

**Aplicação de RPG educacional em caráter remoto no Ensino Médio:
Modelo atômico de Bohr e Espectroscopia Estelar****Application of educational RPG in remote mode in High School: Bohr's Atomic
Model and Stellar Spectroscopy**

Camila Maria SITKO*

Leandro Carlos Lima FREITAS**

Wendel Lisboa COSTA***

Maria Liduina das CHAGAS****

RESUMO: O uso do RPG (Role Playing Game) educacional tem crescido nos últimos tempos, pois pode proporcionar aos alunos uma aprendizagem ativa, desenvolvendo sua autonomia, colaboração e criticismo. Assim, neste trabalho, é apresentada uma sequência didática que faz uso do RPG para o ensino de modelo atômico de Bohr, a partir da espectroscopia estelar. Também são apresentados os resultados de aplicação da atividade para uma turma de Física do Ensino Médio, evidenciando indícios de aprendizagem.

PALAVRAS-CHAVE: RPG. Metodologia Ativa. Astronomia. Espectroscopia Estelar. Modelo atômico de Bohr.

ABSTRACT: The use of educational RPG (Role Playing Game) has grown in recent times, as it can provide active learning to students, developing their autonomy, collaboration and criticism. Thus, in this work, a didactic sequence that makes use of RPG for teaching Bohr's atomic model is presented, based on stellar spectroscopy. The results of the application of the activity to a Physics class of High School are also presented, showing evidence of learning.

KEYWORDS: RPG. Active Methodology. Astronomy. Stellar Spectroscopy. Bohr's atomic model.

1 Introdução

É notável que o ensino de Física tem sido pouco motivador aos discentes (MOREIRA, 2021; GONZAGA; MIRANDA; FERREIRA, 2020), em função de muitos fatores, entre eles a falta de conectividade entre o conteúdo e a realidade do aprendiz, e a precária formação docente (pois muitos ministram a disciplina sem serem formados na área). Em conjunto com esses

* Doutora em Ensino de Ciências e Educação Matemática pela Universidade Estadual de Londrina-PR; Técnica de Laboratório de Física na Universidade Federal do Paraná; Docente no Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática da Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4620-1388>; e-mail: camilasitko@yahoo.com.br

** Mestre em Ensino de Física pela Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará; Docente na Secretaria Estadual de Educação do Estado do Maranhão; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2783-7121>; e-mail: leoitgma@hotmail.com

*** Licenciando em Química pela Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5327-1256>; e-mail: wendelcosta@unifesspa.edu.br

**** Doutora em Física pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte; Docente no Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física da Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5102-0154>; e-mail: liduina@unifesspa.edu.br

apontamentos, pode-se também ressaltar que nas escolas, a Física ensinada é apenas aquela de modelo clássico, pouco é ensinado Física Moderna e Contemporânea aos estudantes de Ensino Médio, apesar das indicações dos documentos oficiais exigirem que esta última seja trabalhada no nível médio, a qual é um elemento cada vez mais presente no cotidiano do aluno.

Além disso, o ensino de Astronomia é outra área pouco privilegiada, sendo, porém, um assunto que motiva muito os alunos, fazendo com que estes instiguem suas curiosidades, ampliem seus conhecimentos dentro da Física, entre muitos outros benefícios.

Baseado nesse contexto, neste trabalho, recorte de uma dissertação de mestrado profissional, é proposta uma junção do ensino que envolve os conhecimentos da Física, bem como da Química, em específico o modelo atômico de Bohr, contextualizado com a Astronomia. O desenvolvimento deste trabalho apoia-se nas metodologias ativas de ensino e aprendizagem, as quais tratam-se de um processo amplo, tendo como característica fundamental a inserção do aluno no centro do processo educativo, utilizando assim a experimentação, a argumentação e a gamificação, a partir do jogo de RPG¹ (*Role Playing Game*) educacional como estratégia capaz de impulsionar o ensino e a aprendizagem dos conceitos abordados neste trabalho.

2 Alinhamento construtivista, sociointeracionismo e RPG

A proposta da Teoria Construtivista, no âmbito processual de ensino e aprendizagem dentro do contexto escolar, está permeada de inúmeras discussões acerca do que esta vem a significar. Várias contradições aquecem essa discussão no que se refere à aceção particular do Construtivismo, assumida tanto por profissionais da educação, bem como pelas direções de ensino, quando buscam transmitir a oportunidade de um tratado didático pedagógico inovador e que atenda às exigências das políticas públicas no campo da educação. Neste sentido, as teorias ditas construtivistas buscam na construção do conhecimento e a forma mais favorável para que esse processo ocorra.

Nas últimas décadas, a teoria construtivista teve visível destaque em todas as instâncias do meio educacional, sendo assim um discurso enfatizado pela fala de pedagogos e demais educadores. Neste sentido, compreende-se que no ensino construtivista, o aluno é colocado no

¹ O produto educacional, ou seja, o jogo de RPG “A aventura estelar” está publicado em Freitas *et al*, 2021.

lugar de protagonista, ou seja, construtor do conhecimento, saindo da condição de passivo no processo de ensino e aprendizagem (SANTOS; OLIVEIRA; JUNQUEIRA, 2014).

Assim, surgiu uma nova visão sobre o estudante e seu papel enquanto aprendiz. Este deixa de ser visto como um indivíduo passivo, vazio de conhecimento, e passa a assumir uma participação ativa no processo de aprendizagem. Diante disso, a motivação do aluno também passou a ser considerada como um elemento importante no processo de construção do conhecimento.

