









de Física para as Ciências Rurais. A intervenção ocorreu em duas aulas, com a primeira aula durando trinta minutos e a segunda aula durando uma hora.

#### 4.2 Instrumentos de coleta de dados

Para a coleta de dados, foram realizadas anotações pelo bacharelado presente, registrando a fala dos estudantes no decorrer da implementação. Foi entregue aos alunos um pré-questionário antes da atividade experimental, composta por duas perguntas, um pós-questionário, após a intervenção, contendo duas perguntas e no final foi entregue um questionário para avaliar a motivação da abordagem educacional

Para analisar a aprendizagem dos alunos foram discutidas as anotações realizadas durante a implementação e o pré e pós questionário através das categorias definidas *a priori*: **Categoria A**: respostas coerentes com a descrição do fenômeno físico; **Categoria B**: Respostas que não se aproximam da descrição do fenômeno físico e com o objetivo da atividade proposta.

No pré questionário, haviam as seguintes perguntas: *1.1 Como é possível conhecer moléculas e átomos presentes no sol, sendo que essa estrela está muito distante da terra? 1.2 Já ouviram falar dos átomos de hidrogênio (H) e hélio (He)? Como você pode diferenciá-los?*

No pós-questionário, foram apresentadas as seguintes perguntas: *2.1 Você observou o espectro do hidrogênio e do hélio. Quais suas diferenças? 2.2 Para identificar drogas ilegais, como cocaína ( $C_{17}H_{21}NO_4HCl$ ) e crack ( $C_{17}H_{21}NO_4$ ), peritos criminais (geralmente servidores da polícia civil e federal) utilizam diferentes métodos. Como é possível diferenciar e identificar tais substâncias?*

Essas questões foram utilizadas na intenção de identificar o conhecimento dos alunos com os fenômenos e conceitos físicos envolvidos. A partir de suas respostas, foi possível analisar se houveram indícios de aprendizagem significativa. Os questionários são baseados na implementação realizada no trabalho de Barbosa *et al.* (2019) que tinha como objetivo investigar e contribuir no processo de Ensino e Aprendizagem de Física considerando uma atividade experimental demonstrativa sobre emissão de radiação atômica, no Ensino Médio.

O questionário referente ao fator “Motivação” da abordagem educacional possui trinta e sete questões abordado pelo modelo MAREEA que tem como objetivo avaliar a percepção da qualidade em termos de experiência de uso e de aprendizagem dos seus usuários após a interação com tais recursos. Para o presente trabalho será discutido apenas os fatores de qualidade “Motivação” e suas respectivas dimensões apresentada e especificada por Herpich *et al.* (2019).

#### 4.3 Procedimento

O experimento utilizado na implementação foi o de *espectroscopia* disponibilizado pelo aplicativo avatARUFRGS. Para acessar o aplicativo, os estudantes deveriam baixá-lo com acesso à Internet. Foi criado um código QR, disponibilizado em uma folha impressa (roteiro da atividade) que ao aproximar a câmera do código QR, o celular efetuava a leitura da imagem e executava o experimento de *espectroscopia*.

A intervenção ocorreu em dois momentos, separados em dois dias. No primeiro momento, ocorrido no primeiro dia, os estudantes responderam o pré-questionário. Essa primeira etapa é determinante para entender os conhecimentos prévios que possuem os alunos e mapear a melhor forma de ensinar os conceitos de espectroscopia. É importante lembrar que a aprendizagem significativa se caracteriza pela interação entre os

conhecimentos a serem aprendidos pelos estudantes e ancorados com seus conhecimentos prévios.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

No primeiro momento foram discutidos conceitos que seriam importantes para a atividade experimental, como radiação e espectro eletromagnético. Nesta parte, o professor destaca o conceito de radiação no espectro visível. Indagando os alunos, o educador então pergunta quais cores são possíveis de enxergar no espectro visível. Alguns alunos citaram os conceitos associados as cores vermelho, verde e roxo. Consta-se que alguns alunos já conheciam sobre espectro visível dos átomos e possuíam conhecimentos acerca de comprimento de onda e frequência. Esses conceitos prévios os ajudaram a entender o experimento proposto para a segunda aula. Após isso, o professor explica sobre as cores do espectro visível e como poderíamos vê-las através da dispersão da luz utilizando um prisma ou rede de difração.

