

ABORDANDO ESTÁTICA DOS FLUIDOS ATRAVÉS DE UMA PRÁTICA BASEADA NA TEORIA COGNITIVISTA DE DAVID AUSUBEL

Camila Fernandes Cardozo¹

1. Universidade do Vale do Rio dos Sinos(UNISNOS)/CAPES/PIBID/FÍSICA

Resumo: A sala de aula é um ambiente plural. Os estudantes chegam às escolas de diferentes realidades e contextos, que não são delimitados por uma linha espacial nítida, como estudantes das zonas “urbana”, “rural” e “periférica”. Inúmeras são as influências e inclinações trazidas por eles. Certamente, não é possível que ocorra aprendizagem se o professor utilizar um modelo de aula padrão para um grupo de alunos tão distintos. Por isso, é de extrema importância que o docente consiga conhecer as particularidades dos indivíduos que compõem a turma, bem como as características que estes têm em comum e os definem como grupo. Portanto, foi desenvolvida uma atividade sobre a parte inicial da estática dos fluidos, visando atender esta necessidade de construir uma aula que atenda aos diferentes estudantes. A metodologia utilizada baseou-se na teoria cognitivista de David Ausubel, sendo as preocupações centrais do trabalho: o mapeamento dos conhecimentos prévios, a construção de novos subsunçores na estrutura cognitiva dos discentes e a avaliação. A atividade consistiu em cinco experimentos (simples, de baixo custo e fácil construção) que abordaram os conceitos iniciais da estática dos fluidos. Os grupos foram avaliados através de relatórios sobre as práticas realizadas. Os resultados apontaram que: alguns estudantes já possuíam certos aspectos teóricos de estática de fluidos estabelecidos na sua estrutura cognitiva; alguns discentes apresentaram inadequações teóricas sobre os conceitos de volume, massa, densidade volumétrica, pressão e força; em geral, os alunos têm lacunas no processo de abstração. Este trabalho é a descrição das percepções obtidas a partir desta experiência.

Palavras-chave: Ausubel, subsunçores, estática dos fluidos, experimentos.

APPROACHING STATIC FLUID THROUGH PRACTICE OF DAVID AUSUBEL'S COGNOTIVIST LEARNING THEORY

Abstract: The classroom is a plural environment. Students come to school from different realities and contexts, which are not limited by a clear spatial line as “urban”, “rural” and “suburban” zone students. There are plenty of influences and inclinations brought by them. Teaching, however, is not possible if the teacher uses a standard class model for such a varied student group. Thus, it is of extremely importance that the teacher gets to know the particularities of the individuals that constitute the group, as well as the characteristics that they have in common and that define them as a group. Therefore, an activity on the beginning of static fluid was developed, focused on reaching the need of creating a class which fits different students. The method that was used is based on the cognitivist learning theory presented by David Ausubel, and the main concerns were: the mapping of previous knowledge, the construction of new subsumers in the teachers’ cognitive structure and their evaluation. The activity consisted of five experiments (simple, low-cost and easy building ones) which approached the initial concepts of fluid static. The groups were evaluated through reports on said practices. The results pointed out that some students had already had some theoretical aspects of fluid static theory established in their cognitive structure; it was also figured out that some teachers presented theoretical inaccuracies concerning the concepts of volume, mass, volumetric density, pressure and force; to sum all, students lack parts of the abstraction process. This paper is the description of perceptions said this experience.

Palavras-chave: Ausubel, subsumers, fluid static, experiments.

Introdução

O ensino de Física, em geral, traz muitas feridas da sua história para sua contemporaneidade. Pesquisas compiladas no livro *Física no Ensino Médio*, de João Bernardes da Rocha Filho (Org), apontam como principal causa deste fenômeno os moldes tradicionais nos quais esta disciplina está apoiada. Portanto, é fundamental que novas práticas docentes sejam desenvolvidas, rompendo a barreira que separa os discentes da possibilidade de aprender física.

Dentro da sala de aula, a aprendizagem é responsabilidade tanto dos alunos quanto do professor. Nesta relação, cabe ao docente buscar a melhor metodologia de abordar determinados conteúdos e, para tal, é necessário que este conheça as características, gerais e específicas, dos discentes que compõem a turma. Sendo assim, este trabalho está baseado na teoria cognitivista de David Ausubel.

Os objetivos principais do trabalho são identificar os conhecimentos prévios trazidos pelos estudantes para que as aulas teóricas possam ser direcionadas de modo a aprofundar ou corrigir as concepções dos discentes e aferir se houve, por parte dos estudantes, aprendizagem significativa.