Uma ideia fundamental da teoria construtivista é não levar em consideração o conhecimento como a reprodução de uma realidade independente de quem a conhece.

O construtivismo valoriza o aluno como sujeito ativo no processo ensino e aprendizagem, contemplando seus motivos, inquietações, demandas, intenções, afetividade, expectativas e relações. Depreende-se então que no processo construtivista o sujeito é proativo, ou seja, busca antecipar, identificar e resolver possíveis problemas, sendo assim considera-se este como parte importante de atividade do universo e não apenas um aglomerado de células que recebe passivamente impulsos do meio em que está inserido (VASCONCELOS; MANZI, 2017).

Além do construtivismo, o sociointeracionismo, conhecido pela teoria de aprendizagem de Vygotsky (1989), também é essencial para a aprendizagem efetiva. A teoria de Vygotsky é vasta e abrangente, podendo ser sintetizada, contemplando aspectos como a sociabilidade do ser humano, a interação social, signo, cultura, funções mentais, entre outros (IVIC, 2010).

Na concepção de Vygotsky, o ser humano é caracterizado por uma sociabilidade primária. A interação social, bem como a dimensão histórica do desenvolvimento mental, são os fatores mais relevantes. Parte desse raciocínio a ideia de que o desenvolvimento não pode ser compreendido sem que haja referências ao contexto social e cultural no qual o indivíduo se encontra inserido. Além disso, é enfatizado que o desenvolvimento cognitivo não é produto de estágios em crescimento, como defendia Piaget, mas sim são mecanismos que tem princípios de natureza social (MOREIRA, 2011). É nesse sentido que teoria de Vygotsky se constitui de uma fundamental importância no processo de ensino e aprendizagem, propiciando condições que favoreçam a criatividade e a autonomia dos aprendizes, na perspectiva de sujeito ativo no meio social.

É nesse sentido de interação social e colaboração que, neste trabalho, a teoria sociointeracionista de Vygotsky e o construtivismo servem de base para a proposição de um ensino que favoreça a autonomia e o criticismo na aprendizagem dos alunos. E como forma de se oferecer condições para que tal ensino ocorra, propõe-se aqui o uso do RPG como estratégia de ensino, o qual envolve simulação de papéis, onde os alunos assumem os papéis de personagens e criam narrativas de modo colaborativo.

O trabalho do professor, nesse caso, é criar um ambiente pedagógico que apoie as atividades a serem desenvolvidas e que estas estejam adequadas para alcançar os resultados de aprendizagem desejados. A chave do alinhamento construtivista é que todos os componentes do sistema de ensino, atividades de ensino, atividades de aprendizagem e tarefas de avaliação estejam alinhados uns com os outros. E é nesse ponto que a teoria sociointeracionista ganha espaço, com a ideia de que o desenvolvimento cognitivo do aluno se dá por meio da interação social, ou seja, de sua interação com outros indivíduos e com o contexto em que estão inseridos.

3 Metodologia

3.1. Contexto de aplicação e instrumentos de coleta

A aplicação do produto educacional (jogo de RPG, já publicado em Freitas *et al.*, 2021) do qual este texto é resultante e sua sequência didática correspondente ocorreu de maneira remota, em 2020, devido à publicação dos protocolos estabelecidos pela OMS (Organização Mundial da Saúde) e Ministério da Saúde, os quais exigiram que houvesse distanciamento social como uma das formas de se evitar a propagação do vírus SARS-COV 2 (Covid-19). Sendo assim, a aplicação da sequência didática e do produto educacional ocorreram por vias remotas, utilizando as plataformas educacionais *google meet*, para ministrar as aulas teóricas e fazer a aplicação do produto educacional, e *google forms*, para direcionamento dos questionários pré e pós- aplicação.

A pesquisa teve como pretensão investigar os indícios de aprendizagem dos sujeitos envolvidos na pesquisa por meio de metodologias ativas no Ensino Médio, envolvendo o protagonismo do aluno e a *gameficação*. A estratégia metodológica usada para esse fim foi a adaptação do jogo de RPG ao ensino.

Para a execução da atividade, foram propostos três encontros, sendo dois deles com aulas teóricas de 60 minutos, e o terceiro sendo a aplicação do jogo de RPG. Anteriormente ao

primeiro encontro, houve a aplicação de um questionário pré-aplicação da sequência didática, e, posteriormente ao último encontro, houve a aplicação de um questionário pós-aplicação da sequência didática, a fim de se observar possíveis indícios de aprendizagem nos alunos, acerca de modelos atômicos espectroscopia estelar. Além disso, foram anotadas atitudes e falas dos alunos durante o jogo. A seguir, é comentado a respeito de tais questionários, seguido da sequência didática.

3.2. Os questionários pré e pós-sequência didática

Foram elaborados e utilizados questionários na sequência didática, os quais serviram de referência para a coleta dos dados, e diante das informações que foram catalogadas, foi possível observar o nível de conhecimento dos participantes antes e depois da aplicação do produto.

Aqui cabe ressaltar que na coleta e no uso dos dados aqui apresentados, foram cumpridos os procedimentos legais éticos que dizem respeito à investigação e intervenção, considerando assim os princípios da Resolução do Conselho Nacional de Saúde nº 510/2016, que regulamenta pesquisa com seres humanos no país, passando pelo Comitê de Ética em Pesquisa (cujo parecer de aprovação é o 4.085.813), com o objetivo de assegurar o anonimato, a autorização e o sigilo dos participantes. Neste sentido, foram apresentados e preenchidos pelos participantes os dois documentos necessários a realização desta pesquisa que são o Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE) e Termos de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE).

