter percebido a equação que descreve o comprimento de onda das órbitas presente na HQs. Pelo menos, nenhum grupo escreveu a equação de Broglie para explicar o comprimento da órbita, porém foi explicado conceitualmente, de forma correta, a interpretação da teoria para descrever o fenômeno. Também relacionaram o comprimento da órbita ou número de oscilações do elétron, deixando claro que esse movimento torna os níveis de energia quantizados.

O grupo **C** relacionou o salto quântico ao fato do elétron variar sua energia e passar a percorrer um maior comprimento. Mesmo não sendo objetivo da questão, ficou implícita na resposta a compreensão de níveis de energia e as oscilações realizadas pelo elétron. Já a equipe **D** usou o termo amplitude das oscilações ao invés de número de oscilações. Percebeu-se, aqui, uma pequena confusão no termo utilizado, mas, analisando a solução proposta, detectou-se o entendimento da equipe em relação a interpretação da teoria de de Broglie para o fenômeno abordado.

A décima situação-problema, apresentada no quadro 6, pretendeu conduzir as equipes a uma investigação sobre o comportamento do elétron segundo a teoria ondulatória de Schrödinger e quais informações a amplitude da equação de onda fornece a esse respeito.

Quadro 6 - Décima situação-problema (contextualizada com Fig. 1 d), dúvidas levantadas, colaborações entre as equipes e propostas de soluções.

Contexto e 10ª situação-problema

Schrödinger propõe um modelo matemático para o átomo e não um modelo visual. A teoria quântica ondulatória desse cientista discute que o elétron pode estar em qualquer lugar do átomo. Segundo ele, não é possível determinar exatamente a posição dessa partícula, sendo apenas possível determinar a probabilidade de o elétron ser encontrado em uma região específica do átomo.

Em uma das partes da HQs acima (Fig. 1 d), vemos que o elétron está diante do espelho, ficando mais visível no centro, local no qual a onda apresenta maior amplitude. Neste sentido, o que indica a maior amplitude da onda quando se tenta localizar o elétron em determinada região do átomo?

Questionamentos (dúvidas) das equipes

- *A amplitude tem a ver com a energia do elétron?*

Sugestões de uma equipe para a outra nas atividades colaborativas

- *Faltou relacionar a explicação com o quadrinho¹⁰ que o elétron central do espelho está mais visível.*
- *A amplitude mostra a possibilidade de um elétron ser encontrado numa região.*

Soluções propostas por cada equipe

Equipe A

A amplitude dessa onda fornece informações da proximidade do elétron está numa determinada região, mas não se pode exatamente definir sua posição.

Equipe B

Onde a onda formar maior amplitude, maior será a probabilidade de o elétron estar lá, pois não se pode saber 100% de certeza onde o elétron está.

Equipe C

Schrödinger propôs um modelo tridimensional para o átomo. No quadrinho em questão o átomo está em uma posição mais elevada, representando que ele está mais longe do núcleo. Logo, ele tem mais energia e está liberando mais radiação e se tornando mais visível. A amplitude mostra a possibilidade de um elétron ser encontrado numa região.

Equipe D

A onda de Schrödinger dá a probabilidade do elétron estarem em determinada região, mas não pode se definir ao certo a sua posição.

Fonte: Do autor, 2019.

Nenhuma das equipes descreveu em suas respectivas soluções o que está representado na parte da HQs com o espelho. Ou seja, nenhum grupo contextualizou sua resposta a partir de uma interpretação da ilustração da HQs. No entanto, os grupos parecem ter compreendido corretamente que a amplitude da onda fornece as informações sobre a probabilidade de o elétron ser encontrado em determinada região do átomo.

¹⁰ Termo utilizado pelos alunos para se referir à ilustração de parte da HQs utilizada na contextualização das situações-problema trabalhadas na intervenção.

A equipe **C** relacionou corretamente que a amplitude da onda fornece informações sobre a localização do elétron. Porém, ao tentar contextualizar a questão, acabou confundindo conceitos e criando situações que não são abordadas na HQs, por conseguinte, apresentando argumentos equivocados para a solução.

As situações-problema envolveram dinâmicas de ações entre as etapas 4 e 12 da sequência de ensino, com atividades importantes de investigação, trocas de informações de forma coletiva e colaborativa entre equipes. Além disso, elas possibilitaram ao professor organizar conceitos e ideias do conteúdo. Dessa forma, as atividades realizadas na sequência didática apresentaram uma aproximação com as etapas da UEPS proposta por Moreira (2011), como o trabalho com situações-problema; a abordagem de aspectos gerais e específicos do conteúdo, obedecendo um nível crescente de complexidade na apresentação de conceitos e fenômenos; além da retomada de informações com atividades colaborativas que permitem o processo de organização do conhecimento.