Esta atividade contemplou a parte inicial de estática dos fluidos e foi aplicada a turmas de ensino médio: A, B, C e D. As turmas A e B realizaram esta atividade antes da abordagem teórica em aula, como material introdutório. As turmas C e D realizaram a atividade após a abordagem teórica, como um instrumento avaliativo. É importante ressaltar que o objetivo do trabalho não é comparar ou concluir a eficácia ou ineficácia do uso de aulas de laboratório antes ou após a abordagem teórica. Esta escolha se deve, unicamente, pelas diferentes metodologias adotadas pelos dois professores regentes que participam do projeto PIBID.

Desenvolvimento - teoria Ausubeliana

A teoria de David Ausubel gira em torno do conceito de aprendizagem significativa, que subentende a associação de novas informações de forma não arbitrária a conceitos já existentes na estrutura cognitiva daquele que aprende. (MOREIRA, 1983). Por exemplo, ao ser percebido que o discente já possui noções prévias acerca do significado de força e também, na sua vivência, já percebeu que determinados corpos parecem mais “leves” quando mergulhados na água, então é possível utilizar estes dois conceitos prévios, que podem estar bem estabelecidos ou não na estrutura cognitiva do sujeito, como pontos de partida para o conceito mais rigoroso e específico de empuxo. Estes conceitos prévios, presentes na estrutura cognitiva do estudante, são denominados por Ausubel como “subsunoçores”. Segundo a teoria, as novas informações precisam se alicerçar aos subsunoçores de forma coesa, e quanto mais significativa seja a aprendizagem, estas novas informações se relacionam de maneira tão elaborada e sofisticada ao subsunçor que o modificam, sendo indissociáveis deste. (MOREIRA, 1999).

A teoria ausubeliana diferencia a aprendizagem por recepção da aprendizagem por descoberta, onde na primeira o conteúdo é dado ao discente de forma acabada e na segunda ele deve ser descoberto e construído pelo sujeito. (AUSUBEL apud MOREIRA, 1999; HANNUN, 2014). Um ponto muito importante da teoria ausubeliana é que a aprendizagem significativa não depende necessariamente da linha de aprendizagem (por descoberta ou por recepção), mas sim dos

conhecimentos prévios existentes na estrutura cognitiva do sujeito. (HANNUN, 2014). A aprendizagem por descoberta pode, além disso, confundir-se ao empirismo-indutivista quando os discentes são levados a formular leis a partir de observações de fenômenos isolados. Esta é uma corrente já descartada da comunidade científica, mas ainda muito comum no ensino de física. (SILVEIRA; OESTERMANN, 2002).

É importante que o discente sinta-se sujeito do seu processo de aprendizagem e que seja estimulado à pesquisa e observação dos fenômenos que o cercam; aulas organizadas de forma a introduzir conceitos através de experimentos são muito relevantes como fator de motivação e de estímulo à curiosidade. Portanto, cabe ao professor o cuidado para que estas práticas não fiquem isoladas e acabem resultando em conclusões precipitadas e inadequadas por parte dos discentes. No campo da física, utilizam-se a demonstração de experimentos em aula como fios condutores para a construção, junto aos discentes, de conceitos mais gerais. Pelo viés da teoria cognitivista de Ausubel, se torna necessário que estes aparatos experimentais sejam escolhidos cuidando-se os subsunçores presentes na estrutura cognitiva dos educandos e inseridos no plano de ensino de forma que proporcionem esta condição para a aprendizagem significativa.

Uma dúvida que pode surgir ao lidar com a teoria de Ausubel é o caso da inexistência de subsunçores, por exemplo, se um determinado assunto é totalmente novo para o aluno. Segundo a teoria ausubeliana, neste caso, a aprendizagem mecânica pode tornar-se necessária para que alguns conceitos alicercesem-se à estrutura cognitiva do sujeito. (MOREIRA, 1983). É importante observar que o uso da aprendizagem mecânica deve ser temporário, apenas como uma solução atenuante para que a aprendizagem significativa se consolide. O mapeamento de subsunçores é outro ponto importante da teoria. Como identificar os alicerces para amarrar os conteúdos? Muitas vezes, noções mais gerais estão muito claras para alguns estudantes, mas são bastante abstratas para outros. A teoria menciona o uso de organizadores avançados, que são materiais de apoio e que servem como pontes cognitivas entre os conceitos gerais, que os discentes já sabem, e aqueles novos, mais específicos, que devem ser apreendidos. (MOREIRA, 1983). Atividades introdutórias

para os conteúdos, como pequenos experimentos ou audiovisuais que tratam do tema a ser trabalhado podem auxiliar na identificação dos conhecimentos prévios e na estruturação de novos subsunçores. O trabalho orientado em pequenos grupos é uma alternativa interessante, pois possibilita que os discentes se auxiliem em pares no alicerce de novos conceitos à sua estrutura cognitiva. Além disso, o professor pode fazer um trabalho mais direcionado, identificando o que precisa ser reforçado em um grupo e o que já pode ser avançado em outro.