O tipo de questionário (pré) utilizado foi do tipo misto, onde se procurou elencar 15 indagações no total, as quais se referiam a assuntos como ensino de Física, Astronomia, Física Moderna e RPG.

Já o questionário pós consistiu-se em questões abertas e fechadas, num total de 15 perguntas, onde se procurou avaliar aquilo que o aluno aprendeu durante o sequenciamento didático, mas, sobretudo ressaltando os pontos positivos e negativos, quais conhecimentos novos foram adquiridos com o jogo de RPG. Neste sentido, foram também repetidas algumas das perguntas que estavam presentes no questionário pré.

Comparando os dois questionários, é possível checar se houve efetivos ganhos de aprendizagem, mediante as respostas com base nos critérios estabelecidos que envolvem o nível de abstração, a capacidade em argumentar, raciocinar e convergir as ideias mediante o tema proposto.

Na seção a seguir, é apresentada a sequência didática aplicada em detalhes, para que se compreenda em que momento e de que modo cada instrumento foi aplicado.

3.3. As etapas da sequência didática

A sequência proposta tem por objetivo abordar o tema de modelo atômico, na perspectiva quântica, e linhas espectrais, a partir da contextualização com a espectroscopia estelar. Neste caso, pode-se notar que cada uma das três aulas tem seus objetivos específicos para cada conteúdo tratado. Os tópicos a serem estudados são: a evolução dos modelos atômicos ao longo dos séculos, as linhas espectrais do átomo de hidrogênio, a análise dos elementos químicos presentes nas estrelas, por meio de processos que envolvem a emissão e absorção de radiação pela matéria, além de descrever os diferentes tipos de espectros emitidos pelas fontes de luz do nosso cotidiano, inclusive alguns tipos de lâmpadas.

As atividades realizadas tiveram a participação ativa de 10 alunos regularmente matriculados na 2ª série de uma escola estadual, na cidade de Marabá-Pa. Dividida em 3 aulas de 60 minutos, conforme horário estabelecido pela escola, a sequência didática abrangeu diferentes atividades, tendo em vista seus objetivos de desenvolvimento e aplicação, conforme é mostrado no quadro 1.

Na primeira aula da sequência didática, procurou-se fazer uma abordagem dos assuntos relacionados a espectroscopia estelar, e na segunda aula, o tema tratado foi atomística, com ênfase no modelo atômico de Bohr e a relação deste com a espectroscopia estelar. Já no terceiro encontro, ocorreu a aplicação da aventura de RPG. Os três encontros aconteceram no contra-turno, no período das 15h30 às 16h30, em três dias consecutivos.

Quadro 1 – Sequência de aulas realizadas.

1ª aula	
<ul style="list-style-type: none"> - Coleta de dados 1: Sondagem inicial. Aplicação do questionário anteriormente à aula. - O brilho dos astros e estrelas. A captação e a formação das linhas espectrais que compõem as estrelas. - As linhas espectrais dos astros. 	
Objetivos	<ul style="list-style-type: none"> - Avaliar, por meio de questionário, o conhecimento prévio do aluno sobre alguns aspectos da Astronomia, modelos atômicos, e a relação entre modelos atômicos e a Astronomia; - Promover a compreensão e fixação de conceitos relacionados à Astronomia através do estudo de Física Moderna envolvendo o conteúdo espectroscopia estelar; - Caracterizar a emissão e absorção de radiação pelo átomo, de acordo com o modelo de Bohr para o átomo de hidrogênio;

	<ul style="list-style-type: none"> - Utilizar o diagrama de Balmer para demonstrar os níveis de energia do átomo de hidrogênio e as linhas de emissão para a transição de diferentes níveis energéticos, comparando assim com o espectro para diferentes elementos contidos em uma estrela; - Relacionar as linhas ou raias espectrais vistas em uma estrela com as “impressões digitais” de cada elemento químico nela presente.
Conteúdos	<ul style="list-style-type: none"> - Uma breve História do universo em que estamos inseridos - O brilho presente nas estrelas: composição e formação. - A luz e as linhas espectrais dos astros.
Metodologia	<ul style="list-style-type: none"> - Explicação dos assuntos com uso de <i>slides</i>, utilizando o Google Meet para interação com os alunos; - Explicação sobre o trabalho dos astrônomos e demais cientistas na captação das linhas espectrais; - Apresentação de gráficos utilizados na captação das linhas espectrais das estrelas, a tabela que mostra a classificação das mesmas em função da temperatura, e os equipamentos utilizados no trabalho de captação, como telescópios e espectroscópios. <p>Na sequência, foram mostrados os espectros de treze elementos químicos e de algumas estrelas. Ao observar os espectros, os alunos verificaram os elementos químicos presentes em cada estrela. Após a realização da atividade, foi feito o feedback do assunto, e, em seguida, os comentários orais da turma sobre como foi a atividade, seus anseios, dúvidas e dificuldades.</p> <p>Em seguida, ocorreu a sugestão do link do vídeo Estrelas, como uma dica de conhecimento no qual eles poderiam assim ampliar o saber sobre as estrelas https://www.youtube.com/watch?v=oS7O0sX31Eg&t=805s. No vídeo, é feita uma abordagem geral sobre as estrelas.</p>
2ª aula	
	<ul style="list-style-type: none"> - Atomística: Introdução aos modelos atômicos: a evolução, os tipos de modelos criados ao longo dos séculos (abordagem histórica). - Atomística: O modelo atômico de Bohr, as linhas e séries espectrais do hidrogênio, bem como sua relação com a astronomia; números quânticos.
Objetivos	<ul style="list-style-type: none"> - Demonstrar através da linha do tempo como se deu a evolução dos modelos atômicos. - Caracterizar o contexto histórico teórico-experimental do início do século XX que influenciou a elaboração dos modelos atômicos de J. J. Thomson e Ernest Rutherford; - Mostrar as fragilidades dos modelos de J.J. Thomson e Ernest Rutherford; - Caracterizar o quadro teórico-experimental da primeira década do século XX frente aos fenômenos da radiação de corpo negro, o efeito fotoelétrico, o modelo de J. J. Thomson para o átomo, o modelo de Rutherford e os resultados da espectroscopia; - Caracterizar o modelo atômico de Bohr para o átomo de hidrogênio; - Explicar sobre os números quânticos bem como sua relação com os átomos e o modelo proposto para este.

