

A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA NO ENSINO DE DENSIDADE

Significant learning in teaching of density

Katiele Stefani Zotti [katystefani@hotmail.com]

Colégio Cenecista Mário Quintana

Rua Padre Anchieta, 1390 - Centro, Encantado/RS – Brasil, CEP 95960-000

Eniz Conceição Oliveira [eniz@univates.br]

José Claudio Del Pino [delpinojc@yahoo.com.br]

Universidade do Vale do Taquari – Univates

Rua Avelino Talini, 171 - Bairro Universitário, Lajeado/RS – Brasil, CEP 95914-014

Recebido em: 19/02/2019

Aceito em: 02/10/2019

Resumo

O presente artigo é relato de uma experiência, na qual utilizou-se um roteiro de ensino sobre densidade, elaborado a partir dos subsunçores apresentados pelos estudantes. A prática pedagógica, organizada em três encontros presenciais e desenvolvida com 17 alunos do 1º Ano do Ensino Médio de uma escola privada do município de Encantado/RS, foi elaborada tendo como suporte teórico a Teoria da Aprendizagem Significativa. A pesquisa configurou-se com abordagem qualitativa, aproximando-se dos pressupostos do estudo de caso. Os resultados indicaram que os mapas conceituais são bons instrumentos de acompanhamento da aprendizagem, sendo que oportunizaram coletar informações sobre os subsunçores presentes na estrutura cognitiva, bem como observar os avanços conceituais demonstrados pelos estudantes.

Palavras-Chave: Aprendizagem significativa; Mapas conceituais; Densidade.

Abstract

This text is a report about an experience in which a script about the teaching of density has been used, that was developed from the subsumptions presented by students. The pedagogical practice was organized in three face-to-face meetings and was developed with 17 students of the first year from a private high school from the city of Encantado/RS, and was elaborated based on the Theory of Significant Learning. This is a qualitative research, approaching the assumptions of the case studies. The outcomes indicated that the conceptual maps are good instruments to follow learning process and to collect information about the subsumptions present in the cognitive structure, as well as to observe the conceptual advances presented by the students.

Keywords: Significant Learning; Conceptual maps; Density.

INTRODUÇÃO

Escuta-se constantemente professores de Química falando sobre a desmotivação e falta de interesse dos alunos em relação aos conteúdos apresentados. No entanto, muitas vezes o professor da disciplina é um mero transmissor de conteúdo e não explora as potencialidades e capacidades de reflexão e análise dos estudantes. Em corroboração a essa ideia, Lira (2013) destaca que os alunos justificam a falta de motivação por não acharem interessante o assunto que está sendo ensinado. Logo, não se sentem estimulados a aprender. Por outro lado, outras vezes, o conteúdo é atrativo, porém é apresentado de forma apática ou descontextualizada, tornando, assim, a aprendizagem mais lenta e cansativa.

Observou-se empiricamente que o assunto densidade, quando abordado com os estudantes, no primeiro momento, é julgado como uma temática fácil. No entanto, notam-se dificuldades em compreender o conceito e como as grandezas massa e volume se relacionam. Com o decorrer do ano, quando se resgata novamente essa temática, ela passa a ser um entrave, pois os alunos não lembram mais do conteúdo.

Buscando na literatura uma justificativa para tal fato, pode-se perceber que o ensino de densidade tem sido, muitas vezes, considerado trivial, por se tratar de um assunto simples e de fácil entendimento. No entanto, Rossi et al. (2008) destacam que os educadores de Química têm encontrado dificuldades para ensinar o conceito de densidade, e, atrelado a isso, conceitos matemáticos como razão e proporção, que são fundamentais, porém não se consolidam facilmente.

Segundo os autores supracitados, não fica claro que, em Química, a densidade está relacionada com a distribuição das partículas de uma determinada massa contida em um dado volume. Os estudantes até conseguem realizar cálculos envolvendo a expressão matemática da densidade, mas não conseguem resolver questões que envolvam o seu conceito, limitando-se, assim, à aplicação da fórmula. Hitt (2005) complementa as ideias aqui explanadas, enfatizando que o assunto de densidade é abstrato e confuso para os alunos, uma vez que se trata da relação entre massa e volume. Para o autor, apesar de os estudantes terem alguma compreensão desses dois conceitos, não conseguem desenvolver uma compreensão conceitual de densidade.

Uma das justificativas apresentadas por Silva et al. (2012) para a falta de compreensão da densidade diz respeito à dificuldade de aprender os conceitos relacionados com ela, e isso se deve ao fato de a temática ser abordada de maneira que não faz sentido para o aluno, ou seja, não tem um significado. A partir das afirmações aqui destacadas, buscou-se atrelá-las aos pressupostos da aprendizagem significativa para facilitar a compreensão do assunto, tendo como questão de pesquisa: Quais são as implicações observadas na aprendizagem significativa, com a utilização de recursos digitais no ensino de Química, para o conteúdo de densidade? Para responder à questão proposta traçou-se como objetivo: investigar como os recursos digitais podem auxiliar na predisposição e quais são as implicações para a aprendizagem significativa dos alunos do 1º Ano do Ensino Médio, na disciplina de Química, para o conteúdo de densidade.

APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

Constantemente, fala-se que os assuntos trabalhados nas aulas precisam ter significados para os alunos, pois assim eles ficarão motivados e participarão do processo de ensino e aprendizagem. Em outras palavras, fala-se muito em aprendizagem significativa, a qual foi proposta por David Paul Ausubel (1918–2008).

De acordo com Ausubel (2003), a aprendizagem significativa envolve a aquisição de novos significados a partir do material apresentado, sendo que este deve ser relacionado de maneira não arbitrária e não literal, ou seja, deve ser relacionado de forma não aleatória. O autor complementa que é necessário que o aprendiz tenha ideias ancoradas relevantes para relacionar com o novo material. Moreira e Masini (2016) afirmam que a aprendizagem significativa se dá quando o novo interage com conceitos já disponíveis na estrutura cognitiva do aluno.

A ideia de aprendizagem significativa está fortemente ligada ao que se escuta e se fala com frequência e há bastante tempo: o aluno não é uma tábula rasa, ele traz consigo uma bagagem de conhecimento, e, de acordo com Moreira e Masini (2016), esta é a ideia central da Teoria da Aprendizagem Significativa: aquilo que o aluno sabe interfere na forma como ele vai aprender. De acordo com esses autores, Ausubel chama de conceito subsunçor, ou somente subsunçor, aquilo que o aluno já sabe, e destaca que “a aprendizagem significativa ocorre quando a nova informação se ancora em subsunçores relevantes preexistentes na estrutura cognitiva de quem aprende” (Moreira; Masini, 2016, p. 17).

A temática da Aprendizagem Significativa é descrita por Ausubel (2003) como os conhecimentos que são assimilados e organizados na estrutura cognitiva. Moreira e Masini (2016), pautados no estudioso mencionado, representam simbolicamente os princípios da assimilação como destacado na Figura 1:

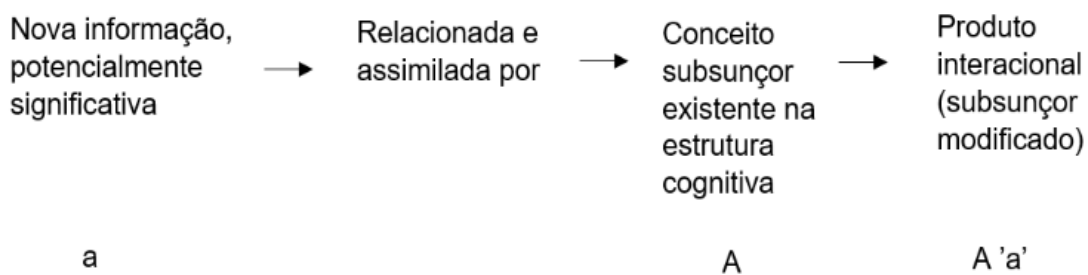


Figura 1 - Representação simbólica do princípio de assimilação.

Fonte: (Moreira; Masini, 2016, p. 25).