Um ponto importante da teoria ausubeliana, que foi bastante considerado neste trabalho, se refere aos métodos avaliativos. Segundo a teoria, os exames convencionais sugerem aos alunos que decorem detalhes e esquemas de resolução de exercícios específicos, como algoritmos que permitem resolver questões similares, sem que os conceitos façam sentido aos estudantes. (MOREIRA, 1983, 1999). Neste caso, os exames não são eficientes em aferir se houve, de fato, aprendizagem significativa. A teoria então propõe elaborar questões e problemas que exijam a transformação e aplicação do conhecimento adquirido de maneira não mecânica e usual. (MOREIRA, 1983, 1999). Na física, em particular, muitos exercícios são considerados clássicos da disciplina e novas “equações” são desenvolvidas para resolver casos específicos. A avaliação proposta nesta atividade utilizou relatórios escritos pelos alunos, enfatizando a aprendizagem significativa dos conceitos teóricos. A capacidade de manipular matematicamente os conteúdos foi avaliada posteriormente, através de outros instrumentos, não constando neste trabalho.

Desenvolvimento – descrição da atividade

A atividade foi desenvolvida no primeiro trimestre de 2014 em uma escola estadual do centro de Novo Hamburgo-RS e aplicada em turmas de 2º ano do ensino médio, como projeto do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID), com o apoio de dois professores regentes. As turmas foram identificadas como A, B, C e D, sendo que A e B realizaram esta atividade antes que a abordagem teórica fosse discutida e as turmas C e D após a abordagem teórica em aula.

A atividade consistiu em cinco experimentos (simples, de baixo custo e fácil construção), distribuídos no laboratório de ciências da escola. Os alunos foram divididos em grupos e revezaram-se entre as cinco etapas. Todos os grupos realizaram todos os experimentos. Os alunos foram avaliados através de um relatório no qual deveriam constar os seguintes itens: o que foi feito, o que foi observado e a explicação teórica. Os critérios avaliativos foram: clareza, coerência de ideias e conceitos de acordo com o aceito pela comunidade científica.

A avaliação das turmas A e B ocorreu em dois momentos: primeiro os grupos elaboraram, em aula, o relatório. Eles foram corrigidos e retidos pelos bolsistas e professores envolvidos na atividade. Após a discussão dos temas junto aos discentes, os relatórios foram entregues para que os grupos pudessem corrigir as inadequações conceituais ou até mesmo para que melhorassem e expandissem as ideias que já estavam corretas. Foram anexadas observações nos trabalhos com sugestões sobre alguns termos que poderiam ser substituídos, comparações que poderiam ser feitas etc. Depois disso, os relatórios foram reavaliados. Com as turmas C e D ocorreu de forma semelhante, porém, como estas já haviam discutido os aspectos teóricos dos conteúdos em aula, a segunda avaliação não foi realizada.

Para todas as turmas, foi entregue a cada grupo um roteiro que indicava os procedimentos de cada etapa e sugeria questionamentos e comparações para orientar os estudantes na redação do relatório.

Os experimentos

ETAPA 1 – Massa específica.

Materiais utilizados: alavanca, pratos, óleo, álcool e água.

Nesta etapa, os alunos compararam o deslocamento em uma alavanca colocando, em cada extremidade, o mesmo volume de diferentes substâncias. O objetivo foi verificar se os estudantes já traziam o conceito de densidade volumétrica na sua estrutura cognitiva e, se sim, como este estava definido para eles.



Figura 01. Etapa 1.

ETAPA 2 - Barco de papel

Material utilizado: jornais, massas diversas (moedas), fita adesiva, grampeador, vasilha grande com água.

Os discentes tinham a missão de construir um barquinho de jornal de forma que conseguissem colocar o maior número de moedas possível, sem que o barco afundasse. O objetivo era verificar como eles lidariam com a distribuição de massa, com a densidade relativa e com a impermeabilidade, identificando os fatores que determinam a flutuabilidade dos grandes navios.