Conteúdos	- Modelos atômicos - Modelo atômico de Bohr
Metodologia	Ocorreu uma aula expositiva pelo Google Meet, com apresentação de slides envolvendo o assunto; explicação didática sobre os modelos atômicos, números quânticos e sua relação com a mecânica quântica, promovendo assim uma discussão oral e participativa com a turma. Ocorreu também a resolução de uma atividade de distribuição eletrônica e identificação dos números quânticos pela turma. Após a explanação dos assuntos abordados na aula, foi feita uma breve explicação de como seria a aplicação do RPG, bem como a distribuição dos personagens que os alunos interpretariam.
3ª aula	
- Execução do Jogo de RPG (A aventura estelar, publicada em Freitas <i>et al.</i> (2021). - Roda de conversa virtual sobre a sequência aplicada	
Objetivos	- Possibilitar o entendimento sobre modelos atômicos através de uma proposta didática utilizando o jogo de RPG, onde este possa proporcionar ao aluno um efetivo aprendizado em relação ao tema; - Conhecer e entender alguns conceitos relacionados à Astronomia, assim como a classificação de determinadas estrelas, bem como sua composição química, e a relação disso com a Física Moderna; - Avaliar o processo de ensino e aprendizagem da sequência didática aplicada, fazendo comparações quanto aos conhecimentos iniciais dos discentes com os conhecimentos que foram adquiridos ao longo das atividades realizadas; - Reforçar os conhecimentos aprendidos e proporcionar momentos para argumentar, explicar, listar, opinar sobre o que os alunos aprenderam.
Conteúdos	- Astronomia: Espectroscopia estelar, linhas espectrais, átomo de Bohr, modelos atômicos, números quânticos.
Metodologia	Durante a realização da aula, foi executado o jogo de RPG, no qual os personagens foram os alunos participantes. O mesmo foi aplicado de forma virtual pelo <i>google meet</i> , e toda aplicação foi gravada. O jogo foi feito em um período de 60 minutos de duração. Após a aplicação do jogo, foi realizada uma roda de conversa virtual a fim de avaliar a proposta e os objetivos alcançados com o jogo. Nesse momento, também foi aplicado um questionário de sondagem final pelo <i>google forms</i> , referente à sequência didática aplicada, para que os alunos pudessem demonstrar através deste o conhecimento, ideias e conceitos construídos, bem como avaliassem a proposta realizada.

Fonte: Elaborado pelos autores.

O jogo de RPG tratava-se de uma aventura na qual os tripulantes (personagens criados e distribuídos para cada aluno participante) eram dois pilotos, um químico, dois físicos, dois astrônomos, um engenheiro mecânico, e tinham por objetivo viajar até a estrela 51 *piscium* (uma gêmea solar localizada na constelação de peixes), analisar as condições de sobrevivência humana no planeta que orbita ao redor do astro, e retornar à Terra. Durante a narrativa, desafios

envolvendo a determinação de distribuições eletrônicas e identificação de espectros surgiam, e os alunos precisavam utilizar os conceitos trabalhados nas aulas anteriores para avançarem na história. É importante mencionar que o desdobramento da aventura é incerto, dependendo das decisões que os alunos/personagens tomarem. No entanto, a história criada tenta direcionar a aventura para uma chegada à estrela gêmea solar, constatação de falta de condições de sobrevivência na região, e retorno à Terra.

A aventura na íntegra pode ser vista em Freitas *et al.* (2021), onde há, inclusive, um passo a passo de como adaptá-la para outros cenários educacionais.

4 Resultados

Inicialmente, 20 alunos da turma se dispuseram a participar da aventura de RPG, os quais foram colocados em um grupo de WhatsApp criado para essa finalidade. Porém, à medida em que se aproximava o dia de acontecer a sequência (opcional e contraturno), alguns dos participantes foram deixando de cumprir com os combinados, e também não preencheram o TALE nem o TCLE, e por isso foram sendo removidos do grupo². Já outros disseram que só participariam das aulas, mas que não iriam fazer parte da aventura como personagem. Ao final, apenas 10 alunos permaneceram, tanto nas aulas, como também na aventura de RPG. Todos os estudantes responderam as questões solicitadas no questionário pré e pós aplicação. Dessa forma, o atrito entre as respostas foi nulo.