Na Figura 1 pode-se constatar que uma nova ideia ou informação (representada por *a*), relaciona-se com conceito subsunçor relevante (representado por *A*), existente na estrutura cognitiva do aprendiz. Nessa interação ocorrem alterações em *a* e *A*, sendo que o produto dessa alteração é *A'a'*, ou seja, um subsunçor modificado. Ausubel (2003, p. 105) destaca que “não só a ideia potencialmente significativa *a*, como também a ideia *A*, estabelecida na estrutura cognitiva (à qual está ancorada) se alteram da mesma forma através do processo interativo”. O autor ressalta, ainda, que o mais importante é que os produtos interativos *a'* e *A'* permanecem em relação um com o outro.

Diante desse contexto, fica explícita a necessidade de partir-se do que o aluno sabe, da sua bagagem intelectual, social e cultural, para então poder falar-se em aprendizagem significativa, uma vez que “esse processo de ancoragem da nova informação resulta em crescimento e modificação do conceito subsunçor” (Moreira; Masini, 2016, p. 18).

Vale ressaltar que Ausubel (2003) considera a aprendizagem que ocorre de maneira isolada, ou seja, que não leva em consideração as ideias ancoradas na estrutura cognitiva do aluno, como sendo uma aprendizagem por memorização. Segundo esse autor, tal aprendizagem é muito mais vulnerável e possui uma capacidade de retenção menor, uma vez que “na aprendizagem por memorização ocorre uma ligação simples, arbitrária e não integradora com a estrutura cognitiva preexistente” (Ausubel, 2003, p. 3). Moreira e Masini (2016, p. 105) definem esta aprendizagem como mecânica. Ela pode ser descrita como “aquisição de informações com pouca ou nenhuma

interação com conceitos ou proposições relevantes existentes na estrutura cognitiva. O conhecimento é armazenado de forma literal e arbitrária”.

Dando continuidade à discussão proposta sobre aprendizagem significativa, salienta-se que os pressupostos para que ela ocorra são estes:

- a) O material a ser aprendido seja potencialmente significativo para o aprendiz, ou seja, relacionável a sua estrutura de conhecimento de forma não-arbitrária e não-literal (substantiva);
- b) O aprendiz manifeste uma disposição de relacionar o novo material de maneira substantiva e não-arbitrária a sua estrutura cognitiva (Moreira; Masini, 2016, p. 23).

Em complementação a essa ideia, Ausubel (2003, p. 72) destaca que na aprendizagem significativa é indispensável os alunos manifestarem um mecanismo de aprendizagem significativa, mecanismo este que consiste em uma disposição para relacionar o material novo de forma não arbitrária e não literal na própria estrutura cognitiva, visto que “nem o processo nem o resultado da aprendizagem podem ser significativos, se a própria tarefa de aprendizagem não for potencialmente significativa – se não for relacional, de forma não arbitrária e não literal, com qualquer estrutura cognitiva”.

Tem-se observado que muitas vezes os alunos desenvolvem um mecanismo de aprendizagem por memorização em detrimento da aprendizagem significativa. Para Ausubel (2003), isso pode ocorrer devido a experiências anteriores, nas quais os alunos tiveram de apresentar as respostas em conformidade com os professores ou manuais escolares. Outro fator a se considerar é que muitos alunos, de acordo com o autor, não têm confiança em sua capacidade de aprender significativamente, por fracassos apresentados anteriormente; ou, então, a exigência de apresentarem definições muito específicas, sendo que, assim, as deficiências de compreensão são ocultadas.

Tendo em foco o que foi mencionado até então, fica claro que, além do material de qualidade e compreensível para os alunos, é necessário que estes queiram fazer relações e tenham os subsunçores necessários, uma vez que, se a intenção dos educandos é apenas a memorização, o processo será mecânico.

Considerando-se a problematização realizada, buscou-se neste estudo promover a aprendizagem significativa, proporcionando aos alunos materiais que consideraram os subsunçores presentes na estrutura cognitiva, tornando-os, desse modo, mais predispostos para aprender. Nesse sentido, um instrumento frequentemente utilizado, o qual pode estar associado com a aprendizagem significativa, são os mapas conceituais.

A ideia de mapa conceitual, de acordo com Novak e Cañas (2010), surgiu em 1972 durante um programa de pesquisa desenvolvido por Novak na Universidade de Cornell, cujo estudo buscava compreender e acompanhar as mudanças na maneira de como crianças entendiam as ciências. No entanto, os pesquisadores, examinando as entrevistas transcritas, encontraram dificuldades de identificar mudanças específicas na compreensão de conceitos científicos, e diante dessa necessidade tiveram a percepção de representar o conhecimento infantil na forma de mapa conceitual.

Os mapas conceituais são ferramentas de aprendizagem que podem auxiliar o professor a romper o ensino cujo foco é a transmissão e a memorização de conceitos. Além do mais, os mapas conceituais, quando aplicados antes de iniciar um novo tópico, possibilitam ao professor perceber quais são os subsunçores que os alunos possuem, pois “na construção de um mapa conceitual o aprendiz elucida quais os conceitos mais relevantes e quais as suas conexões em um corpo de conhecimento” (Tavares, 2008, p. 2). Complementando essa ideia, Moreira (2013a) destaca que os mapas conceituais são representações externas que refletem as representações internas de quem o elabora, uma vez que através de um mapa conceitual, o aluno externaliza como está organizando conceitos

e relações entre conceitos de uma determinada área de conhecimento. Esta externalização é um reflexo (não necessariamente uma réplica) e sua organização cognitiva nessa área.

Os mapas conceituais são definidos por Moreira e Masini (2016) como diagramas que indicam relações entre conceitos. Em outra passagem, Moreira (2013b, p. 41) destaca: “mapas conceituais são diagramas de significados, de relações significativas, de hierarquias conceituais. [...] Mapas conceituais não buscam classificar conceitos, mas sim relacioná-los e hierarquizá-los”. Por sua vez, Novak e Cañas (2010, p. 10) definem mapas conceituais como “ferramentas gráficas para a organização e representação do conhecimento”.

No que tange à construção de mapas conceituais, Moreira (2013b) refere que não há uma regra de figuras (balões, retângulos, elipses etc.) para traçá-los, ou a obrigatoriedade de uma hierarquia piramidal. No entanto, deve ficar claro quais são os conceitos mais importantes e os secundários. As setas podem ser utilizadas para indicar o sentido de direção dos conceitos. Contudo, cabe salientar a recomendação de Novak e Cañas (2010), os quais orientam evitar a utilização de frases nas caixas, ou seja, frases completas utilizadas para explicar um conceito, uma vez que isso indicaria que toda uma subseção do mapa poderia ser explicada a partir de uma frase.

Assim sendo, não há regras básicas para traçar os mapas. “O importante é que o mapa seja um instrumento capaz de evidenciar significados atribuídos a conceitos e relações entre conceitos no contexto de um corpo de conhecimentos, de uma disciplina, de uma matéria de ensino” (Moreira, 2013b, p. 42).

Quando se avalia um mapa conceitual, é importante ter-se em mente que não existe um mapa conceitual correto, de acordo com Moreira (2013b, p. 48), “o que o aluno apresenta é o seu mapa e o importante não é se esse mapa está certo ou não, mas sim se ele dá evidências de que o aluno está aprendendo significativamente o conteúdo”. Nesse sentido, faz-se necessário analisar as conexões que os alunos conseguem realizar, pois, segundo o autor, se o professor mostrar um mapa como sendo o correto, promoverá a aprendizagem mecânica, ressaltando, ainda:

Mapas conceituais são dinâmicos, estão constantemente mudando no curso da aprendizagem significativa. Se a aprendizagem é significativa, a estrutura cognitiva está constantemente se reorganizando por diferenciação progressiva e reconciliação integrativa e, em consequência, mapas traçados hoje serão diferentes amanhã (Moreira, 2013b, p. 48).

A citação supracitada é suficientemente sugestiva e demonstra que os mapas conceituais podem ser utilizados para avaliar o progresso do aluno. Podem ser aplicados no início de um novo tópico, identificando, assim, as ideias prévias, e, ao final, onde se pode constatar a evolução. Para Novak e Cañas (2010), um mapa conceitual nunca está finalizado, já que ao revisá-lo novos conceitos podem ser adicionados. Em um contexto de aprendizagem significativa, os mapas conceituais podem ser utilizados desta forma:

[...] como uma ferramenta para determinar o nível de compreensão que os alunos têm sobre o tópico a ser estudado antes de ele ser introduzido. Os mapas são então elaborados, ampliados e aprimorados à medida que os alunos realizam outras atividades relacionadas ao tópico e aumentam sua compreensão dele, possivelmente gerando ao final modelos de conhecimento complexos que interligam fontes, resultados, experimentos, etc. e que podem ser usados, se houver interesse, como uma apresentação final pelos alunos (Novak; Cañas, 2010, p. 19).