Segue uma análise quali-quantitativa para as soluções propostas nas 10 situações-problema trabalhadas. Diante disso, foram adotados parâmetros para classificar as respostas, como segue descrito no quadro 7.

Quadro 7 – Descrição conceitual das notas. Nota máxima 5 e a mínima 1, indicando soluções que podem ter a seguinte classificação: insatisfatório, regular, satisfatório, bom e excelente.

EXCELENTE (NOTA 5)	As soluções apresentam plena compreensão dos fenômenos estudados, descrevendo-os detalhadamente em um contexto bem-elaborado ou apresentando novos argumentos para explicar o problema.
BOM (NOTA 4)	Solução é clara e completa, com conceitos apresentados de forma articulada e correta na resolução do problema.
SATISFATÓRIO (NOTA 3)	Solução correta. Neste caso, ela pode apresentar ausência de pequenas informações; reproduzir parte das estrofes da HQs, textos da contextualização da questão ou as explicações do professor; apresentar pequenas confusões na descrição de conceitos.
REGULAR (NOTA 2)	A solução apresenta contexto com algumas informações corretas, mas pode exibir alguma incoerência no tratamento de conceitos e na descrição de fenômenos.
INSATISFATÓRIO (NOTA 1)	Solução considerada errada, demonstrando incompreensão do fenômeno estudo.

Fonte: Do autor, 2019.

A Fig. 2 ilustra os percentuais das soluções propostas pelas equipes. Cada grupo desenvolveu respostas que exibiram diferentes níveis de compreensão e argumentação dos fenômenos.

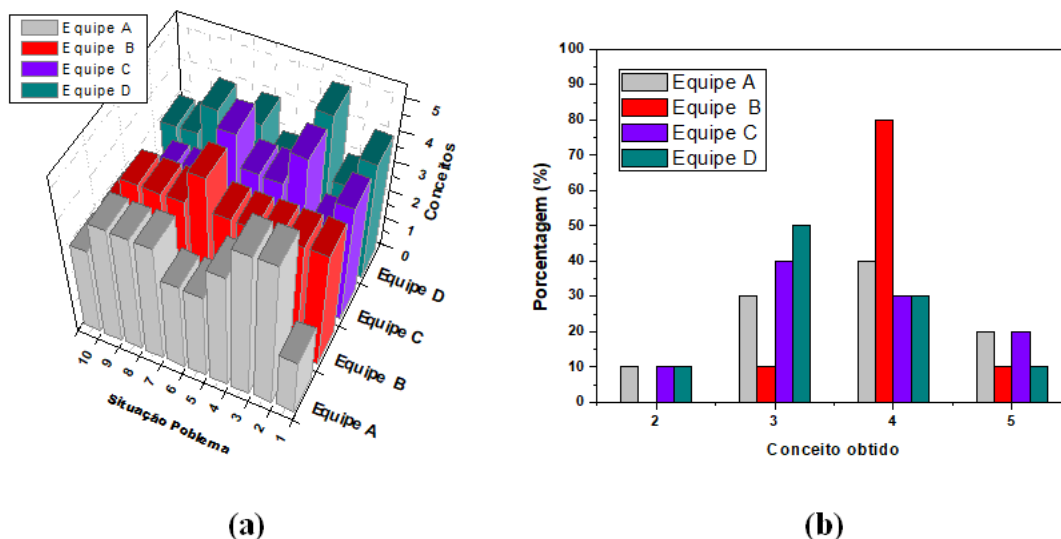


Fig. 2 – Classificação das respostas apresentadas para as situações-problema. Mapeamento do desempenho por situação (a), desempenho percentual das equipes frente ao conceito obtido no total das questões (b). Fonte: Do autor, 2019.

É possível verificar que nenhuma resposta foi classificada como insatisfatória. A esse resultado atribui-se o caráter investigativo e colaborativo das atividades desenvolvidas. Vale ressaltar que o envolvimento da turma com tais dinâmicas passa pela contribuição que o aspecto lúdico dos versos de cordel e das ilustrações da HQs promoveu no processo de ensino-aprendizagem. A Equipe B apresentou melhor desempenho, tendo 90% de suas respostas classificadas com conceitos bom ou excelente. Essa equipe apresentou 10% satisfatório e 0% de respostas classificadas com o conceito regular. A Equipe D apresentou o segundo melhor desempenho, tendo 40% de suas respostas classificadas com conceitos bom ou excelente, 50% satisfatório e 10% de respostas classificadas com o conceito regular.