4.1. Análise pré aplicação da sequência didática

Na análise da aplicação, foram investigados os dados obtidos a partir dos questionários de concepções iniciais e finais, bem como as principais observações conceituais apontadas nas falas dos alunos, que vão ao encontro da construção do saber físico, além da questão da imaginação, das novas descobertas observadas ao final de cada encontro, confirmando assim as idéias defendidas por Vygotsky, na qual enfatiza a imaginação como um fator importante no desenvolvimento da aprendizagem.

² Os alunos só poderiam participar do projeto mediante a assinatura do Termo Assentimento Livre e Esclarecido (TALE) e do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) (de acordo com o projeto autorizado pelo Comitê de Ética em pesquisa, já mencionado), já que se tratava de uma turma onde a maioria de seus membros tinha menos de 18 anos de idade, e, portanto precisaria da autorização de seus responsáveis para assim participarem da realização da aventura do RPG.

Uma das questões que trouxeram respostas relevantes foi com relação às metodologias aplicadas ao ensino de Física. Perguntou-se então aos alunos (quadro 2): Que tipo de metodologias você acha que seriam bem empregadas no sentido de facilitar sua aprendizagem em Física? O quadro 2 apresenta as respostas dadas pelos alunos.

Quadro 2 – Respostas dos alunos com relação a que tipo de metodologia os alunos acham que seriam bem empregada no ensino e aprendizagem em Física.

Aluno (a)	Resposta
K.C	“Com o ensino do braille e a disponibilização de material e livros de estudo nessa linguagem. O ensino da linguagem de sinais a todos”
J. D	“Acho que no sentido de reforçar sempre o que foi passado na aula”
I. G	“Por a "mão na massa". Explicar os conceitos de forma simplificada e, logo, praticar o que foi estudado.”
A.T	“Experimentos, analogias, exemplos do dia a dia e RPG's sobre o tema.”
S.B	“Explicações com slides e exemplos feitos 3D RPG entre outros”.
A.L	“Que tivessem mais conteúdo fácil, e que eu com aluno(a) tenho que aprender a entender.”
W.N	“Me dedicar mais é ter aulas mais praticas, não que as aulas teóricas não de para entender, na minha opinião essa forma seria melhor.”
W.G	“Acredito que metodologia de jogos, perguntas e conversas com a turma.”
W.R	“Acredito que metodologia de jogos”.
L.S	“Colocando a física na prática.”

Fonte: Elaborado pelos autores.

Tendo como base as respostas dos alunos, é possível notar o quanto eles têm citado que o uso de atividades que envolvem jogos é importante na questão da aprendizagem, podendo assim contribuir de forma significativa na assimilação dos conteúdos dessa disciplina. Neste sentido, a proposta de se trazer um RPG para auxiliar no ensino e aprendizagem de Física pode ser uma estratégia bem-vinda.

Tendo em vista que a assimilação de conceitos e conteúdo de Física, em nível de Ensino Médio, é tida como um problema que causa inquietações, gerando preocupação por parte de educadores e educandos, é necessário que os professores busquem alternativas que favoreçam momentos de interação entre o saber científico/escolar e a realidade, ou também entre os colegas, favorecendo a interação social, o que pode acontecer através dos jogos, sejam eles físicos ou virtuais. Com este tipo de metodologia, torna-se possível estimular o interesse dos alunos na ampliação do conhecimento em Física.

O outro foco da pesquisa procurava saber dos alunos, se eles conheciam o RPG, se já haviam tido algum tipo de experiência em jogos envolvendo de simulação de papéis. De acordo

com as respostas, a maioria afirmou nunca ter participado, mas que desejava conhecer sobre o jogo e entender suas regras. Outros afirmaram ter ouvido falar, porém não entendiam bem as regras. E apenas 2 alunos afirmaram conhecer com clareza o que é o jogo e suas regras, e já haviam participado de jogos de RPG.

O RPG, no âmbito educacional, tem em si a proposta de tornar o processo de aprendizagem interessante, dinâmico e, acima de tudo, lúdico, uma vez que, nos dias atuais, as escolas estão sendo desafiadas na construção de um modelo educacional capaz de atender às novas demandas educacionais.

Pode ser que uma das causas que torne o RPG uma metodologia pouco evidenciada, seja a falta de conhecimento das instituições de ensino e dos professores, os quais não têm domínio desse método para uso em sala.

Quando o professor propõe projetos inovadores, é possível que os alunos passem a ter maior interesse pelo assunto. Neste sentido, a ação de promover projetos com uma abordagem diferenciada no ensino de Física pode ser muito útil ao aprendizado dos alunos.

Portanto, colocando o aluno como participante ativo no processo de ensino e aprendizagem, ao invés de um ser passivo, há maiores possibilidades para que este construa seu próprio conhecimento e compreenda melhor a ciência. E o RPG associado ao ensino de Física, vem com esse objetivo de fazer com que o aluno possa utilizar seus conhecimentos científicos na aventura, a fim de resolver situações-problema ocorridas durante o jogo.

Quando se perguntou se os alunos já haviam participado de algum projeto de ensino que usou uma abordagem diferenciada em física, utilizando métodos de ensino não tradicionais, todos responderam que não, que nunca haviam participado antes.