No segundo momento da intervenção, foi realizada a seguinte problematização: Como poderíamos descobrir que tipos de elementos estavam presentes no Sol? Já fazendo referência à primeira pergunta contida no pré-questionário. Dois alunos responderam: “Pela análise da radiação que chega à terra”. Outra aluna falou: “Através do telescópio”. Outro aluno disse: “Por partículas que caem do sol”.

Em seguida, foi indagado que tipo de radiação chega a terra. Um aluno respondeu que seria a infravermelha. Essa resposta mostra que o aluno possuía um subsunção relacionado a radiação do infravermelho, que pode ser usado para contextualizar para radiações em gerais.

Depois desta primeira interação, foi explicado sobre a radiação emitida pelo sol e sobre o espectro contínuo, citando a lâmpada incandescente, que também emite uma radiação contínua. Utilizando os conhecimentos prévios dos alunos em relação à lâmpada incandescente e a radiação visível, pôde-se explicar um novo conceito, o de espectro contínuo, subordinando a nova ideia ao conceito da radiação emitida pela lâmpada. Então perguntamos se poderíamos enxergar esse espectro a olho nu. Os alunos responderam que não era possível. Então foi explicado sobre o fenômeno da difração de ondas e apresentado aos estudantes o modo que a luz se comportava ao interagir com uma rede de difração, podendo dessa forma, enxergar o espectro dos elementos através da luz incidida em um anteparo de análise espectral.

Neste momento, os estudantes abriram o aplicativo avatARUFRGS, e solicitou-se que observassem os diferentes elementos químicos presentes na simulação. Conforme os alunos foram interagindo com o aplicativo, foram familiarizando-se com a tecnologia e manejavam mais facilmente o experimento.

O primeiro espectro que enxergaram foi o espectro da lâmpada incandescente. Perguntou-se o que eles enxergavam ali. Um dos alunos falou: “Consigo ver várias cores, parecendo o arco-íris.”. Então, foi explicado que essas cores estão associadas a dispersão da radiação, remetendo ao conceito de espectro contínuo. Nota-se que os alunos, ao interagirem com experimento, estavam aprendendo por descoberta. Após isso, eles observaram o espectro do hidrogênio. Espontaneamente, os alunos iam dizendo as cores que enxergavam do espectro desse elemento. Um dos alunos citou: “Consigo enxergar vermelho, azul e roxo”. Outra aluna perguntou se era possível enxergar radiação ultravioleta. Então, foi explicado, que a radiação que os seres humanos geralmente observam a olho nu é a da luz visível. Também foi pedido aos estudantes que comparassem o elemento sódio com o hélio e o hidrogênio. Um dos alunos disse: “O sódio parece mais amarelo”. Uma outra aluna falou: “O sódio tem menos cor”. Uma das

alunas perguntou o porquê do sódio apresentar a cor amarela mais nítida. Foi então explicado que a maior parte do espectro visível de emissão do elemento está no amarelo.

Um dos alunos perguntou ao professor se não tem como um elemento ter um espectro muito parecido com outro e, por isso, ser confundido. O educador explica que existem espectros parecidos com outros, mas sempre há maneira para diferenciá-los através de espectros não presentes pela luz visível. Um aluno perguntou se aquele tipo de análise poderia ser feito em solos para diferenciar elementos. O professor responde afirmativamente, gerando um diálogo entre os alunos sobre as habilidades que são desenvolvidas durante o curso em relação a métodos utilizados em análise de solos. Percebe-se que o aluno conseguiu conectar o fenômeno físico a sua área de atuação, tornando a interdisciplinaridade presente. Neste momento, houve indicativo de uma aprendizagem significativa.

Percebe-se que o conhecimento a partir do descobrimento está associado ao fato dos alunos observarem o espectro e identificarem suas diferenças. Aliado a isso, o professor explica o conteúdo, tornando presente o aprendizado por recepção.

Após a realização da experimentação, os alunos responderam o pós-questionário e a avaliação deles em relação a RA, que serão discutidas a seguir.

Para avaliar o conhecimento adquirido e perceber se foi um aprendizado potencialmente significativo, analisamos o pós-questionário para compreender se os alunos conseguiam relacionar o experimento com as questões presentes, que estão ligados ao dia a dia dos alunos. É importante salientar que os conhecimentos prévios dos alunos possibilitaram a construção e o desenvolvimento de estruturas mentais que viabilizam o aprendizado eficaz.