As equipes C e A apresentaram um desempenho muito parecido, ainda que inferior ao das duas outras equipes. Os resultados obtidos pelas equipes A e C sugerem compreensão dos conceitos e fenômenos investigados, pois nenhuma resposta foi classificada como insatisfatória, 10% das respostas foram classificadas como regulares e 70% das respostas enquadraram-se nos conceitos de satisfatório ou bom, além disso, as equipes A e C apresentaram 20% de respostas conceituadas com excelente.

Em todos os encontros, os alunos desenvolveram atividades que demonstravam o avanço na aquisição e a retenção de significados, em que a aprendizagem e a avaliação ocorriam de forma progressiva.

O material produzido ao longo da sequência teve suma importância para avaliar a aprendizagem dos estudantes e compreensão das variáveis envolvidas no processo de construção do conhecimento.

Para finalizar a sequência de ensino, a última etapa teve o intuito de estimular a capacidade dos estudantes comunicarem os conhecimentos aprendidos, demonstrando

compreensão do conteúdo e captação de significados. Então, nos últimos instantes da etapa 14, foi-lhes proposto desenvolverem versos de cordel e tirinhas sobre do conteúdo estudado. Após o planejamento e divisão dos principais tópicos estudados com a turma, cada equipe teve aproximadamente uma semana para desenvolver a apresentar seu material em sala. A apresentação dos trabalhos de cada equipe não teve o intuito de validar ou não as atividades desenvolvidas. Buscou-se realizar ações pelas quais os alunos tentassem relacionar conceitos e fenômenos de forma criativa, em vez de estarem preocupados somente em decorar respostas prontas. Por exemplo, o Grupo A ficou responsável por elaborar versos de cordel abordando as inconsistências do modelo atômico proposto por Rutherford, que está descrito a seguir:

<i>O físico Ernest Rutherford</i>	<i>Os resultados da experiência</i>	<i>Pois ao emitir radiação</i>
<i>Um experimento realizou</i>	<i>Novo modelo apresentou</i>	<i>Elétrons perdem energia</i>
<i>Chamado folha de ouro</i>	<i>Com uma pequena região</i>	<i>Colidindo com o núcleo</i>
<i>Então Thompson superou</i>	<i>Que de núcleo ele chamou</i>	<i>Um problema que surgia</i>
<i>A inconsistência do átomo</i>	<i>Já as cargas negativas</i>	<i>Ele não conseguiu responder</i>
<i>Seu modelo enfrentou</i>	<i>Na eletrosfera colocou</i>	<i>Porque isso acontecia.</i>
<i>Partículas foram lançadas</i>	<i>Porém havia um problema</i>	
<i>Passando por um metal</i>	<i>Do elétron em colisão</i>	
<i>Algumas foram desviadas</i>	<i>Pois essas cargas aceleradas</i>	
<i>Do movimento original</i>	<i>Emitiriam radiação</i>	
<i>Foi uma grande revolução</i>	<i>E o modelo de Rutherford</i>	
<i>Esse processo experimental</i>	<i>Entrou em contradição</i>	

A Fig. 3, exibe a produção de tirinhas do Grupo D, demonstrando em seu enredo uma excelente interpretação daquilo que foi estudado na teoria de de Broglie e Schrödinger.

Os resultados da atividade demonstraram um efetivo envolvimento dos alunos, estimulados a dar liberdade à criatividade para contextualizar tópicos do conteúdo com a produção de versos de cordel e de tirinhas. Verifica-se que a poesia popular e a arte dos quadrinhos, utilizado na contextualização do conteúdo trabalhado em sala de aula, podem tornar o ensino de Física mais prazeroso e promover o estímulo ao desenvolvimento da capacidade imaginativa e criativa dos estudantes.

Incluindo essa última etapa, criação direta e independente dos alunos, a sequência aqui proposta aproxima-se do que seria considerada uma aplicação exitosa da UEPS, resultando em uma avaliação do desempenho dos alunos com evidências de captação de significados, compreensão, capacidade de explicar, de aplicar o conhecimento para resolver situações-problema (MOREIRA, 2011). Compreendendo a aprendizagem significativa como progressiva, sabe-se que a evolução promovida pela sequência didática é apenas um passo.



