

Análise de habilidades cognitivas na aprendizagem de conceitos de Hidrostática com uso de práticas experimentais e jogo de tabuleiro

Leda Goulart Machado¹, Janaína Viário Carneiro², Franciele Braz de Oliveira Coelho³

Resumo

Este artigo apresenta atividades práticas experimentais desenvolvidas como estratégias para o Ensino de Física, na abordagem de conceitos de Hidrostática. O trabalho caracterizou-se por uma abordagem qualitativa, caracterizando o objetivo principal como explicativo, o qual buscou analisar as habilidades cognitivas desenvolvidas na aplicação de um jogo. O procedimento caracterizou-se como experimental que contemplou a demonstração de atividades práticas experimentais. Para análise dos dados, utilizou-se a metodologia de Zoller que classifica as habilidades cognitivas desenvolvidas em LOCS e HOCS, respectivamente, de baixa e alta ordem. Para tanto, o estudo da Hidrostática, foi proposto através de um jogo de tabuleiro que possibilitasse uma aprendizagem com o desenvolvimento do raciocínio e habilidades cognitivas dos estudantes. Assim, a elaboração de questões voltadas ao tema buscou relacionar os conhecimentos prévios e os adquiridos ao longo do processo, sendo a proposta aplicada para estudantes da segunda série do Ensino Médio de uma escola da rede pública de ensino do município de Dom Pedrito-RS. Com este enfoque foi possível verificar, através da análise das questões solucionadas pelos estudantes, que, inicialmente, as habilidades de baixa ordem caracterizaram-se como uma associação de informações repassadas. À medida que foram avançando no jogo, conseqüentemente com questões que exigiam maior atenção e raciocínio, os estudantes manifestaram habilidades superiores (de alta ordem). Contudo, destaca-se de forma contínua a participação e o envolvimento dos estudantes neste processo.

Palavras-chave: Experimentação, Jogo, Física, Habilidades Cognitivas, Ensino Médio.

¹ledamachado.aluno@unipampa.edu.br. Mestranda do Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências, Universidade Federal do Pampa (Unipampa), Brasil. E-mail: ledamachado.aluno@unipampa.edu.br.

²janainacarneiro@unipampa.edu.br. Doutora em Física - UFSM, professora adjunta da Universidade Federal do Pampa (Unipampa), Brasil. E-mail: janainacarneiro@unipampa.edu.br.

³francielecoelho@unipampa.edu.br. Doutora em Ensino de Ciências e Matemática – Universidade Franciscana, professora adjunta da Universidade Federal do Pampa (Unipampa), Brasil. E-mail: francielecoelho@unipampa.edu.br.

Introdução

A Física estuda os fenômenos naturais tais como eles ocorrem no espaço e no tempo e os descreve por meio de teorias que são expressas através de uma linguagem matemática. Os conceitos físicos permitem diagnosticar resultados experimentais com maior precisão e também, são aplicáveis com recursos tecnológicos que transformam o modo de vida humana (Ben-Dov, 1996).

Atualmente, existe uma distância muito grande da Física ensinada nas escolas e do formato ideal de ensino desses conteúdos importantes no saber científico, que favorece a construção de uma educação problematizadora, crítica, ativa e engajada na luta pela transformação social. O fator determinante nesse processo é a problematização consciente de temas e saberes, é a vivência de um ambiente escolar rico e estimulador, que possibilite o desabrochar da curiosidade epistemológica (Moreira; Studart; Vianna, 2016).

Com o intuito de colaborar com o ensino e a aprendizagem que permita o estudante expandir seus conhecimentos e vincular suas ideias iniciais, propôs-se desenvolver habilidades cognitivas através de atividades práticas experimentais. Para este processo, as atividades desenvolvidas foram analisadas a partir da classificação das habilidades cognitivas de Zoller (1993), em que se apresentam como: *Lower order cognitive skills* (LOCS), denominada de habilidade cognitiva de baixa ordem em que possui características relacionadas à aplicação de conhecimento de maneira memorizada e regidas por ideias já construídas.

Essas ideias podem ser vinculadas ao uso de roteiros estruturados, em que os estudantes coletam dados sem manifestar sugestões, sem levantar hipóteses, assim como, sem explicações críticas. E também, podem ser classificadas como: *Higher order cognitive skills* (HOCS), ou seja, habilidades cognitivas de alta ordem que são desencadeadas durante um processo investigativo que envolve analisar, tomar decisões e desenvolver pensamento crítico e avaliativo (Zoller, 1993).

Agregando a metodologia de análise ao processo de investigação a partir de atividades práticas experimentais demonstrativas, ou seja, desenvolvidas pelas pesquisadoras, foi proposto aos estudantes de uma turma da segunda série do Ensino Médio, um jogo didático que consistiu em um jogo de tabuleiro. Este jogo foi elaborado para que os participantes, no decorrer deste, desenvolvessem habilidades cognitivas de alta ordem.

Para isso, o jogo e as atividades experimentais possibilitaram aos estudantes apropriar-se do conhecimento de forma que os conteúdos estivessem disponíveis em sua completude, proporcionando um momento de construção de significados e de ampliação de sua autonomia. E neste processo, o professor, como mediador, é peça chave para a condução das ações e definições que levaram aos resultados.

No que se refere ao jogo, este tem como característica principal a participação efetiva do estudante por meio de reflexões, discussões de hipóteses, explicações, troca de ideia com os pares, entre outras. Também, tem como objetivo, ensinar conteúdos, procedimentos e valores da cultura científica contribuindo assim para o desenvolvimento de habilidades cognitivas. Neste sentido o jogo, como um recurso na Educação, ocorre quando a diversão se torna aprendizagem e experiências cotidianas, o que segundo Lopes (2001):

É muito mais eficiente aprender por meio de jogos e, isso é válido para todas as idades, desde o maternal até a fase adulta. O jogo em si, possui componentes do cotidiano e o envolvimento desperta o interesse do aprendiz, que se torna sujeito ativo do processo, e a confecção dos próprios jogos é ainda muito mais emocionante do que apenas jogar (p. 23).