Para analisar as respostas dos aprendizes, temos: **Categoria A:** Com os dados do pós-questionário, em relação a questão 2.1, dezenove alunos escreveram que a diferença entre os elementos se fazia pelas cores presentes no espectro, como veremos por alguns relatos transcritos abaixo:

**Aluno 2:** Os elementos emitem espectros de **cores diferentes**; **Aluno 5:** As **cores**, cada um possui um espectro de cores como se fosse um DNA; **Aluno 6:** Cada um emite um **espectro luminoso diferente**, a emissão muda de acordo com o elemento; **Aluno 10:** O espectro, ao **emitirem radiação**, pois o hélio eu observei o amarelo, azul, vermelho e roxo predominantemente. Já o hidrogênio, eu vi azul e vermelho, predominantemente;

Os estudantes não responderam o questionário de forma individualizada, tornando algumas respostas similares escritas no pós-questionário.

Para a questão 2.2, dezenove alunos conseguiram responder de forma satisfatória esta questão, como podemos ver em alguns trechos transcritos abaixo:

**Aluno 3:** Pelo espectro de cada elemento; **Aluno 6:** Cada elemento **possui um espectro**. Desta forma, poderia se diferenciar olhando o espectro; **Aluno 10:** Usando espectroscopia, uma vez que a cocaína apresenta o *HCl*, daí pode-se analisar e ver se tem o **espectro desse composto**;

A partir dos resultados 70% dos alunos conseguiram associar o método de emissão de energia atômica com o método da espectroscopia. Portanto, os aprendizes relacionaram os conceitos aprendidos com uma situação do cotidiano. Ao compreender o fenômeno físico e relacionar com essa situação colocada pela questão, pode ser um indício de que houve a aprendizagem significativa.

Além disso, pode-se perceber que houve o envolvimento da maioria dos alunos com o experimento, contendo respostas que se aproximam da correta descrição do

fenômeno físico. Esse envolvimento, ligado a descoberta aliada a aprendizagem por recepção, é um indicativo de que houve uma aprendizagem significativa.

**Categoria B:** Na questão 2.1, Cerca de oito alunos responderam incorretamente as questões propostas, confundindo conceitos físicos ou não condizendo as respostas com o proposto pela atividade experimental dada em sala de aula, como transcrito abaixo:

**Aluno 1:** A diferença está no **tamanho das ondas**; **Aluno 4:** Além das cores, os elementos tinham diferentes velocidades ao se encontrarem com a luminosidade; **Aluno 9:** O **hidrogênio é denso**, representado por  $H_2$ ; **Aluno 15:** Diferença na **intensidade da luz**.

Oito alunos não conseguiram responder satisfatoriamente à questão 2.2, não relacionando os conhecimentos desenvolvidos na atividade com o questionamento da pergunta, como podemos perceber pelos trechos transcritos abaixo:

**Aluno 4:** Pode-se fazer a análise química com sensores químicos; **Aluno 9:** Através de métodos químicos; **Aluno 12:** Pela densidade, massa ou cheiro; **Aluno 13:** Eles utilizam um papel no qual é fabricado para mudar de cor dependendo da substância.

As respostas errôneas escritas por 30% dos alunos podem se dar pela falha interação entre professor, aluno e experimento, uma vez que nem todos poderiam estar interessados em realizar as atividades. Nesse sentido, o professor deveria explorar formas de inserir esses estudantes desinteressados na problemática do experimento.

Podemos perceber que a maioria dos alunos ancoraram os conceitos novos em conhecimentos prévios, tornando assim, um aprendizado subordinado, pois a partir da questão dos elementos presentes do sol, os alunos relacionaram esse exemplo ao conhecimento de espectro e radiação atômica, percebendo regularidades em diferentes eventos que utilizam a mesma explicação física.

Após responderem o pós-questionário, os estudantes responderam outro questionário referente à interação com a RA Móvel, visando entender se esse processo experimental permite que a aula fique mais atrativa e com uma compreensão do fenômeno mais facilitada.