Figura 02. Etapa 2.

ETAPA 3 – Cama elástica

Materiais utilizados: suporte de madeira, material elástico (meia de *nylon*) e um tijolo.

Os estudantes deveriam colocar o tijolo na cama elástica apoiando-o, sucessivamente, em cada uma de suas faces e verificar as diferentes deformações causadas na mesma. O intuito desta etapa era que eles observassem a relação inversamente proporcional entre pressão e área nos sólidos.



Figura 03. Etapa 3.

ETAPA 4 – Coluna líquida

Materiais utilizados: coluna em U (de mangueira transparente) e uma seringa (conectada a uma das extremidades da mangueira)

Os discentes deveriam observar o deslocamento do nível da água ao puxar, empurrar ou retirar o êmbolo da seringa conectada à mangueira. O objetivo era que eles verificassem a ação da pressão atmosférica nos dois ramos do tubo (quando aberto nos dois lados) e a relação entre a pressão num fluido e o volume ocupado por este.



Figura 04. Etapa 4.

ETAPA 5 - "Conta-gotas"

Materiais utilizados: canudo de plástico, dois recipientes e água.

Nesta etapa, os estudantes eram desafiados a transportar água de um recipiente para outro através do auxílio de um canudo de plástico (sem que utilizassem a boca). O objetivo era que eles se dessem conta da presença do ar e da pressão atmosférica.



Figura 05. Etapa 5.

Percepções e resultados

Esta experiência proporcionou inúmeras percepções acerca dos processos de aprendizagem dos estudantes. Enquanto os discentes realizavam as etapas em

grupos, foi possível apreender diversas características destes processos ao ouvir e tomar nota de algumas das suas falas.

Uma delas é a eficiência da instrução em pares. Alguns indivíduos apresentavam maior dificuldade em compreender os fenômenos observados; os colegas então os auxiliavam, pediam para que estes repetissem a prática, traziam explicações diferentes. É interessante que, ao tentarem explicar, outros questionamentos surgiam e certezas eram colocadas em teste.

A observação do desenvolvimento da atividade nas turmas A e B, comparadas às turmas C e D, trazem outra perspectiva à baila. As turmas A e B, embora ainda não estivessem embasadas teoricamente, em relação às turmas C e D, mostraram maior disposição em explicar o que observavam, mesmo que com uma terminologia fora dos padrões científicos. Além disso, observou-se maior liberdade destes estudantes em divagar sobre o que observavam, em buscar exemplos cotidianos e fazer questionamentos. As turmas que já haviam discutido o conteúdo ficaram bastante limitadas a dar explicações que, supostamente, era o que se esperava delas. As suas explicações verbais baseavam-se em “é por causa da pressão”, talvez por ser este o tema geral das últimas aulas. Entretanto, quando os primeiros relatórios das turmas A e B foram comparados aos das turmas C e D, foi visível a maior sofisticação e consistência dos textos produzidos pelas turmas C e D. Já as turmas A e B produziram textos bem limitados, pela insuficiência de termos corretos.

A leitura do primeiro relatório das turmas A e B também trouxe pontos importantes de serem considerados ao abordar os conteúdos teoricamente. Primeiro, a confusão de alguns conceitos como densidade volumétrica, massa, peso e volume. Logo, estes tópicos puderam ser bem reforçados durante a abordagem teórica. As turmas C e D também mostraram, em menor escala, dificuldade em diferenciar estes conceitos. Desta forma, este conteúdo pôde ser retomado junto aos discentes.

Nas turmas A e B, foi possível perceber que os estudantes conheciam e compreendiam (mesmo que pouco) pressão atmosférica. Entretanto, o significado de densidade volumétrica se mostrou bastante confuso. Mesmo após a abordagem em

aula, na correção dos relatórios, os estudantes não pareciam compreender totalmente o seu significado.

Nas aulas teóricas, quando os conceitos eram discutidos com os estudantes e o tratamento matemático introduzido, era interessante a forma como os discentes os relacionavam às práticas realizadas. Isso também possibilitou que os estudantes com maior dificuldade de abstração conseguissem compreender as equações que estavam sendo utilizadas.