A pesquisa aqui descrita teve como o objetivo principal analisar as habilidades cognitivas desenvolvidas durante a aplicação de um jogo de tabuleiro voltado ao ensino de Física, com o tema Hidrostática. Para desenvolver esta ação, elaboraram-se além do jogo, questões com níveis progressivos que promovessem o avanço no jogo através da demonstração de atividades práticas experimentais. Assim, o material produzido (jogo + práticas experimentais) foi de suma importância para a construção do conhecimento acerca dos conceitos físicos envolvidos no tema.

A cronologia da Física e o contexto escolar

Para entender os períodos na evolução da Física, é necessário retratar os principais pontos desta evolução. Foram três períodos importantes: o período da era pré-socrática, em que se destaca Aristóteles, cuja filosofia foi integrada a teologia cristã a partir do século XIII, em que ocorreu uma interpretação coerente dos fenômenos naturais, definindo conceitos que tornaram possíveis a evolução das teorias atuais (Prass, 2014).

O segundo período, foi do século XVI ao final do século XIX, em que a Mecânica de Newton foi considerada a expressão mais significativa da capacidade humana de compreender e descrever a natureza (Prass, 2014). O período seguinte, o da Física Moderna, iniciou com os estudos de Albert Einstein, em que transformou radicalmente o horizonte conceitual, tanto no âmbito do infinitamente grande do espaço cósmico, quanto do infinitamente pequeno, das partículas elementares constitutivas da

matéria (*Ibid*).

Enquanto alguns pensadores se esforçavam em descrever a natureza com a ajuda da Matemática, outros (gregos) seguiam um caminho diferente, tentando explicar a realidade em termos de componentes fundamentais - chamados elementos. Com isso, a Ciência, que é um mundo de ideias em movimento, busca compreender a recriação da Natureza e com isso, formular hipóteses que proporcionam a crítica e a experimentação. Colaborando com este processo de recriação, Freire (1967) aponta que:

A partir das relações do homem com a realidade, resultantes de estar com ela e estar nela, pelos atos de criação, recriação e decisão, vai dinamizando o seu mundo. E, na medida em que cria, recria e decide, vão se transformando as épocas históricas (p. 43).

Diante disso, a atitude crítica torna-se importante para o processo de ensino e aprendizagem dos estudantes, permitindo o trabalho em equipe, a aprender com autonomia, a ser capaz de resolver problemas, confiar em suas potencialidades, ter iniciativa e capacidade de inovar.

A escola é um dos locais importantes para formação dos cidadãos e o elo entre o estudante e o conhecimento, um ambiente propício para estimular o interesse aos conteúdos de Física. Isso reflete também na importância do papel do professor, nos seus planejamentos que busquem uma forma renovada e autônoma, desmistificando o ensino tradicional que tinha como foco a memorização e o professor como o personagem principal.

Assim, é importante e necessário uma abordagem e reflexão mais profunda por parte dos professores na interpretação dos currículos escolares, afim de que este não pense apenas no funcionamento do sistema produtivo, mas que tenha como fim o bem-estar humano e construção do conhecimento a partir de metodologias alternativas. Logo,

refletir sobre as ações possibilita conhecer as possíveis variáveis de sua prática.

Carvalho (1999) considera de suma importância estimular o raciocínio dos estudantes, através de atividades investigativas, a partir da apresentação de um problema. Para a autora, as atividades desenvolvidas, baseadas na investigação, devem ser planejadas de modo a permitir o máximo possível de participação do estudante com o auxílio do professor. Desse modo, o professor se torna um orientador do processo e o estudante, por sua vez, assume uma atitude ativa, pensando, debatendo, justificando suas ideias e, aplicando seus conhecimentos em novas situações.

Como uma possibilidade de investigação, as práticas experimentais devem desenvolver a capacidade de organizar o pensamento de maneira lógica, além de auxiliar na construção de uma consciência mais crítica em relação ao mundo que a cerca (Sasseron, 2010). Neste contexto é necessário preparar os estudantes para reconhecer informações, discriminar e selecionar aquelas que são relevantes para sua vida, perceber como certos acontecimentos têm relação e interação com seu cotidiano (Sasseron, 2010).

Considerando que atualmente existem alternativas para se enfrentar didaticamente os cenários que se apresentam no ensino e que estas, contribuem para superar os obstáculos para a construção do conhecimento, os jogos didáticos contemplam uma dessas alternativas, assim:

A ludicidade deve estar a serviço da educação, proporcionando ao sujeito/aprendiz oportunidades de conhecimento, através de desafios, reflexões, interações e ações, ela decorre da interação do sujeito com um dado conhecimento, sendo, portanto, subjetiva. Seu potencial didático depende muito da sensibilidade do educador em gerar desafios e descobrir interesses de seus alunos (Ramos; Ferreira, 2004, p. 140).

Neste viés, o espaço da sala de aula permite que o ensino e as relações entre estudantes e professor ocorram e com isso, contribuam para a concretização de atividades e para a discussão acerca de conhecimentos (Vinãofrago; Escolano, 1998). A contextualização parece ser um elemento motivador da aprendizagem, em que mescla o mundo escolar e o mundo extraescolar, permitindo que conhecimentos de um e de outro se perpassem, possibilitando enxergar algo novo naquilo que lhe parecia velho e familiar e então, o capacitando a fazer novas relações. Partindo de tal pensamento, se o estudante estabelecer novas relações, pressupõe-se que este alcance habilidades cognitivas de ordens mais altas (Zoller, 1993). Para Faria (1989), o conceito de estrutura cognitiva está relacionado aos processos mentais superiores, que vão determinar a forma com que o indivíduo estrutura suas atividades, e que estão na base da interação dele com o mundo objetivo.