## 5.1 Sobre o questionário de motivação

Em relação ao fator de qualidade referente a motivação, foram avaliadas as dimensões de Atenção Focada, Relevância, Confiança e Satisfação. A respeito da dimensão que avaliou a percepção dos participantes, referente a Questão 16 (Q16), mais de 29,6% dos alunos discordaram de que o aplicativo envolve seus usuários a ponto de perderem a noção do tempo, assim como mais de 55,6% indicaram que o aplicativo não atraiu a ponto de permitir ignorar as coisas no entorno dos usuários (Q17). Entretanto, mais de 59,3% dos avaliadores afirmaram que a forma como as informações estavam organizadas no aplicativo ajudaram a manter a sua atenção no aplicativo (Q18). Outro resultado positivo foi observado quando questionados sobre a relevância do conteúdo educacional, os resultados demonstraram que 70,4% dos participantes concordaram que estava claro que o conteúdo educacional do aplicativo tinha relação com o que conheciam (Q19) e 66,7% indicaram que completar com sucesso as atividades propostas com o aplicativo era importante (Q20).

Na dimensão de confiança, mais de 55,5% indicou estar confiante de que aprendeu o que deveria após utilizar o aplicativo (Q21), porém, somente 51% estava confiante de que havia entendido o conteúdo educacional mais complexo e 22,2% não estava confiante



(Q22), resultado que indica que em alguns casos, as simulações não contribuíram para o processo de ensino e aprendizagem a ponto de facilitar o entendimento dos conteúdos mais complexos. A respeito da dimensão de satisfação, mais da metade dos participantes indicou que completar as atividades com o aplicativo gerou um sentimento satisfatório de realização (Q23), porém, observou-se que apenas 48,1% gostaram do conteúdo educacional a ponto de querer saber mais sobre o assunto (Q24). Entretanto, de modo geral foi possível observar que 66,7% realmente gostaram de estudar com o aplicativo de RA (Q25), aspecto que indica a capacidade de explorar possibilidades dessa tecnologia na educação, a fim de atender aos anseios dos usuários, sendo preciso apenas buscar formas de motivá-los a querer saber mais sobre o conteúdo educacional.

No âmbito da motivação, foi possível perceber que o aplicativo tem informações e simulações que mantém a atenção do usuário de maneira parcial, com conteúdos educacionais relevantes e que passam confiança para os usuários realizarem os experimentos em nível básico. Se torna importante ressaltar que para conteúdos mais complexos, os usuários sentem maior insegurança para realizar as atividades, mas que gostaram dos assuntos apresentados e resultam em deixá-los motivados a buscar novos conhecimentos.

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desenvolvimento do presente estudo possibilitou uma análise de como uma atividade experimental utilizando RA permitiu aos alunos aprenderem conceitos de radiação e espectroscopia, através do referencial teórico da teoria da aprendizagem significativa, formulada por Ausubel. Para isso, utilizou-se de celulares contendo o aplicativo avatARUFRGS instalados permitindo uma interação ativa dos estudantes em relação a experimentação, uma vez que eles manejavam o aplicativo de RA e discutiam sobre a atividade. De acordo com Lopes e Ribeiro (2018), as ferramentas tecnológicas auxiliam na aprendizagem do aluno, tornando-os mais ativos e autônomos, diferente da sala de aula tradicional, puramente expositiva. Desta forma, a utilização potencial dessa ferramenta possibilita ao aluno pensar, raciocinar, decifrar e aprender por si próprio e, com isso, motivando-os a descobrir novos conhecimentos.

No decorrer da atividade, eles interagiram mais abertamente com o experimento, com os colegas presentes e com os professores. Essa interação permitiu analisar as falas dos alunos, para compreender os conceitos externalizados pelos estudantes. Percebemos, pelas falas, que grande parte dos alunos possuíam conhecimentos prévios acerca de radiação. Com isso, a introdução do conceito de espectroscopia foi facilitada. Os aprendizes, ao observarem a atividade, relatavam as diferentes cores do espectro de cada elemento, entendendo que cada átomo emitia um espectro diferente. Isso evidencia uma aprendizagem por descoberta. Ainda se notou que alguns alunos relacionaram o experimento com conceitos ligados à área de estudo deles, indagando o professor acerca da análise dos solos utilizando espectroscopia. Essa ligação entre o cotidiano da profissão e a atividade experimental é um indicativo de que houve uma aprendizagem significativa.

A interação entre o aluno, o professor e o experimento pode não ter sido atrativa para os alunos que responderam os questionamentos de forma errônea e conseqüentemente, ocorreu o não protagonismo desses estudantes no processo de aprendizagem, do qual esse conceito é fundamental para construção do conhecimento do sujeito inserido no âmbito escolar (Gaspar e Monteiro, 2005).