Nesse sentido, é possível avaliar se um aluno está ampliando os subsunçores que apresentava inicialmente, sendo que, para Moreira (2013b), os mapas conceituais são bons recursos para uma avaliação qualitativa, subjetiva, que busque evidências de aprendizagem significativa. No entanto, muitas vezes almeja-se quantificar, atribuindo nota ao mapa conceitual elaborado; porém, o autor mencionado ressalta que os mapas fornecem informações mais relevantes para acompanhar a aquisição de conhecimento do que a fornecida pelos testes.

Moreira (2013a) salienta que a preocupação do professor durante a avaliação deve ser a interpretação da informação fornecida pelo aluno, para obter evidências de aprendizagem significativa. Dessa forma, no estudo aqui apresentado, os mapas conceituais elaborados pelos alunos no início e no fim da abordagem da temática densidade foram utilizados para avaliar a ampliação dos conceitos, bem como as relações estabelecidas entre esses conceitos.

METODOLOGIA DA PESQUISA

O presente trabalho consiste no relato de experiência de uma pesquisa de cunho qualitativo, na qual, de acordo com Silveira e Córdova (2009, p. 31), “não se preocupa com a representatividade numérica, mas, sim, com o aprofundamento da compreensão de um grupo social [...]”. Nesse sentido, atentou-se em analisar aspectos da realidade, buscando a compreensão.

A pesquisa foi realizada na disciplina de Química, com alunos do 1º Ano do Ensino Médio (EM), no Colégio Cenecista Mário Quintana, localizado na cidade de Encantado – RS. A turma é formada por 17 alunos, com idades entre 15 e 16 anos. Os instrumentos utilizados para a coleta de dados foram comparação das ideias prévias com os conceitos formados por meio da construção de mapas conceituais e apontamentos realizados pelos alunos nas atividades propostas.

Inicialmente, para averiguar os conhecimentos prévios dos alunos sobre o assunto densidade, solicitou-se que eles elaborassem individualmente um mapa conceitual. Na sequência, utilizaram um aplicativo para estudar o conceito de densidade e pesquisaram qual a sua importância no dia a dia. O simulador em questão é o “Densidade”¹. Esse aplicativo permite que se explorem os efeitos da massa e do volume sobre a densidade dos materiais. Foi entregue aos alunos um roteiro de atividades, para que realizassem com o auxílio do recurso digital.

Após as atividades propostas, solicitou-se que os alunos refizessem o mapa conceitual. Isso oportunizou a comparação das ideias prévias com as formadas após a utilização do simulador. O Quadro 1 apresenta resumidamente as atividades que foram desenvolvidas para o conteúdo de densidade.

Quadro 1 – Resumo das atividades desenvolvidas sobre o assunto densidade

Encontro	Quantidade de aulas (50 min)	Atividades desenvolvidas
1º	1	Elaboração individual de um mapa conceitual sobre o assunto densidade.
2º	2	Atividades desenvolvidas com o simulador.
3º	1	Reelaboração do mapa conceitual.

Realizada a coleta de dados, é necessário analisá-los. De acordo com Lüdke e André (2013, p. 45), “analisar os dados qualitativos significa ‘trabalhar’ todo o material obtido durante a pesquisa, ou seja, os relatos de observações, as transcrições de entrevistas, as análises de documentos e as demais informações disponíveis”.

Dos 17 alunos da turma, apenas 13 desenvolveram as três atividades propostas (elaboração do mapa conceitual inicial, roteiro de atividades realizado com o auxílio do simulador e mapa conceitual

¹ Disponível no Repositório Digital PhET, sendo que pode ser acessado pelo link: https://phet.colorado.edu/sims/density-and-buoyancy/density_pt_BR.html.

final). Os alunos foram numerados de forma aleatória, sendo que essa numeração se manteve nas três atividades. Os mapas conceituais iniciais foram nomeados de MA1, MA2, ..., MA13, e os mapas finais de MD1, MD2, ..., MD13. Já os roteiros de atividades de A1, A2, ..., A13. Vale salientar que as atividades desenvolvidas com o simulador poderiam ser realizadas em duplas; no entanto, alguns alunos optaram por fazê-las individualmente. Na sequência, apresentam-se os resultados obtidos com a pesquisa.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A primeira etapa consistiu em analisar os subsunçores apresentados pelos alunos sobre a temática densidade, sendo que, para tanto, os estudantes elaboraram mapas conceituais antes (MA) da realização da atividade desenvolvida com o simulador PhET. Os participantes tinham experiência anterior na representação de mapas conceituais por intermédio de outras disciplinas, como História e Geografia. Na disciplina de Química, os mapas elaborados anteriormente foram feitos de maneira coletiva, com o intuito de revisar um assunto ou na finalização de um tópico de estudo.

Nos treze mapas conceituais iniciais (MA) analisados, constatou-se que em todos apareceram as palavras massa e volume, atreladas ao conceito de densidade. No entanto, esses conceitos não foram relacionados. Raviolo, Moscato e Schmersch (2005) destacam que os alunos tendem a relacionar a densidade com uma das variáveis, massa ou volume, mas não conseguem estabelecer a relação entre elas.

Pode-se observar nos mapas dos alunos MA2 e MA4 que os estudantes se limitaram a vincular as palavras massa e volume ao conceito central densidade. Isso mostra que eles sabem que a temática tem relação com essas grandezas; no entanto, não entendem como essas relações ocorrem. O MA2 também remete à ideia de massa atômica, ao apresentar que ela é número de prótons (Z) mais o número de nêutrons (N), conforme pode ser observado na elipse em destaque da Figura 2.

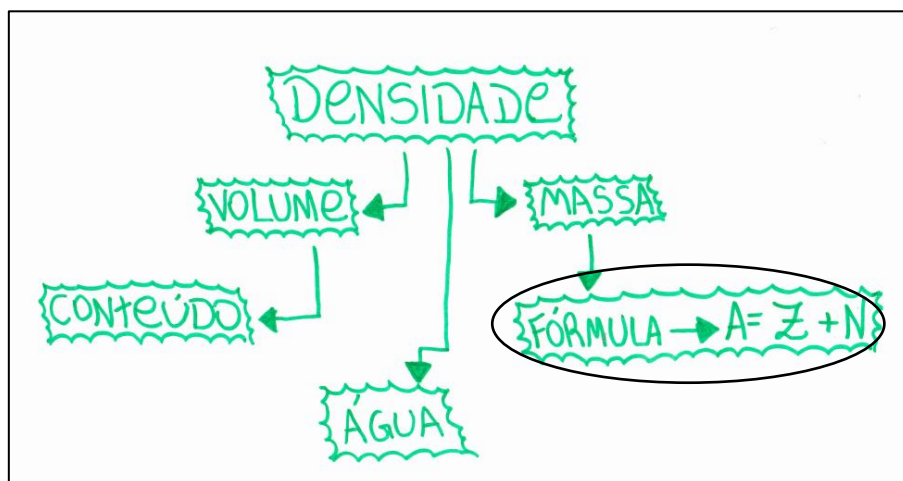


Figura 2 – Mapa conceitual inicial do aluno 2 (MA2)

O mapa conceitual MA10 traz frases para tentar explicar os conceitos e apresenta elementos que não se relacionam com o conteúdo em questão, apresentando a fórmula resolvente de equações de segundo grau e a Equação de Torricelli, utilizada em cálculos na disciplina de Física, como, por exemplo, na cinemática (Figura 3). Tal fato pode demonstrar confusão entre os conteúdos ou que o aluno teve o intuito de não deixar em branco, colocando, assim, ligações aleatórias.