No Ensino Médio, muitas das atividades são tratadas de forma acrítica e pouca oportunidade é dada aos estudantes no processo de coleta de dados, análise e elaboração de hipóteses, pois na maioria dos casos espera-se que este se aproxime dos resultados já esperados. Pesquisas baseadas nessas concepções demonstram que essas são deficientes no que se refere à aprendizagem do estudante (Barberá; Valdés, 1996; Gil-pérez *et al.*, 1999; Hodson, 1994).

Com isso, busca-se a interação e engajamento dos estudantes nas atividades, colocando-os como protagonistas da aula e da sua aprendizagem. Para tanto, as práticas experimentais e o jogo, buscaram a compreensão de conteúdos abstratos a partir da interpretação de conceitos físicos e do desenvolvimento de aplicação matemática para resolução das questões.

Metodologia

A pesquisa desenvolvida neste trabalho caracteriza-se como uma abordagem qualitativa, em que segundo Godoy (1995), tem como preocupação fundamental o estudo e a análise do mundo empírico em seu ambiente natural em que nessa abordagem valoriza-se o contato direto e prolongado do pesquisador com o ambiente e a situação que está sendo estudada. Quanto ao objetivo, caracteriza-se como explicativa que, segundo Gil (2008, p. 42) “[...] tem como preocupação central identificar os fatores que determinam ou que contribuem para a ocorrência dos fenômenos. Esse é o tipo de pesquisa que mais aprofunda o conhecimento da realidade, porque explica a razão, o porquê das coisas”. Quanto ao procedimento, classifica-se como experimental, em que segundo Gil (2008, p. 47) “[...] consiste em determinar um objeto de estudo, selecionar as variáveis que seriam capazes de influenciá-lo, definir as formas de controle e de observação dos efeitos que a variável produz no objeto”.

Para analisar as habilidades cognitivas, seguiu-se a teoria de Zoller (1993). Considerando que diferentes estudantes podem resolver um problema utilizando diferentes estratégias, alguns, por exemplo, necessitam de fórmulas para estabelecer relações proporcionais, outros utilizam o raciocínio lógico para sua resolução. Estes diferentes níveis de demandas cognitivas apresentadas pelos estudantes para a resolução de problemas, segundo Zoller (1993), podem ser definidos em duas categorias: as habilidades cognitivas de ordem baixa (LOCS: *Lower Order Cognitive Skills*) e as de ordem alta (HOCS: *Higher Order Cognitive Skills*), apresentadas no Quadro 1.

Quadro 1 - Habilidades cognitivas a serem desenvolvidas

Habilidades cognitivas de baixa ordem (LOCS: <i>Lower Order Cognitive Skills</i>).	Habilidades cognitivas de ordem alta (HOCS: <i>Higher Order Cognitive Skills</i>).
Conhecer;	Orientar para a investigação;
Resolução de exercícios;	Resolução de problemas (não exercícios);

Lembrar a informação ou aplicar conhecimento ou algoritmos memorizados em situações familiares;	Desenvolvimento do pensamento crítico e avaliativo;
Recordar;	Tomar decisões.

Fonte: Adaptado de Zoller (1993).

Para este trabalho, as habilidades cognitivas foram desenvolvidas através da experimentação e aplicação de um jogo que continha etapas (questões) que relacionavam os conceitos estudados sobre Hidrostática.

Os dados que compunham os resultados apresentados nesta pesquisa foram coletados através das respostas dos estudantes durante a aplicação do jogo. Cada grupo recebeu a questão e um material a parte para apontar as respostas referentes a cada questão. O jogo continha perguntas que proporcionavam o avanço ao item posterior, mediante desenvolvimento da atividade prática experimental.

Foram utilizadas 4h/aulas seguidas para o desenvolvimento da proposta e esta foi desenvolvida em uma escola de Ensino Médio com o acompanhamento da professora regente da turma. Os sujeitos envolvidos foram estudantes de segunda série, não identificados, com faixa etária entre 15 e 18 anos. Participaram da atividade 20 estudantes.

As atividades práticas experimentais (Figura 1) foram demonstrativas as quais buscaram estabelecer [...] *“uma situação especialmente preparada para o surgimento e posterior resolução de conflitos cognitivos”* (Ribeiro; da Silva Verdeaux, 2013, p. 242). Estas atividades foram nomeadas de acordo com o tema envolvido no estudo.

Figura 1 - Atividades práticas experimentais desenvolvidas na pesquisa

Tubo de pressão	Proveta Hidrostática	Vasos comunicantes	Elevador hidráulico	Balança Hidrostática
-----------------	----------------------	--------------------	---------------------	----------------------



Fonte: Elaborado pelas autoras, (2024).

Os experimentos buscaram estabelecer que “[...] os esquemas mentais saíssem realmente fortalecidos após a apresentação e discussão do experimento” (Ribeiro; da Silva Verdeaux, 2013, p. 242), objetivando conhecimentos pré-existentes. A experimentação foi abordada seguindo uma sequência de práticas descritas no Quadro 2.

Quadro 2 - Atividades práticas experimentais

Identificação da atividade	Conceitos de Hidrostática envolvidos
1. Tubo de pressão	Densidade e pressão
2. Proveta Hidrostática	Pressão hidrostática e pressão atmosférica
3. Vasos comunicantes	Teorema de Stevin.
4. Elevador hidráulico	Teorema de Pascal.
5. Balança Hidrostática	Teorema de Arquimedes.

Fonte: Autoras (2024).

A atividade denominada “Tubo de pressão” buscou estudar a densidade do fluido, em que no experimento era composto por líquidos com densidades distintas, e também, conhecer sobre o tema pressão. Os materiais utilizados foram: proveta, mel, detergente, água, corante e óleo de cozinha. Na atividade denominada “Proveta hidrostática” foi utilizado os seguintes materiais: proveta, água, corante e mangueira plástica. Esta

propunha o conhecimento sobre pressão e pressão atmosférica.