Diante das falas unânimes dos alunos, reforça-se a ideia de que o ensino tradicional ainda é muito presente nas aulas de Física, fato este que não contribui de forma significativa para uma aprendizagem eficaz. Sabe-se que em algumas instituições (não necessariamente a escola aqui utilizada) ainda prevalece o uso dos métodos tradicionais de ensino, apoiados no excesso da ênfase matemática em detrimento de uma Física mais conceitual (MOREIRA, 2018); vê-se também o distanciamento entre o formalismo escolar e o cotidiano dos alunos, o que colabora para a não contextualização dos conteúdos desenvolvidos com as questões tecnológicas, além da pouca valorização das metodologias ativas que colocam o aluno como centro do processo de ensino e aprendizagem.

4.2. Análise durante e após a aplicação

Ao iniciar a aventura com os alunos, um dos membros, que já havia jogado RPG, deu a ideia de que cada personagem se apresentasse e falasse um pouco de si, dizendo qual era seu nome, sua profissão e o papel que este iria desempenhar ao longo da aventura. A princípio, foi possível notar que os participantes estavam um pouco tímidos, pois era a primeira vez que a turma participava de uma aventura de RPG dentro da disciplina de Física. Mas logo que o mestre da aventura deu início, eles foram ficando mais interativos, participando, formulando verbalmente muito bem as respostas cada vez que o mestre fazia uma pergunta ou dava novos desafios.

Após a aplicação do jogo, foi possível observar nas falas de alguns alunos, o nível de satisfação que os estudantes tiveram em participar da aventura. Alguns ressaltaram que poderiam ser propostos mais momentos para jogarem RPG, pois através do jogo, foi possível aprender muitas coisas que até então eles não conheciam ou tinham curiosidade em saber.

No questionário pós-aplicação, foi perguntado: Qual a sua opinião em relação às experiências pedagógicas vividas na aplicação do RPG na área de espectroscopia estelar? A turma foi unânime em afirmar que foi uma experiência proveitosa, e que lhes trouxe aprendizado.

A experiência com o RPG na turma foi muito proveitosa, tanto que ao perguntar no questionário pós se eles estariam dispostos a jogar outra aventura de RPG, com o objetivo de aprender ou reforçar os conteúdos estudados em Física ou outras disciplinas, eles foram entusiasmados em dizer que sim. Neste sentido, pode-se afirmar que o RPG, quando utilizado de modo didático, na disciplina de Física, torna-se uma importante ferramenta a favor do professor, pois a partir da mistura do lúdico com o teórico, o aluno pode vir a encontrar motivações para seguir aprendendo Física de um modo divertido, utilizando o alinhamento construtivistas e o protagonismo discente.

Entre as perguntas feitas aos alunos, também procurou-se observar o que eles entendiam sobre as estrelas, seus brilhos, os processos químicos ocorridos em seu interior e suas composições químicas. Diante das respostas, fez-se um paralelo, buscando assim analisar o conhecimento que eles tinham antes e depois da realização da sequência didática.

Perguntou-se então, tanto no questionário pré quanto no pós, com relação a quais elementos químicos são predominantes em uma estrela. De início, vários alunos não

responderam com segurança, mas depois da atividade o cenário mudou, conforme mostra o quadro 3. A princípio, as respostas foram bastante diversificadas e sem conhecimento científico.

Quadro 3 – O quadro mostra uma comparação entre as respostas dos alunos em relação a quais elementos químicos são predominantes em uma estrela.

Aluno(a)	Concepção Inicial	Concepção Final
J.D	“hidrogênio e hélio em carbono e transformam carbono em magnésio, sódio e neônio”	“Hidrogênio e Hélio.”
W.N	“Não tenho ideia”	“Hidrogênio e Hélio.”
W.G	“Sei de um, o hidrogênio, se não me engano”	“Hidrogênio e Hélio.”
L.S	“Ferro e hidrogênio”.	“Hidrogênio e Hélio.”
I.G	“Não, mas muito provavelmente hidrogênio, oxigênio entre outros que compõe.”	“Hidrogênio e Hélio”.
K.C	“Não , mas acho que sejam do Os gases da estufa , resto de minérios de outros planetas , névoa , raios solares ... Sinto muito esqueci o resto”	“Hidrogênio e Hélio.”
W.S	“Alguns, oxigênio, nitrogênio e hélio”	“Hidrogênio e Hélio”.
A.T	“São Hidrogênio e Hélio e outros”	“Hidrogênio e Hélio”.
A.L	“Não.”	“Hidrogênio e Hélio.”
S.B	“acho que meteoro e luz.”	“Hidrogênio e Hélio.”

Fonte: Elaborado pelos autores.

É possível observar o quanto a concepção dos alunos mudou, pois, de acordo com os conhecimentos trabalhados durante a aula, além das interações que aconteciam depois da explanação do conteúdo, foi possível notar que eles puderam compreender quais eram os elementos químicos predominantes em uma estrela. A partir daí, surge a necessidade de se explicar mais conteúdos que envolvam o ensino de Astronomia no Ensino Médio, pois ela desperta a curiosidade e imaginação dos alunos, haja visto que durante a aplicação da sequência didática eram muitas perguntas que eles faziam no chat após as aulas, explorando assim o conhecimento nessa área.

Neste sentido, a Astronomia se torna uma importante ferramenta didática, ao dispor dos educadores no âmbito da sala de aula, instigando assim os alunos a buscarem o conhecimento e trazer para discussão temas que até então eram motivos de curiosidade e inquietação, mas que não tinham resposta.