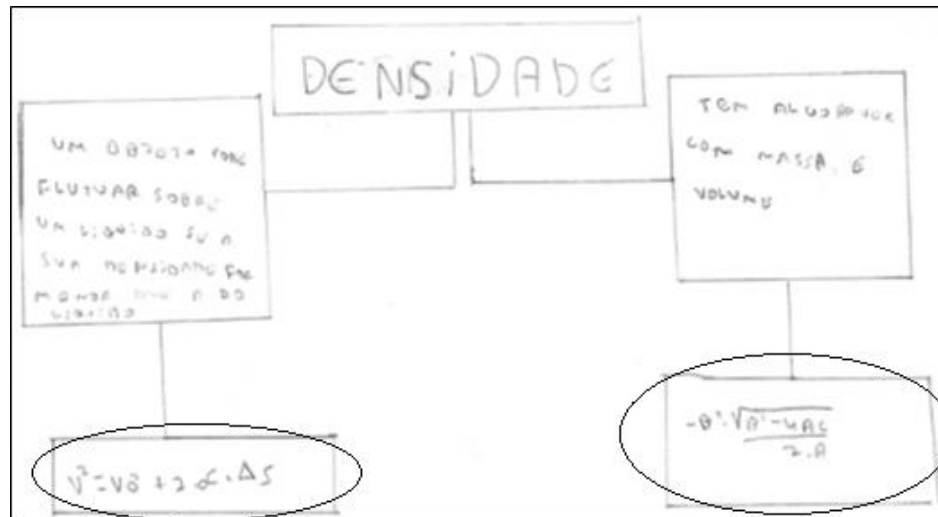


Figura 3 – Mapa conceitual inicial do aluno 10 (MA10)

Além dos itens mencionados anteriormente, os mapas iniciais de 4 alunos (MA1, MA3, MA8 e MA9) relacionam a densidade diretamente com o termo “peso”, conforme pode-se constatar nas Figuras 4 e 5. Já os mapas MA5, MA6 e MA11 relacionam o termo peso com o conceito de massa. Raviolo, Moscato e Schmersch (2005) descrevem sobre esse aspecto, dizendo que os alunos apresentam a concepção de que a densidade é o peso da substância ou o peso da massa. Em corroboração a essa ideia, Pozo e Gómez Crespo (1998) apud Raviolo, Moscato e Schmersch (2005) destacam que tal fato pode ser reflexo da influência da linguagem, que é baseada no envolvimento social, na qual muitas vezes se compara densidade com peso ou viscosidade.

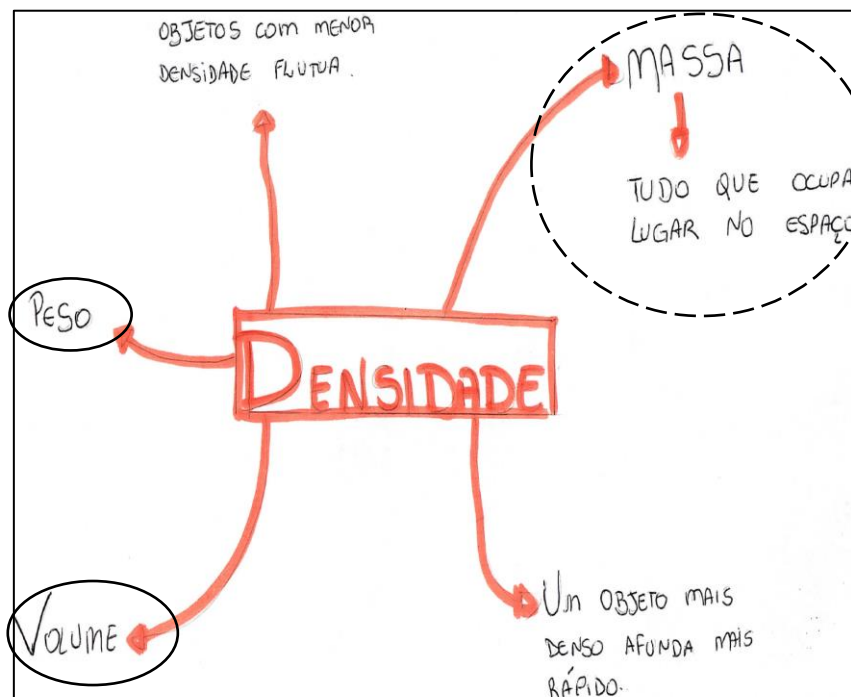


Figura 42 – Mapa conceitual inicial do aluno 1 (MA1)

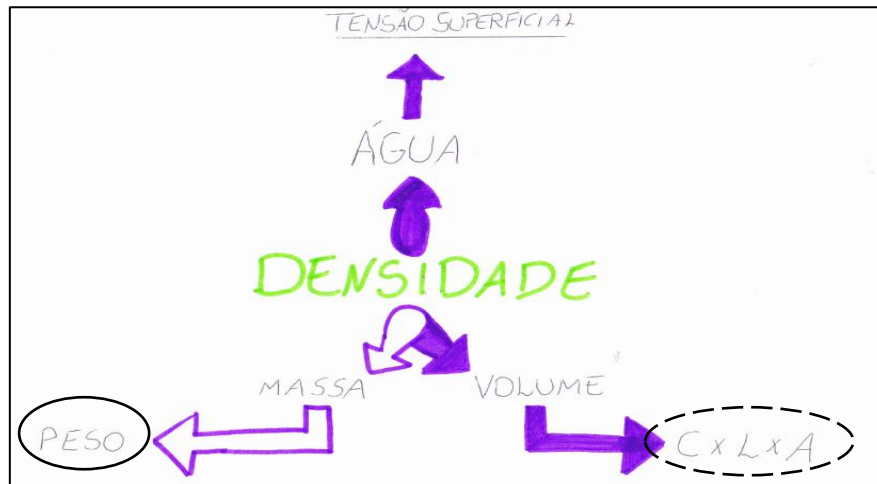


Figura 5 – Mapa conceitual inicial do aluno 11 (MA11)

Alguns mapas conceituais iniciais também demonstraram equívocos em conceitos como massa, que, além de ideia da medida de peso, o mapa MA1 a definiu como “tudo que ocupa lugar no espaço”, conforme linha pontilhada em destaque na Figura 4. O conceito de volume foi relacionado com “conteúdo” no MA2 e com “peso líquido” e “conteúdo interior” pelo MA6. Já o mapa MA11 utilizou uma fórmula matemática “ $C \times L \times A$ ” (destacado em elipse pontilhada na Figura 5), como definição de volume, o que dá a ideia de prismas retos e regulares. Para Raviolo, Moscato e Schmersch (2005), alguns estudantes tendem a atribuir as características de massa e volume de forma inversa.

O mapa conceitual MA7 traz ideias mais elaboradas para o assunto em questão; no entanto, não consegue ordenar os conceitos, começando dos mais gerais para os mais específicos, apresentando frases para explicá-los, conforme se pode observar na Figura 6. Para Cañas et al. (2006), a presença de textos são indícios de que houve memorização e considera importante que os estudantes tenham a capacidade de desmembrar o texto, para então estabelecer relações entre as ideias, construindo, assim, estruturas cognitivas mais complexas. Além desse, MA1, MA6 e MA9 também apresentam frases em detrimento a relações de conceitos.