Fig. 3 – Tirinha produzida pelos alunos representando um diálogo entre de Broglie e Schrödinger.

IV. Conclusões

As discussões que se estenderam ao longo deste trabalho foram iniciadas com uma reflexão sobre a realidade do ensino de Física em escolas públicas de Ensino Médio do Brasil, muitas vezes prejudicada pela diversidade socioeconômica do país. Não é difícil concordar que existe um distanciamento das práticas realizadas nas aulas de Física nessas instituições em relação ao que determina os PCN e PCN+. Inovar e superar as dificuldades estruturais das escolas, rompendo com o excesso de aulas expositivas, que inibem a atuação criativa no estudo de Ciências é uma tarefa árdua, contudo, necessária. A partir do trabalho com o desenvolvimento de versos poéticos típicos da literatura popular e a produção de enredos com ilustrações características das HQs no ensino de Física, foi possível realizar atividades diversificadas nas aulas, superando os massivos métodos tradicionais que inibem a atuação criativa dos professores e discentes. Tal metodologia de ensino, integrando cultura, arte e ciências, de maneira integrada em sala de aula, permitiu um maior envolvimento da turma nas atividades, promovendo condições para um aprender-ensinar criativo. A concretização das atividades propostas ocorreu de forma organizada e planejada, pautada em etapas de uma sequência de ensino que colocaram os estudantes como protagonistas das ações do processo de ensino-aprendizagem.

Os resultados do trabalho com situações-problema, que exigiram dos discentes a interpretação de conceitos e fenômenos, indicam uma sólida compreensão do conteúdo ensinado. Todas as soluções propostas para as questões estudadas demonstram que houve

avanços no entendimento conceitual trabalhado, tendo em vista que nenhuma das soluções propostas foi avaliada como insatisfatória. Algumas equipes apresentaram maior capacidade de contextualização nas propostas de soluções, o que indica melhor assimilação dos conceitos e fenômenos estudados. Tais resultados foram descritos de forma qualitativa e quantitativa, procurando apresentar, da forma mais fiel possível, as soluções propostas por cada grupo. Vale ressaltar que o processo de construção de soluções não buscou apresentar respostas prontas para serem julgadas como corretas ou erradas. Os alunos precisaram refletir sobre os conceitos e fenômenos estudados para construir soluções. Tal método valoriza o processo de construção do conhecimento e não a busca respostas com palavras decoradas.

A sequência de ensino não deve ser entendida como uma receita que levará ao sucesso da aprendizagem. O professor atento à realidade da sua instituição deve estar preparado para mudanças necessárias ao bom desempenho do processo. A sequência de ensino vai desenvolvendo-se com planejamento e adaptações necessárias para atender às necessidades e às peculiaridades da turma e da escola. Mediante o diálogo com a comunidade escolar é possível conquistar um ambiente favorável para o desenvolvimento de recursos didáticos e metodologias de ensino inovadoras, dessa forma, valorizando o fazer científico criativo.

Agradecimentos

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES e a Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico – FUNCAP, pelo apoio financeiro;

À Sociedade Brasileira de Física – SBF e ao Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física – MNPEF (PROFISICA), por possibilitar o desenvolvimento deste trabalho;

À Cicero Jailton de M. Souza, Getúlio Eduardo R. de Paiva, Josenildo F. de Brito e Maria Marli M. Neto, pelas colaborações e incentivos;

À Isabela Záchia Ayub e a equipe do Ateliê do Texto pela revisão gramatical do trabalho.

Referências

ABREU, M. **Histórias de cordéis e folhetos**. Campinas: Mercado de Letras: ALB, 1999.

ABREU, M. Então se forma a história bonita – relações entre folhetos de cordel e literatura erudita. **Horizontes Antropológicos**, v. 10, n. 22, p. 199-218, 2004.

ATAÍDE, J. S. P.; SOUSA, J. M.; LIMA, J. M.; FEITOSA, S. S. Regionalizando a Ciência: a física em cordel. In: SOUSA, C. M. (org.). **Jornalismo Científico & Desenvolvimento Regional: Estudos e Experiências**. Campina Grande: EDUEPB, 2008. p. 67-76.

BARBOSA, A. S. M.; PASSOS, C. M. B.; COELHO, A. de A. O Cordel como Recurso Didático no Ensino de Ciências. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 6, n. 2, p. 161-168, 2011.

BRASIL. Ministério da Educação. **Parâmetros Curriculares Nacionais (Ensino Médio)**. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. Brasília: MEC, 1999.