A prática experimental “Vasos Comunicantes” foi organizada para estudo referente ao Teorema de Stevin que aborda a relação entre pressão e altura do líquido. Para este estudo foram utilizados os materiais: retângulo em mdf, mangueira plástica, cola, água, corante e óleo de cozinha.

A atividade denominada “Elevador hidráulico” foi confeccionada com palitos de picolé, percevejos, cola, EVA, seringas plásticas, mangueiras plásticas, água e corante. Com isso, buscou-se conhecer sobre a relação entre a pressão exercida pelo fluido (água colorida) e a área de contato da superfície do elevador.

A partir da atividade experimental “Balança Hidrostática” foi proposto o estudo da força de empuxo, a qual busca manter os corpos, submersos em fluidos, em equilíbrio (Teorema de Arquimedes). Foram utilizados como materiais: madeiras em mdf (recortados círculos), copos plásticos, pedra, terra, água e corante.

Além da experimentação explicativa, os conceitos relacionados aos conteúdos que delinearão o tema Fluido foram discutidos com os estudantes através de cartazes, equações e explanação oral, proporcionando a completude do trabalho.

O tabuleiro (Figura 2), apresentado como “jogo de tabuleiro”, foi confeccionado com intuito de proporcionar ao participante o avanço de etapas. As etapas eram constituídas por questões sobre os experimentos demonstrativos que buscaram desenvolver habilidades cognitivas superiores. Para tanto, se denominou de jogo de tabuleiro o conjunto: tabuleiro e as questões elaboradas.

Para o desenvolvimento das atividades, os estudantes da turma foram divididos em quatro grupos com cinco participantes, totalizando 20 estudantes. Cada grupo era identificado pela cor do barco no tabuleiro

(amarelo, verde, vermelho e rosa). A proposta de trabalhar em grupo vem ao encontro do que retrata Pereira, Fusinato e Neves (2009, p. 14 *apud* SCHAEFFER, 2006), em que os “[...] jogos em grupo possibilitam aos indivíduos trabalharem com a regularidade, o limite, o respeito e a disciplina [...]. Todos esses aspectos se fazem importantes para a vida do indivíduo em sociedade”.

Os materiais utilizados para a elaboração do tabuleiro foram: isopor (suporte do tabuleiro), cola para isopor, gel azul (que caracterizou as águas – fluido), tintas têmperas (para identificar cenários diferentes como água e terra), erva mate (identificando o ambiente verde), palitos de picolé (para construção de ponte), barco plástico (caracterizando o final do percurso), folhas de papel sulfite (para construção dos barcos coloridos que identificavam os diferentes grupos), E.V.A.

Figura 2 - Tabuleiro confeccionado para caracterizar o percurso do jogo.



Fonte: Produção das autoras (2024).

O intuito do jogo foi refletir as partes, elementos, detalhes que permitam a evolução do estudante no que tange os conhecimentos científicos da área, levando cada um a ultrapassar a fase em que se

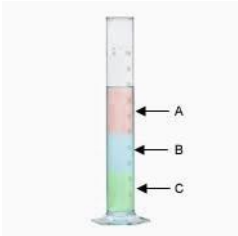
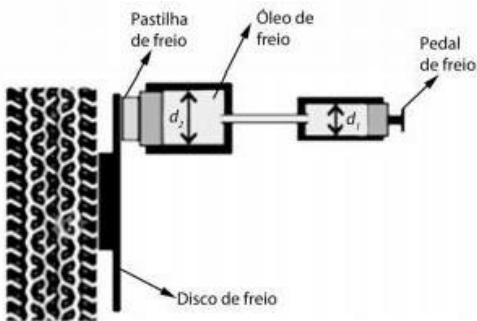
encontra, com isso, atingindo habilidades mais altas. O tabuleiro caracterizava um percurso que levasse os grupos (grupos de estudantes participantes) a evolução no conhecimento, a partir das questões propostas, e o avanço no caminho transcorrido por águas (que caracterizavam o estudo dos fluidos). Neste percurso, foram apresentados caminhos (cada grupo estabeleceu o seu percurso a partir da colocação dos barcos na saída) que continham obstáculos visuais, que ao decorrer da resolução correta das questões, permitia o avanço pelas águas. Cabe ressaltar, que nesta proposta não haveria perdedor, mas sim todos ganhadores chegando ao propósito final que foi o processo de desenvolvimento de habilidades cognitivas.

As questões elaboradas, embasadas nos conceitos de Hidrostática, permitiram desenvolver a investigação das ações relacionadas, através da proposta metodológica reflexiva. Com isso, potencializar um novo olhar sobre o mundo que nos cerca, colaborando para a formação cidadã. Neste sentido, as resoluções das questões foram voltadas às atividades práticas experimentais, buscando elevar habilidades (descritas no Quadro 1) conforme a evolução do estudante em seu conhecimento.

As questões estão descritas no Quadro 3, seguindo o propósito apresentado na atividade prática experimental.

Quadro 3 - Questões propostas para avanço das habilidades cognitivas

Identificação da questão	Questão elaborada
--------------------------	-------------------