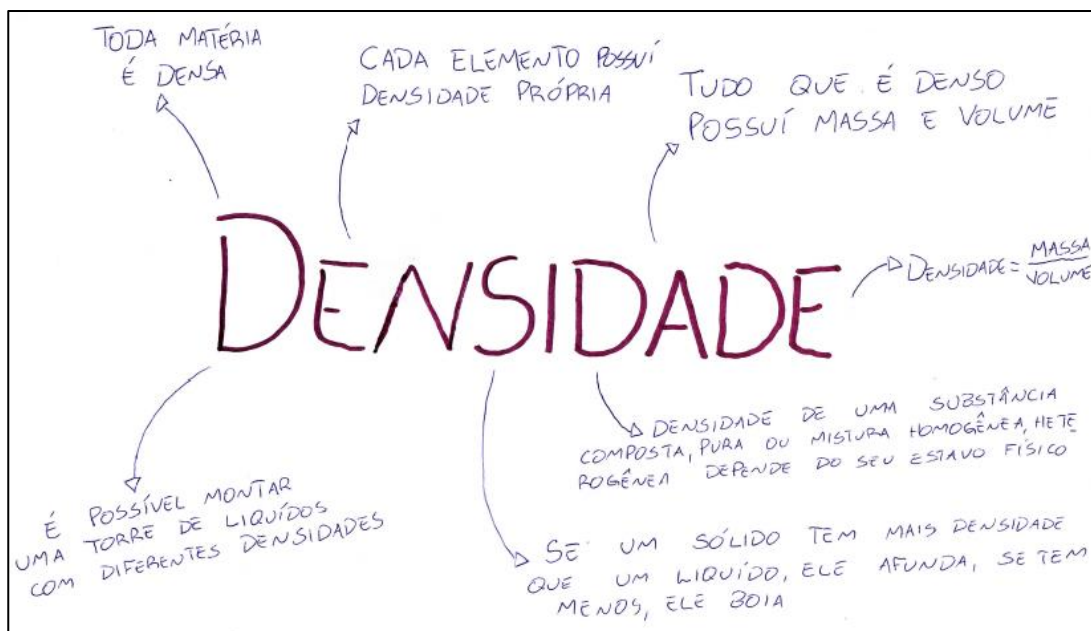


Figura 3 – Mapa conceitual inicial do aluno 7 (MA7)

Os MA1, MA3, MA4, MA5, MA6, MA7, MA8, MA9 e MA10 trouxeram ideias de “afunda” e “não afunda” em seus mapas, mas não evidenciaram relações de como isso pode ocorrer.

Analisando o conjunto dos 13 mapas conceituais iniciais, pode-se constatar que os estudantes não possuem subsunçores claros sobre o assunto de densidade. Apesar de as palavras massa e volume aparecerem em todos os mapas conceituais, os discentes não estabeleceram relações entre esses conceitos. Esta etapa de identificação dos subsunçores presentes na estrutura cognitiva do aluno é de suma importância para o professor, uma vez que é a partir deles que se deve explorar o material de aprendizagem. Para Ausubel (2003), aquilo que o estudante já sabe é o fato isolado mais importante que influencia na aprendizagem. Cabe ao educador descobrir tais conhecimentos presentes e basear os seus ensinamentos neles.

A partir das constatações feitas, elaborou-se um roteiro de atividades para abordar o assunto, desenvolvido com o auxílio do simulador “Densidade” PhET. Ao final do roteiro de atividades, solicitou-se que os alunos avaliassem os seus mapas conceituais iniciais e os reelaborassem. Vale salientar que, de acordo com Moreira (2013b), não existe um mapa correto, uma vez que ele é uma representação externa de quem o fez, e, portanto, os mapas elaborados pelos alunos não foram comparados, mas, sim, observou-se o avanço nos subsunçores apresentados pelos estudantes. Na Tabela 1 apresenta-se um resumo do número de relações no mapa inicial (MA) e no mapa final (MD).

Tabela 1 - Comparativo entre os subsunçores do mapa conceitual inicial e do mapa conceitual construído posteriormente às atividades

Mapa conceitual inicial	Número de relações	Mapa conceitual final	Número de relações	Aumento no número de relações (%)
MA1	6	MD1	18	200
MA2	5	MD2	10	100
MA3	9	MD3	29	222
MA4	3	MD4	15	400
MA5	14	MD5	31	321
MA6	14	MD6	17	21
MA7	7	MD7	31	343
MA8	6	MD8	12	100
MA9	7	MD9	12	71
MA10	4	MD10	6	50
MA11	6	MD11	19	217
MA12	8	MD12	21	162
MA13	10	MD13	14	40

Fonte: Dos autores (2019).

Analisando-se a Tabela 1, pode-se observar que o número de relações aumentou consideravelmente para todos os estudantes envolvidos na atividade. Entretanto, é importante avaliar, também, como essas relações foram construídas. O MD2 conseguiu elucidar os conceitos de massa e volume e relacioná-los. No entanto, não apresentou como a densidade varia quando uma das grandezas é alterada. O aluno também trouxe ideia de “afunda” e “flutua”, como se pode constatar nas elipses em destaque da Figura 7, mas não estabeleceu um comparativo entre materiais. Tal fato pode ser observado também no mapa MD10.

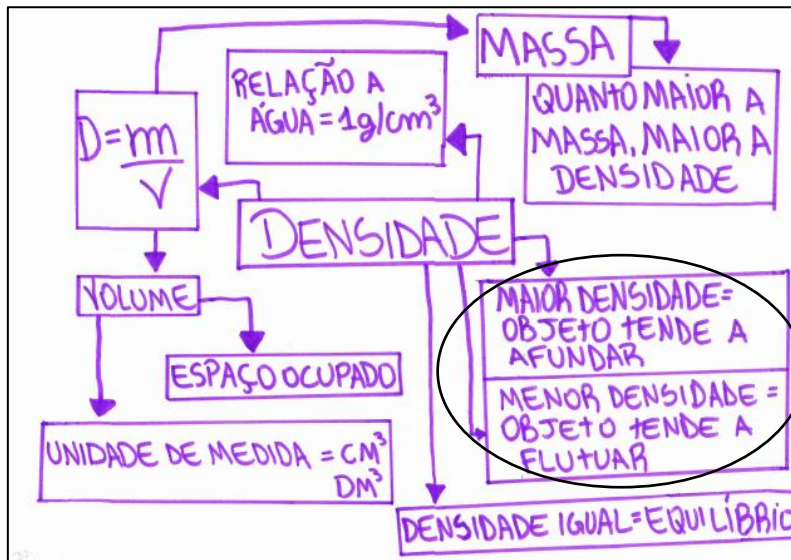


Figura 7 – Mapa conceitual final do aluno 2 (MD2)

Já os mapas MD1, MD4, MD9, MD12 e MD13, além de estabelecerem relações, fizeram um comparativo quando uma das grandezas é alterada, como a densidade vai se comportar. No MD12, por exemplo, “massa → quantidade de matéria → aumenta → aumento na densidade” (em destaque na elipse da Figura 8). Ao mencionarem as ideias de “afundam” e “não afundam”, estabeleceram um comparativo, como por exemplo, também no MD12, “densidade → da água → 1g/cm³ → objetos com densidade menor → flutuam” (em destaque na elipse pontilhada da Figura 8).

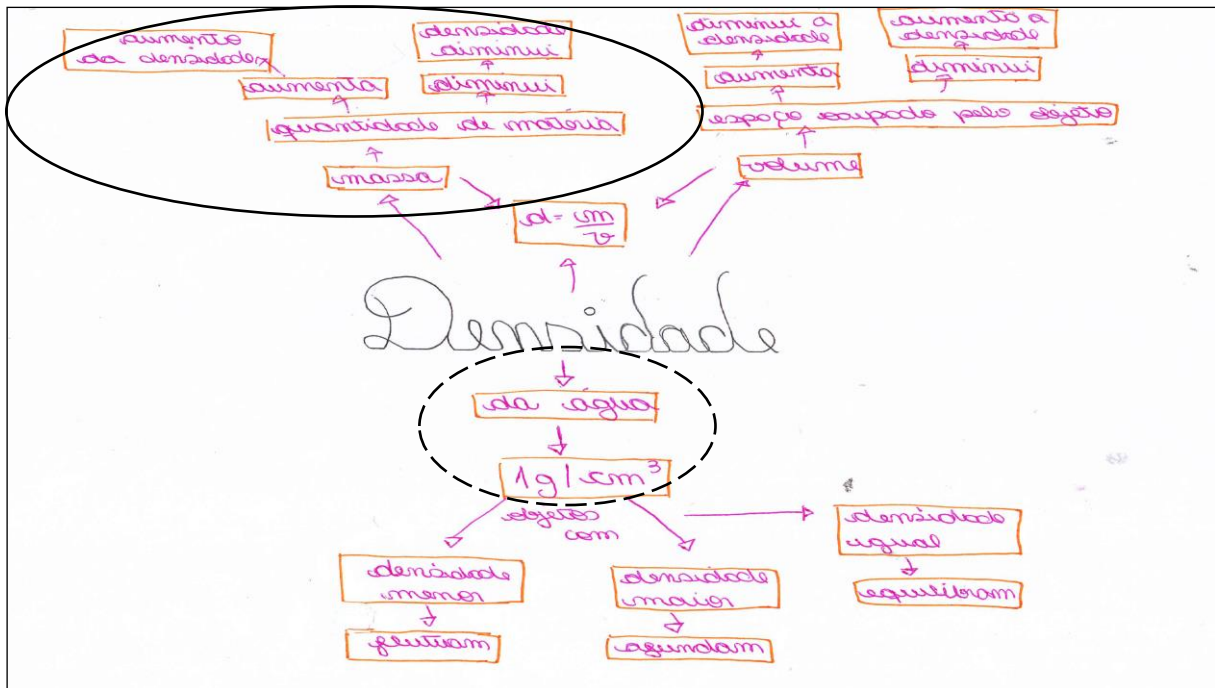


Figura 8 – Mapa conceitual final do aluno 12 (MD12)