BRASIL. Secretaria de Educação Média: **Parâmetros Curriculares Nacionais + - Ensino Médio: Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais**. Secretaria de Educação Média. Brasília: MEC –SEMTEC, 2002.

CARUSO, F.; CARVALHO, M.; SILVEIRA, M. C. Uma proposta de ensino e divulgação de ciências através dos quadrinhos. **Ciência & Sociedade**, 2002.

GRECA I. M. Discutindo aspectos metodológicos da pesquisa em Ensino de Ciências: algumas questões para refletir. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 2, n. 1, p. 73-82, 2002.

GUERRA, A. Considerações sobre a Reforma da Lei 9394, que estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 34, n. 1, p. 1-5, maio 2017.

HEWITT, P. G. **Física Conceitual**, Porto Alegre: Bookman, 2002.

JORGE, L.; PEDUZZI, L. O. Q. Do casamento entre arte e ciência aos enlaces da palavra e imagem nas histórias em quadrinhos. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 14, n. 1, p. 61-83, 2019.

LEMAIRE. R. Tradições que se refazem. **Estudos de Literatura Brasileira Contemporânea**, n. 35, p. 17-30, 2010.

LIMA, J. M. **Literatura de cordel e ensino de Física: uma aproximação para a popularização da ciência**. 2013. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande.

LIMA, J. M.; SOUSA, J. M.; GERMANO, M. G. A. Literatura de cordel como veículo de popularização da ciência: uma intervenção no ensino de física. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, VIII, 2011, Campinas. Disponível em: <<http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/viiienpec/resumos/R0934-1.pdf>>. Acesso em: 15 jan. 2020.

MEDEIROS, A.; AGRA, J. T. N. A astronomia na literatura de cordel. **Física na Escola**, v. 11, n. 1, p. 5-8, 2010.

MOREIRA, I. C.; MASSARANI, L.; ALMEIDA, C. Representações da ciência e da tecnologia na literatura de cordel. **Bakhtiniana**, v. 11, n. 3, p. 5-25, 2016.

MOREIRA, M. A. Unidades de Ensino Potencialmente Significativas – UEPS. **Aprendizagem Significativa em Revista**, v. 1, n. 2, p. 43-63, 2011.

MOZENA, E. R.; OSTERMANN, F. Editorial: Sobre a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e o Ensino de Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 33, n. 2, p. 327-332, set. 2016.

NOBRE, F. A. S. **Folhetos de Cordel Científicos: Um Catálogo e uma Sequência de Ensino**. São Leopoldo: Trajetos Editorial, 2017.

PIETROCOLA, M.; POGIBIN, A.; OLIVEIRA, R.; ROMERO, T. **Física em contextos: pessoal, social e histórico**. São Paulo: FTD, 2010.

RAFAEL, R. F.; SILVA, R. M. da; NOBRE, F. A. S.; VIEIRA, L. A. O estudo da termodinâmica com o uso de folhetos de cordel. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 13, n. 1, p. 15-31, 2018.

RIBEIRO, D. M. S.; SILVA, M. S. Textos de Divulgação Científica: uma intervenção para aprofundar as concepções epistemológicas de professores e estudantes de Física. **Acta Scientiae**, v. 17, n. 3, p. 697-714, 2015.

SILVA, J. J. A. **A utilização da literatura de cordel como instrumento didático-metodológico no ensino de geografia**. 2012. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa.

SILVA, M. S.; RIBEIRO, D. M. S. Ensino de Física no Sertão: Literatura de cordel como ferramenta didática. **Revista Semiárido de Visu**, v. 2, n. 1, p. 231-240, 2012.

SILVA, R. M. da; RAFAEL, R. F.; NOBRE, F. A. S.; ARAÚJO, K. M. G de. Estudando transferência de calor utilizando folhetos de cordel científicos. **Revista do Professor de Física**, v. 1, n. 1, p. 1-10, 2017.

SOUZA, E. O. R.; VIANNA, D. M. Usando Física em quadrinhos para discutir a diferença entre inversão e reversão da imagem em um espelho plano. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 31, n. 3, p. 601-613, 2014.

TENFEN, D. N. Editorial: Base Nacional Comum Curricular (BNCC). **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 33, n. 1, p. 1-2, abr. 2016.

TESTONI, L. A. **Um corpo que cai: as Histórias em Quadrinhos no Ensino de Física**. 2004. Dissertação (Mestrado) Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo.



Direito autoral e licença de uso: Este artigo está licenciado sob uma [Licença Creative Commons](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/).