Q1	Três líquidos (água, benzeno e clorofórmio) foram colocados numa proveta, originando o seguinte aspecto:  A seguir temos uma tabela com as densidades de cada líquido. Baseando-se nessas informações e em seus conhecimentos sobre densidade, relacione as substâncias A, B e C com as mencionadas na tabela. Justifique sua resposta. <table border="1" data-bbox="740 591 1022 828"> <thead> <tr> <th>Substância</th><th>Densidade</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Água</td><td>1,0 g/cm³</td></tr> <tr> <td>Benzeno</td><td>0,90 g/cm³</td></tr> <tr> <td>Clorofórmio</td><td>1,53 g/cm³</td></tr> </tbody> </table>	Substância	Densidade	Água	1,0 g/cm ³	Benzeno	0,90 g/cm ³	Clorofórmio	1,53 g/cm ³
Substância	Densidade								
Água	1,0 g/cm ³								
Benzeno	0,90 g/cm ³								
Clorofórmio	1,53 g/cm ³								
Q2	Estamos em 2050, pesquisadores afirmam a elevação do nível do mar, além de outros diversos problemas ambientais, como aquecimento da temperatura global, áreas com inundações, deslizamentos de Terra, extensos períodos de seca, levando o ser humano a enfrentar sérios problemas. De acordo com seus conhecimentos em Física, qual grandeza está relacionada a dificuldade de respirar do ser humano devido à elevação do nível do mar. Justifique:								
Q3	A figura abaixo mostra, de forma simplificada, o sistema de freios a disco de um automóvel. Ao se pressionar o pedal do freio, este empurra o êmbolo de um primeiro pistão que, por sua vez, através do óleo do circuito hidráulico, empurra um segundo pistão. O segundo pistão pressiona uma pastilha de freio contra um disco metálico preso à roda, fazendo com que ela diminua sua velocidade angular.  Considerando o diâmetro d_2 do segundo pistão duas vezes maior que o diâmetro d_1 do primeiro, qual a razão entre a força aplicada ao pedal de freio pelo pé do motorista e a força aplicada à pastilha de freio?								

Q4	Baseando-se nos seus aprendizados referentes ao Teorema de Arquimedes, observe e manuseie o experimento. Agora, troque o fluido do recipiente por óleo e troque a pedra por uma pedra maior. Descreva suas observações e explique-as de acordo com o que aprendeu em aula.
----	--

Fonte: Elaborado pelas autoras (2024).

As questões buscaram envolver, muitas vezes, situações cotidianas, fazendo com que os jogadores desenvolvessem a capacidade de imaginar a situação problema apresentada pela questão, desafiando-os pelo ato de jogar. Assim “[...] os jogadores que conseguirem se adaptar a essa característica, terão mais vantagem perante os demais” (Pereira; Fusinato; Neves, 2009, p.18).

Resultados

O desenvolvimento da proposta possibilitou o confronto de ideias, pensamentos e ações, e oportunizou um momento de aprendizagem com bastante leveza, clareza e participação, transpondo barreiras existentes no ensino. Também colocou o professor como elemento motivador do conhecimento.

As atividades em grupo foram desenvolvidas com o propósito de uma aprendizagem colaborativa entre os pares e um convívio harmônico, construindo um ambiente integrador e participativo. No entanto, aprofundando-se mais nessas questões, percebe-se que cada ser humano é único em sua trajetória, mas o conjunto de informações reflete nas ações de um grupo, em que o diálogo contribui para a aprendizagem mais efetiva.

A partir das respostas dos estudantes para as questões apresentadas no Quadro 3, foram analisadas as habilidades cognitivas dos grupos.

Análise da Q1

A questão 1 (Q1), que abordava a relação da densidade dos líquidos

apresentados, buscou identificar o conhecimento do estudante em relação ao conceito envolvido. Os grupos participantes, identificados por cores distintas, apresentaram como respostas a essa questão os resultados apresentados no Quadro 4. Este quadro também traz a habilidade cognitiva identificada pela pesquisa seguindo a definição de Zoller (1993) em que apresentam duas categorias: as habilidades cognitivas de ordem baixa (LOCS: *Lower Order Cognitive Skills*) e as de ordem alta (HOCS: *Higher Order Cognitive Skills*). Os quadros que identificam as respostas a cada questão estão apresentados por cores, conforme os barcos que definiram os grupos.

Quadro 4 - Análise da Q1.

Grupo	Respostas dos estudantes	Habilidade Cognitiva (análise da pesquisa)
Rosa	"B, A, C a substância mais densa fica abaixo"	LOCS: Foi desenvolvida através do lembrar a informação ou associar.
Amarelo	"Clorofórmio A, porque sua densidade é maior do que a do benzeno e da água, água B, porque sua densidade é menor do que a do Clorofórmio. Benzeno C porque sua densidade é a mais baixa de todos".	LOCS: Ocorreu por associação, percebendo falta de atenção.
Verde	"Na aula de hoje aprendemos sobre hidrostática, teve experimentos, mas o que mais chamou a atenção foi o experimento densidade em que os líquidos mais densos ficam no fundo da proveta e os mais leves ficam na superfície da proveta, não misturando com os outros."	LOCS: Ocorreu através visua- lização.
Vermelho	"O benzeno é o elemento menos denso, portanto é o que fica mais em cima, a água é mais pesada que o benzeno e mais leve que o clorofórmio, então ela fica no meio e o clorofórmio é o elemento mais denso, portanto ele é o líquido que está bem embaixo	LOCS: Ocorreu a partir da as- socição.

Fonte: Autoras (2024).

Observou-se nas respostas dos estudantes que todos os grupos obtiveram as habilidades de baixa ordem que, segundo Zoller (1993), em que consideram apenas a visualização, associações, recordações de conteúdos atrelados ao problema. Considerando que a organização das questões foi voltada ao avanço das habilidades, julga-se importante ressaltar que esta questão envolvia os conceitos iniciais ao tema Hidrostática, e que uma vez apresentados pelos estudantes como uma associação ao que foi exposto, coloca-o um em possível desenvolvimento do conhecimento, visto que as atividades práticas experimentais estavam expostas em uma bancada no interior da sala de aula.

Análise da Q2

Na questão 2 (Q2) foi abordado o conteúdo de pressão atmosférica, em que os estudantes deveriam apresentar seu conhecimento sobre o tema para justificar a relação do contexto apresentado com a Física. Mantendo na mesma organização por cores que representam os grupos, apresentam-se respostas no Quadro 5.

Quadro 5 – Análise da Q2.