O MD6 mostrou evolução nos conceitos e relações apresentados. Porém, esse mapa explica por meio de frases os conceitos de densidade, Química, dia a dia, massa e volume, conforme se pode observar na Figura 9. Para Novak e Cañas (2010), deve-se “evitar frases nas caixas”, uma vez que frases completas em detrimento a conceitos indicam que toda subseção do mapa poderia ser elaborada por uma frase. Os autores enfatizam também que é importante auxiliar os alunos a compreenderem que um conceito se relaciona com o outro, estabelecendo, assim, ligações entre eles, evitando-se, desse modo, as frases completas.

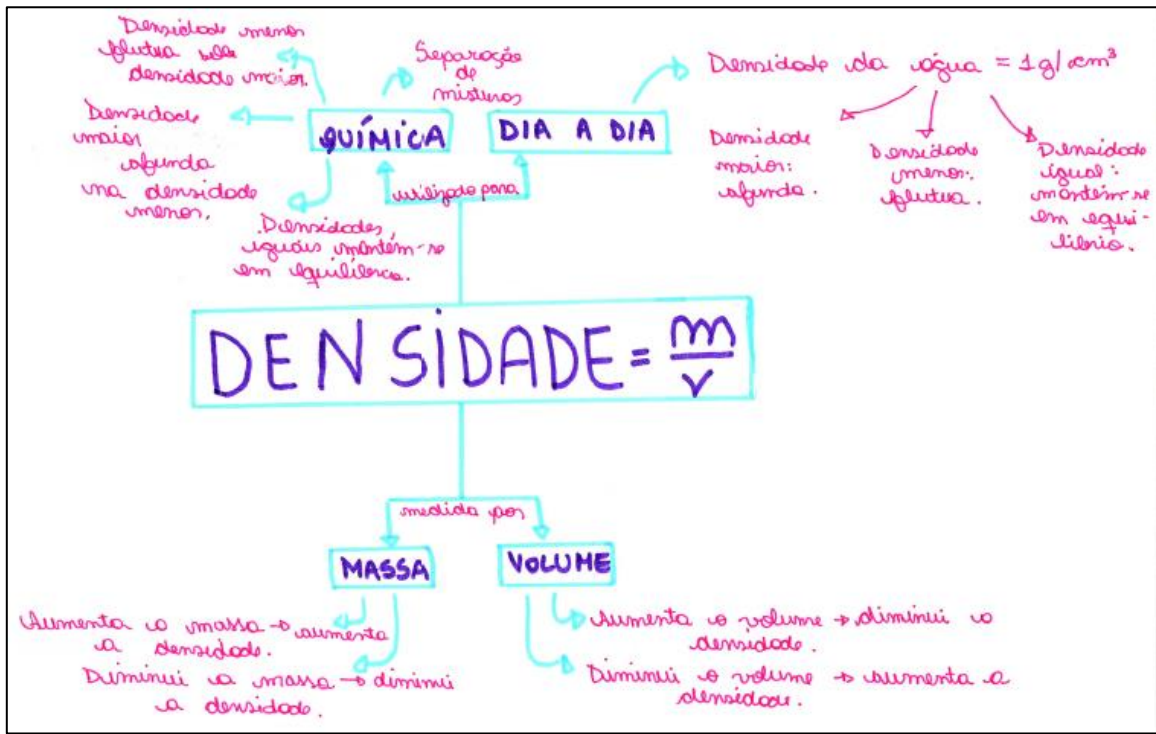


Figura 9 – Mapa conceitual final do aluno 6 (MD6)

Os mapas MD3, MD5 e MD7 apresentaram o maior número de relações. Nesses mapas, além de constar todos os itens já mencionados, os estudantes trouxeram exemplos, como pode ser averiguado em destaque na Figura 10.



Figura 10 – Mapa conceitual final do aluno 7 (MD7)

Esses mapas, de acordo com Moreira e Masini (2016), apresentam uma hierarquia conceitual, pois aparecem os conceitos mais gerais, os menos inclusivos e exemplos. Tal fato pode ser observado no mapa MD7 (Figura 17) que apresenta “densidade → em relação a água → 1g/cm^3 → densidade maior → afunda → exemplos: chumbo, ouro, granito, ferro, diamante” (MD7).

Outro aspecto a ser observado é o fato de os alunos trazerem as unidades de medidas mais comuns e mais utilizadas para as grandezas de massa e volume, conforme elipse tracejada nas Figuras.

O aluno 4 foi quem apresentou maior aumento no número de relações do MA para o MD, conforme se pode observar na Figura 11. Vale salientar, também, que inicialmente ele não estabeleceu nenhuma relação, colocando apenas as palavras “denso”, “massa” e “volume” ao conceito central, demonstrando a ausência de subsunçores. Após realização da atividade com o simulador digital, ele conseguiu estabelecer relações entre os conceitos (elipse fechada), defini-los (elipse pontilhada) e hierarquizá-los.

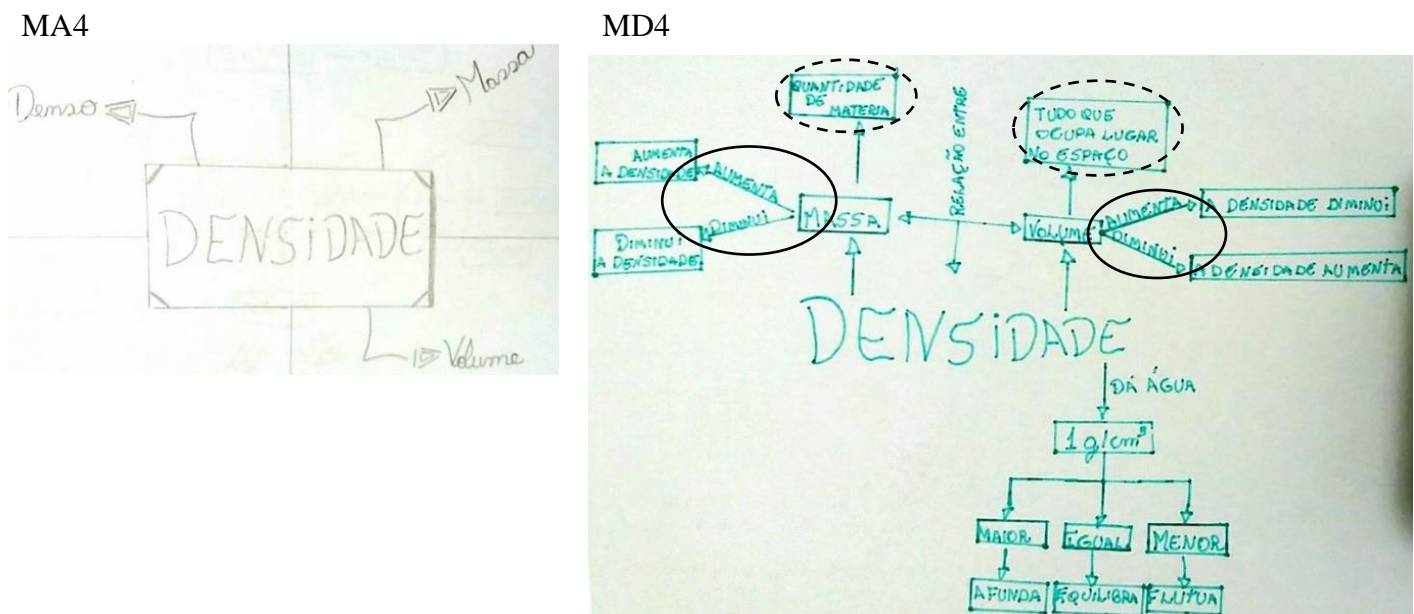


Figura 11 – mapa conceitual inicial e final do aluno 4 (MA4 e MD4)

Além dos mapas conceituais, foram analisados os apontamentos realizados pelos alunos no roteiro de atividades realizado com o auxílio do simulador densidade, disponível na plataforma PhET. Na sequência, apresentam-se as respostas fornecidas pelos participantes.