Ainda sobre as estrelas, foi perguntado como se chama o processo físico responsável pelo brilho emitido pelas estrelas. Nessa pergunta, no questionário pré, a resposta correta prevaleceu, pois 60% responderam corretamente ao dizer que o nome desse processo é fusão

nuclear, 10% disseram que o nome desse processo se chama fusão gravitacional, também 10% responderam emissão nuclear, e 20% disseram que o processo se chama fissão nuclear. No questionário pós, a resposta correta foi ampliada, mostrando assim que 100% dos alunos responderam corretamente o nome do processo físico.

Ao se tratar da composição química das estrelas e as técnicas de análises utilizadas para determinação de tais composições, no teste inicial, muitas das respostas observadas não convergiam com os elementos corretos. Porém, no teste final, foram obtidas respostas mais consistentes e que iam de acordo com os conhecimentos instruídos nas duas aulas anteriores à aventura, em que foram feitas abordagens deste tema, que é a espectroscopia estelar.

Outra questão abordada no questionário pós foi a relação dos átomos com as estrelas. Vale lembrar que esse assunto foi abordado nas aulas da sequência didática, sendo que foi falado sobre cada modelo atômico em um contexto histórico e científico, mas a ênfase foi em relação ao modelo de Bohr e a relação deste com a espectroscopia estelar. Durante a aula, foi possível esclarecer para os alunos várias dúvidas acerca desse tema. No entanto, com relação às respostas dadas no questionário em relação a essa pergunta, eram respostas que se referem aos átomos, porém soltas e com pouca convergência no sentido correto.

O conteúdo trabalhado através das aulas foi essencial, no sentido de que o aluno viesse a compreender os assuntos que envolvem a espectroscopia estelar, a relação entre os átomos e os componentes químicos presentes nas estrelas, a cor das estrelas, processos físicos ocorridos nas estrelas, além do modelo de estrutura física da nave em que estavam a bordo (no jogo) e sua relação com o átomo de Bohr e os números quânticos (para maiores detalhes, veja Freitas *et al.* (2021).

Foi pedido também que os estudantes indicassem os principais conceitos de Física, que eles consideraram que foram essenciais para a aprendizagem e como eles os utilizaram no momento do jogo. No quadro 4, são mostradas as respostas dadas por eles a essa pergunta.

Quadro 4 - Respostas dos alunos sobre os principais conceitos de Física, considerados essenciais utilizados na aventura de RPG.

Aluno (a)	Respostas
J.D	“O essencial que achei foi ser comentado sobre a distribuição eletrônica que é usado tanto na física como na química. ”
I.G	“Como eu disse, não participei muito. Mas achei o modelo de Bohr essencial para o ensino de aprendizagem. ”
W.G	“Foram os conceitos do modelo da nave e os por que estávamos naquela nave, eu utilizei os conhecimentos de distribuição eletrônica.”

W.N	“A utilização de números atômicos, porém não pude participar do jogo.”
L.S	“Momento de separar os componentes de falar sobre o hidrogênio Hélio sobre os raios que mudam de cor dependendo da variação da temperatura e pode mudar para vermelho amarelo ou até o violeta essas coisas.”
S.B	“Diagrama de Linnus eu achei ótimo”
K.C	“Espectro e modelos atômicos, eu usei explicando aquilo que havia estudado e aprendido nas aulas.”
W.S	“Conhecimento sobre as estrelas, temperaturas, curiosidade ”
A.T	“ Espectroscopia estelar .”
A.L	“ Átomo de Bohr e o teste de chamas .”

Fonte: Elaborado pelos autores.

No jogo, foi possível observar isso. Por exemplo, em um dado momento da aventura, no diálogo entre o personagem que faz o piloto e o Físico, o piloto pergunta ao físico: “por que as estrelas emitem brilhos diferentes umas das outras?”. Diante da resposta dada pelo físico, acerca das transições eletrônicas, ficou evidente que os alunos conseguiram compreender boa parte daquilo que foi trabalhado nas duas aulas anteriores à aventura.

A relação entre a cor de uma estrela e temperatura eram temáticas que estavam presentes tanto na narrativa quanto nos questionários (FREITAS *et al.*, 2021). De início, os alunos responderam que havia sim uma convergência entre elas, porém, não souberam explicar em que ponto um fenômeno explicava o outro, ou seja, não sabiam relacionar cor e temperatura. Posteriormente às aulas teóricas veio a aventura de RPG, por meio da qual foi possível notar o quanto eles estavam bem informados sobre o assunto, de tal modo que, durante a narrativa, o raciocínio dos alunos era correto a cada desafio proposto pelo mestre.

Entende-se que através do RPG o aluno pode estimular a imaginação e a criatividade, e, por ser um jogo de cooperação, todos podem ajudar uns aos outros para se alcançar determinados objetivos, a partir das interações entre os personagens, o que também reflete o sociointeracionismo vygotskyano implementado na atividade. Neste sentido, foi perguntado quais pontos os alunos consideravam negativos em relação ao método de ensino e aprendizagem de Física por meio do jogo de RPG. Diante da pergunta, todos disseram que não há, ou não veem pontos negativos em relação ao uso do jogo.

Para confirmar as afirmativas dadas na pergunta anterior, os participantes ainda disseram estar dispostos a jogar outra aventura de RPG com o objetivo de aprender ou reforçar os conteúdos estudados em Física ou outras disciplinas.

Dessa forma, a partir da sequência, foi possível permitir aos alunos um modo de aprendizado interativo e construtivista, explorando diferentes assuntos da Física, sendo eles os protagonistas da construção do saber, mostrando assim o RPG como uma metodologia ativa que pode ser utilizada pelos educadores na intenção de se ensinar Astronomia de uma maneira lúdica e didática.