Grupo	Respostas dos estudantes	Habilidade Cognitiva (análise da pesquisa)
Rosa	<i>"Pressão Atmosférica. Quanto maior a altitude, menos espaço de oxigênio".</i>	LOCS: Ocorreu através de memorização.
Amarelo	<i>"Pressão, porque quanto maior a altitude mais dificuldade temos para respirar"</i>	LOCS: Ocorreu através de associação.
Verde	<i>"Isso está relacionando a pressão 1 ATM do mar, com o derretimento das geleiras o nível do mar eleva com isso a pressão atmosférica também, dificultando a respiração humana".</i>	HOCS: Procedeu através de desenvolvimento de pensamento crítico e avaliativo.
Vermelho	<i>"A pressão atmosférica baixa deixa o ar mais rarefeito, causando</i>	LOCS: Procedeu através do ato de lembrar a

	<i>difficuldade para respirar</i>	<i>informação.</i>
--	-----------------------------------	--------------------

Fonte: Autoras (2024).

Nesta questão (Q2), observou-se que um dos grupos iniciou o processo de manifestação da habilidade de alta ordem (HOCS), a partir do pensamento crítico e reflexivo. Considerando que os estímulos presentes no contexto e a experimentação demonstrada foram possíveis agentes propulsores da construção do conhecimento em que a professora (pesquisadoras) foi o mediadora deste processo, colaborando para este avanço na habilidade. Assim como colocam Carvalho *et al.* (2013, p.42) que “[...] a atividade deve estar acompanhada de situações problematizadoras, questionadoras, diálogo, envolvendo, portanto, a resolução de problemas e levando à introdução de conceitos”.

O grupo que desenvolveu uma habilidade superior foi o que, no momento da elaboração da resposta a questão, retornou a bancada para observar e discutir sobre o tema. Ressalta-se que as atividades experimentais ficaram expostas em uma bancada na sala de aula, assim como informações pertinentes e que foram explanadas durante o processo.

Análise da Q3

A partir da explanação da questão 3 (Q3) que contextualizava um elevador hidráulico, semelhante a atividade prática experimental desenvolvida na proposta, questionou-se aos estudantes sobre a força aplicada ao pedal de freio e a força aplicada à pastilha de freio. Os grupos utilizaram de diferentes estratégias para resolver o problema, alguns voltaram a bancada, observando o experimento e dialogaram sobre o assunto. Em um dos grupos foi observado que além de analisarem o experimento demonstrado, relacionaram com o cotidiano em que um dos

participantes relatou que trabalha na área da mecânica, onde faz uso do elevador hidráulico, mas que não tinha o conhecimento físico sobre o assunto. A análise das respostas dos grupos para a Q3 encontra-se no Quadro 6.

Quadro 6 – Análise da Q3.

Grupo	Respostas dos estudantes	Habilidade Cognitiva (análise da pesquisa)
Rosa	<i>“F1/A1 F2/A2 Pois se encaixa na fórmula.”</i>	HOCS: Ocorreu através da toma- da de decisões.
Amarelo	<i>“A razão entre as forças é o princípio de Pascal, porque o pedal de freio pressionado transmite o óleo para a pastilha de freio a disco”.</i>	LOCS: Ocorreu através da visualização da imagem e do experimento.
Verde	<i>“Considerando que no primeiro pistão tem 5 ml de óleo e no segundo tem 2,5 ml, a força aplicada no primeiro pistão quando transferida para o segundo equivale a metade da força do primeiro, ou seja, 5ml de óleo para um pistão menor equivale a 2,5ml”.</i>	HOCS: Realizou-se em sentido de orientar para a investigação.
Vermelho	<i>“Tendo o dobro do diâmetro, seu volume é 4 vezes maior, então a razão entre eles é ¼.”</i>	LOCS: Informação errada.

Fonte: Autoras (2024).

Na questão 3, dois grupos manifestaram a HOCS, discutindo possibilidades para a resolução desta questão, em que a equação matemática acrescentou a informação aos conhecimentos pré-existentes e a orientação direcionou o outro grupo ao avanço na tomada de decisão. Os estudantes foram capazes de solucionar uma situação adversa ou dar espaço para uma oportunidade e assim, alcançar o objetivo do problema, que muitas vezes pode ocorrer a curto ou longo prazo.

Análise da Q4

A questão 4 (Q4), que propunha aos grupos o manuseio do experimento, colocou-os como agentes ativos da atividade em que



deveriam realizar a troca do líquido no recipiente e de um objeto maior (pedra maior). Esta questão remetia ao conhecimento sobre o Teorema de Arquimedes que envolve a força de empuxo, sendo as respostas dos estudantes apresentadas no Quadro 7.

Quadro 7 – Análise da Q4.

Grupo	Respostas dos estudantes	Habilidade Cognitiva (análise da pesquisa)
Rosa	<i>“Por conta da densidade do óleo e o peso da pedra, percebemos que as- sim que a água entrou em contato com o óleo e afundou, o óleo não espir- rou tanto quanto a água.</i> <i>Se fosse a mesma pedra e o recipiente com água, saltaria mais quantidade de água. Por conta da densidade da água ser maior.”</i>	HOCS: Ocorreu através da orientação para a investigação, resolução do problema, desenvolvimento do pensamento crítico e avaliativo e a tomada de decisões.
Amarelo	<i>“A balança fica equilibrada com o óleo por conta de sua densidade ser menor.”</i>	HOCS: Ocorreu através de pensamento crítico.
Verde	<i>“Considerando que a primeira pedra tem o mesmo peso que certa quantidade de água a partir do momento que trocar a pedra por outra mais pesada, o peso irá se desequilibrar então,</i> <i>trocando a água por óleo que é mais denso e mais pesado, o peso voltará a se equilibrar.”</i>	HOCS: Desenvolveu-se através de pensamento crítico e avaliativo. Detalhe na informação, em que observou-se densidades distintas para os fluidos.
Vermelho	<i>“Não foi possível observarmos muita coisa, mas acreditamos que para deslocar a mesma quantidade de óleo, é necessária uma pedra de volume maior.”</i>	HOCS: Ocorreu através da orientação para a investigação, desenvolvimento do pensamento crítico.