A primeira atividade tinha como intuito fazer os alunos perceberem que a densidade dos materiais é uma relação entre as grandezas massa e volume, e que, para mantê-la constante, quando se aumenta uma delas, a outra aumentará também. Para a realização dessa atividade, os alunos deveriam selecionar os diferentes materiais disponíveis no aplicativo (madeira, gelo, tijolo e alumínio) e inicialmente modificar a massa dos blocos, observando o que ocorre com as demais grandezas.

Os alunos A5 e A7 conseguiram observar que a densidade permanecia a mesma, porém não visualizaram que, para isso, o volume também alterava. Já A10 não percebeu que as densidades dos materiais não alteravam e que modificando a massa modificava o volume. Na sequência, apresentam-se alguns apontamentos feitos pelos alunos na atividade (salienta-se que alguns alunos realizaram a atividade em dupla e outros, individualmente):

Que a densidade se mantém a mesma, independente do aumento ou da diminuição da massa e do volume (A5 e A7).

Para o material afundar ele precisa ter a densidade maior que a da água, ou seja, maior que um, independente da massa (A10).

As respostas fornecidas por esses alunos demonstram que eles não perceberam a relação entre a massa e o volume quando se conserva a densidade. Em contrapartida, os demais alunos conseguiram observar e relatar tal dependência, conforme se depreende nas respostas a seguir:

Podemos observar que, independentemente de o material flutuar ou afundar, durante o procedimento da troca da massa o volume altera junto, aumentando ou diminuindo, porém, a densidade é a mesma, pois todos os materiais são maciços (A1 e A13).

Quanto maior a massa, maior o volume independente do material, embora a densidade permaneça a mesma (A2).

Conforme a massa aumenta, o volume aumenta, porém, a densidade é a mesma e isso em todos os materiais (A3 e A4).

Ao aumentar a massa o volume aumenta também, porém a densidade é sempre a mesma (A6 e A9).

Na sequência, os alunos deveriam alterar o volume dos blocos e responder à questão: “ocorreu alguma mudança no sistema?” Todos os alunos observaram que a massa também alterou, porém, alguns não concluíram que a densidade permaneceu a mesma, como se pode constatar no seguinte relato: “*Quando altera o volume, a massa muda junto*” (A1 e A13). Em contrapartida, para outros, esse fato ficou evidenciado, como exposto na descrição de A3 e A4: “*Quando se aumenta ou se diminui o volume, a massa faz o mesmo processo, porém, a densidade continua a mesma*”.

Para finalizar a primeira atividade, os alunos deveriam responder à questão: “por que quando modificamos a massa, o volume também se altera, ou vice-versa?” Neste questionamento, os estudantes deveriam perceber que, para manter a mesma densidade, a massa e o volume deveriam aumentar proporcionalmente. Com exceção do aluno A2 que respondeu: “*Quanto maior a massa, mais espaço será ocupado*”, todos os outros perceberam essa relação, o que pode ser observado, por exemplo, na resposta do aluno A10: “*Pois como esses materiais são maciços, eles possuem a densidade fixa, então quando aumentamos a massa, o volume aumenta também, para ele continuar com a mesma densidade*”.

Na segunda atividade, os alunos deveriam construir o seu bloco e realizar dois procedimentos: no primeiro, manter a massa fixa e alterar o volume, e, no segundo, manter o volume fixo e alterar a massa, observando, assim, as modificações que ocorriam na densidade. Nessa atividade, os alunos conseguiram visualizar que a densidade depende dos valores das grandezas envolvidas e que, se apenas uma delas, massa ou volume, for alterada, a densidade também mudará. Na atividade, os participantes perceberam que, quando a densidade diminuía a um certo nível, o bloco passava a flutuar, e quando aumentava, o bloco afundava. Seguem algumas das respostas fornecidas pelos estudantes:

Conforme o bloco diminui o seu volume aumenta a densidade e se o volume aumenta a densidade diminui. Quanto menor a massa o bloco flutua, diminuindo a densidade. Se aumentar a massa o bloco afundará e a densidade aumentará (A3 e A4).

Conforme se aumenta o volume, menor fica a densidade, e se diminui o volume, a densidade aumenta.

Se aumentar a massa, aumenta a densidade. Se diminui, diminui a densidade (A5 e A7).

Quando aumenta o volume, a densidade diminui e o bloco fica maior, flutuou. Quando diminui o volume, a densidade aumenta e o bloco diminui, afundou. Quando aumenta a

massa, a densidade aumenta e o boco afundou. Quando diminui a massa, a densidade diminui e o bloco flutua (A10).

Ainda nessa atividade, os alunos deveriam, por intermédio das observações realizadas nos itens anteriores, estabelecer como se relacionam a massa e o volume na determinação da densidade. Nesta questão, os estudantes apresentaram somente a equação matemática ($d = \frac{m}{V}$), sem apontar uma explicação.

Na atividade 3, os alunos deveriam calcular a densidade de alguns blocos e observar o seu comportamento em relação à água, ou seja, se os objetos afundavam ou flutuavam. Para a realização dessa atividade, inicialmente marcaram a opção “massas iguais” no canto superior direito; dessa maneira, todos os blocos apresentavam massas iguais, porém volumes diferentes. Posteriormente, colocaram cada bloco no tanque de água e observaram a variação que ocorreu no volume água, determinando, assim, o volume de cada bloco. Conhecendo as grandezas massa e volume, calcularam as densidades dos diferentes materiais. As densidades calculadas para os blocos foram de 4 kg/dm³ (bloco vermelho), 2 kg/dm³ (bloco verde), 1 kg/dm³ (bloco azul) e 0,5 kg/dm³ (bloco amarelo). Todos os alunos encontraram os valores corretos da densidade de cada bloco.

Após a determinação da densidade, os participantes deveriam responder como cada bloco se comportou, sabendo-se que a densidade da água é de 1 g/cm³, e como eles poderiam explicar o fato de que alguns blocos flutuaram e outros afundaram. Os estudantes concluíram que os blocos com densidades menores que a da água flutuavam, e os com densidade maior afundavam, como se pode constatar em algumas respostas fornecidas pelos alunos:

Vermelho: afunda pela sua densidade maior que a água. Verde: afunda pela sua densidade maior que a água. Amarelo: flutua, a sua densidade é menos que a da água. Azul: fica no meio, pois tem uma densidade igual à da água (A3 e A4).

Vermelho e verde afundaram, pois sua densidade é maior do que a da água. Azul permaneceu em equilíbrio por possuir densidade igual à da água. Amarelo flutuou, pois possui densidade menor que a da água (A6 e A9).

Os blocos com densidade maior que a da água afundaram (verde e vermelho). Os blocos com densidade menor que a da água flutuam (amarelo). Os blocos com densidade igual à da água ficam em equilíbrio (A10).

Dando continuidade, eles deveriam marcar a opção volumes iguais e calcular a densidade de cada bloco. Para medirem a massa utilizaram uma balança disponível no simulador. Os valores obtidos por todos os alunos foram de 1,6 kg/dm³ (bloco amarelo), 1,2 kg/dm³ (bloco azul), 0,8 kg/dm³ (bloco verde) e 0,4 kg/dm³ (bloco vermelho), os quais estão corretos.

Para finalizar esse conjunto de atividades, os estudantes deveriam marcar densidades iguais e determinar o volume e a densidade de cada um dos blocos, o que foi feito de maneira correta.

Na atividade 4, os alunos deveriam marcar a opção mistério, determinar a massa, com o auxílio de uma balança, e o volume dos blocos, calculando, assim, os valores da densidade de cada bloco. Na sequência, eles deveriam determinar o material de cada bloco, comparando o valor da densidade encontrado com uma tabela disponível no próprio simulador. Todos os estudantes chegaram a respostas corretas, que estão apresentadas na Tabela 2.