A etapa 1 rendeu outras percepções. Os estudantes eram instruídos que, antes de inserir os recipientes em cada extremidade da alavanca, deveriam deixá-la em equilíbrio, movendo os ganchos no trilho. Certo grupo deixou os dois ganchos muito próximos ao eixo de rotação da alavanca e quase não foi perceptível deslocamento devido às diferentes massas em cada parte da alavanca. Deste modo, eles foram instruídos de que posicionassem os pratos mais próximos das extremidades. Alguns grupos ficaram intrigados e testaram algumas posições para os pratos. Também tentaram equilibrar uma extremidade com massa e outra sem. Eles questionaram a diferença no deslocamento angular da alavanca mudando-se a distribuição das massas. Para estes grupos, foi lançado o desafio de pesquisarem sobre torque.

Considerações finais

Esta experiência trouxe resultados bastante satisfatórios. Os alunos se mostraram motivados e mantiveram-se envolvidos nas etapas propostas. Nas turmas A e B, a primeira parte dos relatórios serviu como um instrumento de mapeamento de conhecimentos prévios. Embora apresentassem bastante insuficiência de termos e, até mesmo, o uso incorreto de determinados conceitos, foi possível perceber que algumas noções já estavam presentes na estrutura cognitiva dos discentes, como pressão atmosférica, densidade volumétrica e a relação entre pressão e área. A partir daí, tornou-se possível que o trabalho em aula fosse direcionado para corrigir as inadequações conceituais. Além disso, os experimentos serviram como alicerces para que conceitos mais sofisticados pudessem ser abordados. Para aqueles discentes que não tinham presentes estes conhecimentos na sua estrutura cognitiva, a atividade

possibilitou a construção de novos subsunçores, como: densidade volumétrica, massa, volume, força e pressão.

Como já foi mencionado na fundamentação teórica, é importante que se elaborem novos instrumentos avaliativos que estimulem a transformação máxima do conhecimento. A segunda parte do relatório para as turmas A e B e o relatório das turmas C e D serviram como instrumento avaliativo para aferir se houve aprendizagem significativa por parte dos estudantes, expondo-os a problemas práticos. Contudo, os estudantes ainda apresentaram dificuldades na transição prática-teoria-prática. É como se existisse uma lacuna entre o processo abstração-concretização. Isto pode explicar alguns resultados obtidos por alguns discentes. Assim, pode-se desenvolver, para as aulas seguintes, um trabalho direcionado à modelagem de situações físicas e auxílio na abstração. Aqui, é importante enfatizar o tempo de cada aluno e que, mesmo após a abordagem proposta neste trabalho, ainda sejam necessários outros meios para que a aprendizagem significativa ocorra.

Em geral, esta atividade se mostrou bastante produtiva e capaz de identificar diversas características, gerais e específicas, nos grupos de estudantes. Ela permitiu perceber dificuldades e habilidades que os exames convencionais não permitem, por estarem engessados em “perguntas” que exigem determinadas “respostas” (prontas e universais). Uma prática mais “solta”, que permite a expressão livre dos discentes sobre sua compreensão da realidade permite extrair, além do que eles sabem e não sabem, como se dá seu processo cognitivo para associação de conceitos e a forma como se relacionam com o tema apresentado. Além disso, o uso de experimentos em aula mostrou como pode abrir portas para que os estudantes avancem ainda mais na construção do conhecimento; exemplo disso foi o grupo que questionou o deslocamento angular na alavanca conforme a distribuição de massas. Eles foram desafiados a pesquisar sobre torque, tema este que raramente é tratado no ensino médio. Ainda, os materiais utilizados são de baixo custo e fácil construção, podendo ser manipulados livremente pelos discentes e reutilizados em outras turmas.

Agradecimentos

À CAPES/PIBID, ao curso de Licenciatura em Física da UNISINOS e à Escola Estadual 25 de Julho por terem possibilitado a realização deste trabalho.

Referências

FILHO, João Bernardes da Rocha. (Org). **Física no ensino médio: falhas e soluções**. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2011.

HANNUN, Wallace. **David's Ausubel theory**. Disponível em: <<http://www.theoryfundamentals.com/ausubel.htm>>. Acesso em: 13 mar. 2014.

MOREIRA, Marco Antonio. **Uma abordagem cognitivista ao ensino de física; a teoria de aprendizagem de David Ausubel como sistema de referência para a organização do ensino em ciências**. Porto Alegre: Ed. da Universidade, UFRGS, 1983.

_____, Marco Antonio. **Teorias de Aprendizagem**. São Paulo: EPU, 1999.

SILVEIRA, Fernando Lang.. da; OSTERMANN, Fernanda. A insustentabilidade da proposta indutivista de "descobrir a lei a partir de resultados experimentais". **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 19, n. especial: p.7-27, jun. 2002.