Fonte: Autoras (2024).

Nesta questão (Q4) observou-se um bom desempenho na manifestação de habilidades cognitivas em todos os grupos, pois conforme nos traz o Quadro 1 (habilidades cognitivas definidas por Zoller (1993)) manifestaram-se habilidades como: orientação para a investigação, resolução de problemas, considerando estas habilidades importantes para



o crescimento e autonomia do estudante, permitindo que os mesmos analisem o problema, identifiquem possíveis resoluções a partir de ideias já construídas anteriormente (início do processo). Esta questão também envolveu o raciocínio a partir do conhecimento matemático, em que diferentes estratégias foram discutidas e assim, colaboraram para tomada de decisão na resolução do problema.

Observaram-se ao longo das respostas dos grupos, sete respostas manifestando HOCS (habilidades cognitivas de alta ordem). Neste sentido, a argumentação dos grupos para tomada de decisão na resolução da questão vem ao encontro do que Sasseron (2015, p. 60) coloca para as Ciências da Natureza em que *“a construção de argumentos deflagra a busca por entendimento, validação e aceitação de proposições e processos de investigação em que justificativas e condições de contorno e de refutação precisam ser explicitadas”*.

Como observado na Q4, os grupos envolveram-se com a proposta o que os levou a habilidades cognitivas de alta ordem em que foi possível notar a troca de ideias com os pares e a discussão sobre o tema, destacando a mediação da professora para a evolução das conclusões dos estudantes. Os resultados delineados nesta pesquisa, a partir da análise das habilidades cognitivas que foram embasadas com o uso de atividades práticas experimentais e o jogo de tabuleiro, levaram a confirmação de avanço dos estudantes para resolução das questões. Cabe ressaltar, que os estudantes desta turma de segunda série do Ensino Médio ainda não haviam abordado em sala de aula o tema Hidrostática, logo este trabalho foi um processo que colaborou para uma aprendizagem baseada na experimentação e no ato de jogar, em que este jogo foi um “caminho” para desenvolver habilidades.

Aponta-se que práticas educativas diferenciadas são de fundamental importância para conhecimento dos estudantes e motivação

do professor, levando em conta que este deve estar aberto para lidar com o fato da tentativa e erro considerando seu público-alvo. Assim como o jogo, que além da ludicidade, busca proporcionar momentos de menor resistência e de interesse, conduziu a uma aprendizagem mais prazerosa e divertida, em que os estudantes envolveram-se com a resolução das questões para ir avançando no tabuleiro.

O jogo de tabuleiro utilizado nesta proposta foi elaborado com o propósito de não ter fases a ultrapassar, somente a busca pelo final do percurso, incentivando o estudante a participação e o desenvolvimento de habilidades cognitivas. Estas habilidades levaram pesquisadores como Zoller e Pushkin (2007) a investigar de que forma o convívio social e cultural influencia no desenvolvimento e manifestações da aprendizagem, tentando identificar como e porque o cérebro aprende e quais intervenções o convívio em sala de aula promove nessa construção do conhecimento. Os autores também apresentam uma hierarquia em sua constituição, que são definidas conforme o sujeito vai se tornando capaz de reconhecer aspectos relevantes para resolver problemas e de ligá-los a princípios específicos, que são representados pela eficiência em expor essa capacidade (Zoller, Pushkin, 2007).

Conclusões

A pesquisa elaborada, a partir de atividades práticas experimentais que envolveram o tema Hidrostática e do jogo de tabuleiro, analisou as possíveis habilidades cognitivas, seguindo as definições de Zoller (1993), manifestadas por estudantes de uma turma de segundo série do Ensino Médio. A presença de habilidades cognitivas de alta ordem (HOCS) em sete das 16 respostas possibilitou avaliar que os participantes, mesmo tendo o primeiro contato com o conteúdo a partir do desenvolvimento da proposta

aqui relatada, envolveram-se com as atividades práticas experimentais e buscaram respostas para todas as questões, utilizando-se de conhecimentos pré-existentes e de conhecimentos que adquiriram durante o processo.

De modo geral, a proposta promoveu diálogo e participação, permitindo aos estudantes a construção do conhecimento com seus pares. O envolvimento pelo trabalho em grupo, assim como a promoção de indivíduos críticos e com atitude, características importantes para nossa sociedade, a qual está em constante transformação.

Acredita-se que atividades voltadas à experimentação e a ludicidade sejam propulsoras para um ensino e aprendizagem mais atrativos e que possam fortalecer a argumentação dos estudantes, desenvolvendo habilidades cognitivas de alta ordem.

Analysis of cognitive skills in learning hydrostatics concepts using experimental practices and board game

Abstract

This article presents practical experimental activities developed as strategies for Teaching Physics, approaching Hydrostatics concepts. The work was characterized by a qualitative approach, characterizing the main objective as explanatory, which sought to analyze the cognitive skills developed when applying a game. The procedure was characterized as experimental, which included the demonstration of practical experimental activities. For data analysis, Zoller's methodology was used, which classifies the cognitive skills developed in LOCS and HOCS, respectively, of low and high order. Therefore, for the study of Hydrostatics, it was proposed through a board game that would enable learning with the development of students' reasoning and cognitive skills. Thus, the elaboration of questions focused on the theme sought to relate previous knowledge and that acquired throughout the process, with the proposal being applied to students in the second year of high school at a public school in the municipality of Dom Pedrito-RS. With this approach, it was possible to verify, through the analysis of the questions solved by the students, that, initially, the low-order skills were characterized as an association of information passed on. As they progressed through the game, consequently with questions that required greater attention and reasoning, students demonstrated superior (higher order) skills. However, the continued participation and involvement of students in this process stands out.