Outra característica que foi observada a partir do uso do RPG, enquanto metodologia de ensino, é que na visão dos alunos, esse tipo de estratégia deveria ser utilizada em outras disciplinas, além da Física. Neste sentido, é possível desenvolver diferentes habilidades com os alunos, em variados contextos e situações.

5 Considerações finais

A partir do exposto, é possível verificar que houve ganhos em termos de aprendizagem alcançados com a aplicação do RPG em sala de aula. Houve resultados satisfatórios, não apenas em relação aos conceitos e temas trabalhados como Astronomia e Física Moderna, mas também foi possível notar uma certa maturidade crítica, relativa à maneira com que eles formulavam suas perguntas e respostas, agregando informações e expondo ideias precisas. Por mais que se tratasse de um jogo, eles levaram a sério a situação apresentada, compreendendo que aquele momento seria essencial para seu aprendizado.

Todo esse êxito pode ser confirmado por meio dos relatos dos próprios alunos na aplicação da sequência didática, considerando assim o RPG como uma estratégia didática bem sucedida nas aulas para abordagem de tópicos de Física Moderna, podendo também se estender a outros campos de conhecimentos.

Embora muitos professores tenham conhecimento sobre o impacto positivo do jogo de RPG para a aprendizagem, é possível ver que este ainda não é uma metodologia muito utilizada para fins educacionais. Porém, acredita-se que este possa trazer benefícios em termos de ganhos de aprendizagens. Neste sentido, o RPG é aqui visto como um jogo capaz de proporcionar uma ampla relação social entre os indivíduos que dele participam, pois exige colaboração em prol de um objetivo comum. Os participantes, na maioria das vezes, devem lidar com situações que exigem capacidade de argumentação e interação social.

Em relação aos conceitos de Física moderna e Astronomia, abordados no jogo, pode-se dizer que foram apreendidos de forma bem sucedida, sendo até sugerido pelos participantes da aventura que esse mesmo recurso (RPG) fosse também aplicado em outras disciplinas. Portanto,

ressalta-se a possibilidade de experimentá-lo em uma perspectiva interdisciplinar, na intenção de percebê-lo como uma metodologia capaz de permitir, efetivamente, esse tipo de atividade no cotidiano escolar.

Tendo em vista que o RPG se apresenta como um recurso pedagógico importante no ensino de Física Moderna e Astronomia, espera-se que este venha utilizado com mais frequência pelos professores, e que também possa melhorar seu acesso a esse tipo de jogo, uma vez que nem todos os educadores o conhecem. Sendo assim, faz-se necessário a elaboração de aventuras básicas, que possam ser adaptadas pelos docentes a fim de atender ao perfil dos alunos e alcançar os objetivos que se esperam atingir.

Portanto, entende-se que o RPG pode ser utilizado como recurso didático para o ensino de Física, levando em consideração as vantagens ora ressaltadas na aplicação desse produto educacional, observando assim os aspectos cognitivos e atitudinais. Entretanto, é necessário que haja sempre essa característica de se mesclar o lúdico com o saber científico, levando o aluno a aprender a Física de um modo divertido, além de considerar o alinhamento construtivista e o sociointeracionismo, de modo a se alcançar um processo de aprendizagem exitoso.

Referências Bibliográficas

FREITAS, L. C. L.; COSTA, W. L.; SITKO, C. M.; CHAGAS, M. L. Educational RPG for teaching Chemistry, Physics and Astronomy: the Stellar Adventure. **Research, Society and Development**. v. 10, n. 11, p. e418101119670, 2021. DOI: <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i11.19670>.

GASPAR, A. Alberto. **Atividades experimentais no ensino de Física: uma nova visão baseada na teoria de Vygotsky**. São Paulo: Livraria da Física, 2014, 252 p.

IVIC, I. **Lev Semionovich Vygotsky**. Recife: Massangana, 2010. 140p (Coleção Educadores).

GONZAGA, G.; MIRANDA, J. C.; FERREIRA, M. Teaching the theme periodic table in basic education. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 1, e97911657, 2020. DOI: <https://doi.org/10.33448/rsd-v9i1.1657>.

MOREIRA, M. A. Desafios no ensino da física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 43, spl. 1, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2020-0451>.

MOREIRA, M. A. **Teorias de Aprendizagem**. 2. ed. ampl. São Paulo: EPU, 2011, 242p.

MOREIRA, M. Uma análise crítica do ensino de Física. *Ensino de Ciências*. v. 32, n. 94, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1590/s0103-40142018.3294.0006>.

SANTOS, A. O.; OLIVEIRA, G. S. de; JUNQUEIRA, A. M. R. Relações entre aprendizagem e desenvolvimento em Piaget e Vygotsky: o construtivismo em questão. **Revista Itinerarius Reflectionis**, v. 10, n. 2, 2014. DOI: <https://doi.org/10.5216/rir.v10i2.32621>.

VASCONCELOS, Y. L.; MANZI, S. M. S. Processo ensino-aprendizagem e o paradigma construtivista. **Interfaces Científicas – Educação**, v.5, n.3, p. 66-74, 2017. DOI: <https://doi.org/10.17564/2316-3828.2017v5n3p65-74>.

VYGOTSKY, L.S. **Pensamento e Linguagem**. São Paulo: Martins Fontes, 1989.

Artigo recebido em: 03.02.2022 Artigo aprovado em: 17.04.2022 Artigo publicado em: 30.04.2022