Em relação ao fator motivação na abordagem RA Móvel, podemos perceber que grande parte dos alunos se sentiram instigados a aprender mais sobre o experimento e se sentiam seguros quanto aos conceitos aprendidos com a atividade. Isso mostra que as TIC

poderiam ter mais espaço nas aulas ministradas na educação de nível superior, mostrando ao aluno que o processo de construção do conhecimento pode ser algo atrativo e expressivo no contexto em que ele está inserido.

A atividade utilizando RA acerca de espectro atômico e radiação permitiu aos alunos entenderem como o fenômeno físico interfere em seu cotidiano, além de instigar o aluno a aprender e refletir sobre os novos conhecimentos apresentados, respondendo a problemática sobre contribuições da RA para o ensino de física. Vale ressaltar que o importante não é utilizar o recurso do qual o aluno é meramente um receptor e sim o uso para promover interação entre os sujeitos do processo de ensino e aprendizagem e então contribuir na construção do conhecimento.

<sup>1</sup> É possível explorar as diversas simulações que tem potencial no ensino de física, e principalmente a *espectrometria dos gases*, que é o objeto de estudo do presente trabalho, pela homepage do projeto AVATAR: <http://www.ufrgs.br/avatar/realidade-aumentada>.

## REFERÊNCIAS

- ALVES, M. P.; MORGADO, J. C.; LEMOS, A. R.; RODRIGUES, S. C.; SÁ, S. O. **Práticas inovadoras no ensino superior**. Universidade do Porto. Centro de investigação e intervenção educativas, Porto, 2012.
- AUSUBEL, D.P. **A aprendizagem significativa: A teoria de David Ausubel**. São Paulo; Moraes 1982.
- BARBOSA, C. M. A. M. **A aprendizagem mediada por TIC: Interação e cognição em perspectiva**. Associação Brasileira de Ensino a Distância, p. 83-100, 2012.
- BARBOSA, P. P. A.; LIMA, W. V. C.; LOBO, C. O. L.; LUDKE, E. Espectroscopia: Uma atividade experimental para o ensino a área de ciências da natureza. **Vivências: Revista eletrônica de extensão da URI**, v.15, n.28, p. 100-110, 2019.
- CHAVES, E. O. C. **A tecnologia e a educação**. Encyclopaedia of Philosophy of Education, Campinas, 1999.
- GASPAR, A; MONTEIRO, I. C. C. **Atividades experimentais de demonstração em sala de aula: Uma análise segundo o referencial da teoria de Vygotsky**. In: *Investigações em Ensino de Ciências*. v. 10, n. 2, p. 227-254, 2005.
- GIL, A. C. **Como elaborar projetos e pesquisa**. 4 ed. São Paulo: Atlas, 2002.
- HERPICH, F. et al. Modelo de Avaliação de Abordagens Educacionais em Realidade Aumentada Móvel. **RENOTE**, v. 17 n. 1, julho, 2019, 355-364.
- LOPES, L. M. M.; RIBEIRO, V. S. **O estudante como protagonista da aprendizagem em ambientes inovadores de ensino**. In: Congresso internacional de educação e tecnologias, CIET:EnPED, 2018. Disponível em: <http://cietenped.ufscar.br/sumissao/index.php/2018/article/view/286>. Acesso em 25 jun. 2019.
- MOREIRA, M. A. **Subsídios teóricos para o professor pesquisador em ensino de ciências**. Porto Alegre, 2009. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/~moreira/subsidio6.pdf>. Acesso em 25 jun. 2019.
- MOREIRA, M. A. O que é afinal aprendizagem significativa?. **Revista cultural La Laguna Espanha**, 2012. Disponível em: <http://moreira.if.ufrgs.br/oqueeafinal.pdf>. Acesso em 22 jun. 2019.
- SERIO, A. D.; IAEZ, M; KLOOS, C. D. Impact of an augmented reality system on students motivation for a visual art course. **Computers and education**, v.68, p.586-596, out. 2013.
- TRINDADE, R. Os benefícios da utilização das TIC no Ensino Superior: **A perspectiva docente E-Learning**. **Educar em revista**, Curitiba, p. 211-233 n. 4/2014.