Tabela 2 – Densidades e materiais de cada bloco na atividade 4

Bloco	Massa (kg)	Volume (L)	Densidade (kg/L)	Material
A	65,14	3,38	19,27	Ouro
B	0,64	1,00	0,64	Maçã
C	4,08	5,83	0,69	Gasolina
D	3,10	3,38	0,91	Gelo
E	3,53	1,00	3,53	Diamante

Fonte: Dos autores, elaborada a partir dos dados obtidos do simulador “Densidade”, PhET (2018).

Na atividade 5, os alunos deveriam pesquisar situações diárias que envolvessem a densidade. Por meio das observações realizadas, pode-se constatar que inicialmente eles tiveram dificuldades para identificá-las. Foi necessária a interferência da professora, que, através de questionamentos, facilitou a visualização de situações. Seguem alguns dos apontamentos realizados pelos estudantes: *“Gelo e líquidos diversos – gelo menos denso que a água. Pode-se utilizar também para garantir se um material é verdadeiro, tipo ouro” (A6 e A9). “Em separações de misturas (A10). Nas piscinas tem o clorador flutuante e no derramamento de petróleo” (A5 e A7).*

A partir dos mapas conceituais iniciais (MA) e finais (MD) e dos apontamentos realizados pelos alunos nos roteiros utilizados para trabalhar com o simulador, bem como as observações feitas durante as aulas, há indícios de que a aprendizagem foi significativa. Pode-se constatar que os alunos estavam predispostos a aprender e apresentaram uma evolução significativa nos conceitos e nas suas relações. Isso foi evidenciado pelos mapas conceituais, sendo que, nesse sentido, Moreira e Masini (2016) afirmam que a aprendizagem ocorre quando os novos conhecimentos são adquiridos e se ancoram no subsunçores existentes na estrutura cognitiva. Em corroboração a essa ideia, para Nunes e Del Pino (2008) e Beber, Kunzler e Del Pino (2016), o aumento de relações e proposições são os principais indícios da aprendizagem significativa.

Para Ausubel (2003), quando os conteúdos estão organizados de maneira adequada, quando se leva em consideração os subsunçores disponíveis, se apresenta o material de forma coerente e estando os estudantes predispostos a aprender, existem razões para acreditar que os mesmos irão reter grande parte das ideias importantes que aprenderam.

Diante disso, fica explícita a importância da predisposição para a aprendizagem significativa. Juntamente com ela, é preciso levar em consideração os subsunçores presentes na estrutura cognitiva, os quais contribuem para que a aprendizagem não seja mecânica, afinal, como destacado anteriormente por Moreira e Masini (2016), o que o aluno sabe interfere na maneira como ele vai aprender.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante das reflexões realizadas no decorrer deste trabalho e nos resultados apresentados pelos alunos nas atividades propostas, obtiveram-se indícios relevantes para dizer que a aprendizagem ocorreu de maneira significativa.

No mapa conceitual inicial elaborado pelos alunos, foi possível constatar que eles atrelaram os conceitos de massa e volume ao de densidade; no entanto, não estabeleceram relações entre esses conceitos e não os definiram, demonstrando não possuírem clareza na temática em estudo. Dando continuidade, elaborou-se um roteiro de estudos que deveria ser resolvido com o auxílio do simulador “Densidade”, disponível na plataforma PhET. Este simulador permitiu aos estudantes manipularem as variáveis em questão, observando como elas se relacionavam.

Apesar de os alunos evoluírem de maneiras diferentes, evidenciou-se um avanço significativo nas relações estabelecidas entre os conceitos, observando-se que o roteiro de atividades contribuiu para a Aprendizagem Significativa.

REFERÊNCIAS

- Ausubel, D. P. (2003). *Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva*. Lisboa: Plátano Edições Técnicas.
- Beber, S. Z. Costa; Kunzler, K. R.; Del Pino, J. C. (2016). Unidade de ensino para o desenvolvimento de conceitos químicos baseada nos pressupostos da teoria de aprendizagem significativa. *Anais do 6º Encontro Nacional de Aprendizagem Significativa*. SP. Acesso em 02 out. 2019, http://docs.wixstatic.com/ugd/75b99d_115ab30d7f214a3bb8cfb449da48166c.pdf.
- Cañas, A. J.; Novak, J. D.; Miller, N. L.; Collado, C.; Rodríguez, M.; Concepción, M.; Santana, C.; Peña, L. (2006). *Confiabilidad de una taxonomía topológica para mapas conceptuales*. In: Concept Maps: Theory, Methodology, Technology. Proc. of the Second Int. Conference on Concept Mapping. Universidad de Costa Rica, (pp. 153-161). San José: Costa Rica. Acesso em: 02 out. 2019, <http://cmc.ihmc.us/cmc2006Papers/cmc2006-p233.pdf>.
- Hitt, A. M. (2005). *Attacking a dense problem: a learner-centered approach to teaching density*. *Science Activities*, 42(1), 25-29.
- Lira, P. H. P. (2013). *A influência da relação professor-aluno na motivação/desmotivação à aprendizagem*. Acesso em: 02 out. 2019, http://bdm.unb.br/bitstream/10483/5903/1/2013_PedroHenriquePereiraLira.pdf
- Lüdke, M. & André, M. E. D. A. (2013). *Pesquisa em Educação: Abordagens Qualitativas*. São Paulo: EPU.
- Machado, A. S. (2015). Uso de softwares educacionais, objetos de aprendizagem e simulações no ensino de química. *Revista Química Nova na Escola*, 38(2), 104-111.
- Moreira, M. A. (2013a). *Aprendizagem significativa em mapas conceituais*. Porto Alegre: UFRGS, Instituto de Física.
- Moreira, M. A. (2013b). Aprendizagem significativa, organizadores prévios, mapas conceituais, diagramas V e unidades de ensino potencialmente significativas. Pontifícia Universidade Católica do Paraná. Acesso em 02 out. 2019, http://www.profjudes.unir.br/uploads/44444444/arquivos/TAS_1490483223.pdf.
- Moreira, M. A. (2012). Mapas conceituais e aprendizagem significativa1 (concept maps and meaningful learning). *Aprendizagem significativa, organizadores prévios, mapas conceituais, digramas V e Unidades de ensino potencialmente significativas*, 41.
- Moreira, M. A. & Masini, E. F. S. (2016). *Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel*. 4. reimp. São Paulo: Centauro.
- Novak, J. D. & Cañas, A. J. (2010). A teoria subjacente aos mapas conceituais e como elaborá-los e usá-los. *Práxis Educativa*, 5(1), 9-29.

- Nunes, P. & Del Pino, J. C. (2008). Mapa conceitual como estratégia para a avaliação da rede conceitual estabelecida pelos estudantes sobre o tema átomo. *Experiências em Ensino de Ciências*, 3(1), 53-63.
- Raviolo, A.; Moscato, M. & Schnersch, A. (2005). Enseñanza del concepto de densidad a través de un modelo analógico. *Revista de Enseñanza de la Física*. 18(2).
- Rossi, A. V.; Massarotto, A. M.; Garcia, F. B.; Anselmo, G. R.; de Marco, I. L.; Currello, I. C.; ... & Zanini, S. M. (2008). Reflexões sobre o que se ensina e o que se aprende sobre densidade a partir da escolarização. *Química Nova na Escola*, (30).
- Silva, G. P.; Sousa, J. Q.; Amaral, R.; Yamashita, M. & Francisco Jr., W. E. (2012). Flutua ou afunda? Visão sobre Densidade de alunos do Ensino de Jovens e Adultos (EJA). *52º Congresso Brasileiro de Química*. Acesso em: 06 dez. 2018, <http://www.abq.org.br/cbq/2012/trabalhos/6/460-13239.html>.
- Silveira, D. T. & Córdova, F. P. (2009). Unidade 2 – A pesquisa científica. In: Gerhardt, T. E. & Silveira, D. T. *Métodos de Pesquisa*. Porto Alegre: UFRGS.
- Tavares, R. (2008). Aprendizagem significativa e o ensino de ciências. *Ciências & cognição*, 13(1). Acesso em: 02 out. 2019, <http://pepsic.bvsalud.org/pdf/cc/v13n1/v13n1a10.pdf>