Keywords: Experimentation; Game; Physical; Cognitive abilities; High school.

Referências

BARBERÁ, Óscar; VALDÉS, Pablo. El trabajo práctico en la enseñanza de las ciencias: una revisión.

Enseñanza de las ciencias, v. 14, n. 3, p. 365-379, 1996. Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=94866>. Acesso em: 12 jun. 2023.

BEN-DOV, Yoav. **Convite à física**. Zahar, 1996.

BISTAFA, Sylvio R. **Mecânica dos Fluidos**: Noções e Aplicações. 2. ed. São Paulo: Blusher, 2017.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa. **Termodinâmica**: um ensino por investigação. São Paulo: USP, 1999. Monografia, Faculdade de Educação. Universidade de São Paulo, 1999.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. et al. **Ensino de Ciências por investigação**: condições para implementação em sala de aula. São Paulo: Cengage Learning, 2013. 152 p.

FARIA, Wilson de. **Aprendizagem e planejamento de ensino**. São Paulo: Ática, 1989.

FREIRE, Paulo. **Educação como prática da liberdade**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1967.

GIL PÉREZ, Daniel. *et al.* Tiene sentido seguir distinguendo entre aprendizaje de conceptos, resolución de problemas de lápiz e papel y realización de prácticas de laboratorio? **Enseñanza de las Ciencias**, v. 17, n. 2, p. 311-320, 1999.

Disponível em: <https://redined.educacion.gob.es/xmlui/handle/11162/22747>. Acesso em: 10 jun. 2023.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GUERRA, Yolanda. A formação profissional frente aos desafios da intervenção e das atuais configurações do ensino público, privado e a distância. **Serviço Social & Sociedade**. p. 715-36, 2011. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/ssoc/a/gBbcBnHcQnzf7xWNTGBP8rw/>. Acesso em: 03 mai. 2023.

GODOY, Arilda Schmidt. Introdução à pesquisa qualitativa e suas possibilidades. **Revista de Administração de Empresas**, v. 35, n. 2, p. 57-63, 1995. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/rae/a/wf9CgwXVjpLFVgpwNkCgnnC/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 02 mai. 2023.

HEWITT, Paul. G. **Física conceitual**. 9. ed. Porto Alegre: Bookman, 2011.

HODSON, Derek. Faz uma abordagem mais crítica do trabalho de laboratório. **Revista de investigação y experiências didáticas**, v. 12, n. 3, p. 299-313, 1994. Disponível em: <https://ensciencias.uab.es/article/view/v12-n3-hodson>. Acesso em: 12 mai. 2023.

MOREIRA, Marco Antonio; STUDART, Nelson; VIANNA, Deise Miranda. O mestrado nacional profissional em ensino de física (MNPEF): uma experiência em larga escala no Brasil. **Latin-American Journal of Physics Education**, v. 10, n. 4, p. 26, 2016. Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6014060>. Acesso em: 10 mai. 2023.

PEREIRA, Ricardo Francisco; FUSINATO, Polônia Altoé; NEVES, Marcos Cesar Danhoni. Desenvolvendo um jogo de tabuleiro para o ensino de física. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, VII ENPEC, 2009, Florianópolis. **Anais**. Florianópolis, 2009, p. 12-23.

PRASS, Alberto Ricardo. **Representações sociais da física**. 2014. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, Porto Alegre, 2014. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/108541>. Acesso em: 23 abr. 2023.

RAMOS, Eugenio Maria de França; FERREIRA, Norberto Cardoso. **Brinquedos e jogos no ensino de Física**. In NARDI, Roberto. Pesquisas em Ensino de Física. 3º ed. São Paulo: Escrituras Editora, 2004.

RIBEIRO, Jair Lúcio Prado; DA SILVA VERDEAUX, Maria de Fátima. Uma investigação da influência da reconceitualização das atividades experimentais demonstrativas no ensino da óptica no ensino médio. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 18, n. 2, p. 239- 262, 2013. Disponível em: <https://ienci.if.ufrgs.br/index.php/ienci/article/view/129/0>. Acesso em: 19 jun. 2023.

SASSERON, Lúcia Helena. **Ensino de Física**. São Paulo: Cengage Learning, 2010.

SASSERON, Lúcia Helena. Alfabetização científica, ensino por investigação e argumentação: relações entre ciências da natureza e escola. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 17, p. 49-67, 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/epec/a/K556Lc5V7Lnh8QcckBTTMcq/?format=html&lang=pt>. Acesso em: 27 jun. 2023.

SILVA FILHO, Wanderley. Vitorino da. **Costa Ribeiro: ensino, pesquisa e desenvolvimento da física no Brasil**. Eduepb, 2013. Disponível em: <https://books.scielo.org/id/f6gwn>. Acesso em: 03 abr. 2023.

SCHAEFFER, Jean-Marie. A imagem precária : sobre o dispositivo fotográfico. Campinas: Papirus, 1996.

VIÑAOFRAGO, Antonio; ESCOLANO, Agustin. **Currículo, espaço e subjetividade: a arquitetura como programa**. Rio de Janeiro: DP&A, 1998.

VYGOTSKY, Lev. Semyonovic. **A formação social da mente**. São Paulo: Martins Fontes, 1984.

ZOLLER, Uri. Are lecture and learning: are they compatible? Maybe for LOCS; unlikely for HOCS. **Chemical Ed.**, p. 195-197, 1993. Disponível em: <https://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/ed070p195>. Acesso em: 02 mar. 2023.

ZOLLER, Uri.; PUSHKIN, David. Combining the goals of promoting higher-order cognitive skills (HOCS) with problem-based lab practice in a freshman organic chemistry course. **Pesquisa e prática em ensino de química**, v. 8, n. 2, pág. 153-171, 2007. Disponível em: <https://pubs.rsc.org/en/content/articlehtml/2007/rp/b6rp90028c>. Acesso em: 02 mar. 2023.