



## **O ENSINO DA HIDROSTÁTICA À LUZ DA TEORIA DOS CAMPOS CONCEITUAIS E NO CONTEXTO DA EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA**

Ivan Targino PONCIANO FILHO  
IFMG – Campus Ouro Branco  
e-mail: ivan.targino@yahoo.com.br

Gabriel Dias de CARVALHO JÚNIOR  
IFMG – Campus Ouro Branco  
e-mail: gabriel.carvalho@ifmg.edu.br

### **Resumo**

A presente pesquisa, de abordagem qualitativa, apresenta a proposta de construção e aplicação de uma intervenção didática para o ensino dos conceitos e teoremas da hidrostática para alunos do primeiro ano do ensino médio integrado de um campus do Instituto Federal de Minas Gerais, tomando como lastro teórico a Teoria dos Campos Conceituais (TCC) desenvolvida por Gérard Vergnaud, que articula de forma complementar a Epistemologia Genética de Jean Piaget e a Psicologia Sócio-Cultural de Lev Vygotsky. Pretendemos assim, por meio da conformação e desenvolvimento de uma sequência de ensino, promover um estudo de caso instrumental e, fazendo uso de questionário como instrumento de pesquisa, analisar a construção das trajetórias de aprendizagem por parte dos alunos participantes acerca dos conceitos inerentes à estática dos fluidos, bem como, verificar a coerência teórico-metodológica da TCC com a concepção do ensino integrado característica central do projeto pedagógico da Educação Profissional e Tecnológica (EPT) vigente nos Institutos Federais de ensino no país. A contradição entre os avanços científicos e tecnológicos e o aumento das desigualdades e problemas de âmbito sócio-ambiental na sociedade contemporânea, exige a construção de alternativas que permitam a socialização do conhecimento científico acumulado pela humanidade, de forma que os saberes produzidos possam servir para efetivas melhorias para o conjunto da sociedade. Contudo, essa socialização não se mostra possível enquanto estiver em vigor uma concepção de educação fragmentada e alienante, onde no ensino das ciências da natureza se expressa, predominantemente, numa prática docente que privilegia uma abordagem matematizada dos conteúdos curriculares, sendo urgente a superação dessa prática e construção de posturas didáticas que conduza para uma formação plena e integral dos indivíduos. A hipótese central da pesquisa em curso aponta para a conclusão de que a TCC se mostra um referencial teórico coerente e eficiente para o desenvolvimento e aprimoramento dessa prática alternativa no campo do ensino da Física, neste caso da hidrostática, na perspectiva apontada e o contexto da EPT.

**Palavras-chave:** Ensino de Física. Ensino Integrado. Teoria dos Campos Conceituais.

### **Introdução**

A escola não é uma instituição apartada da sociedade, de forma que a educação reflete e reproduz todos elementos sociais de uma época e suas contradições. No mundo



contemporâneo, grandes e contínuas inovações técnico-científicas e sua gradativa popularização dividem espaço com tensões e conflitos de todas as ordens (DALBEN; CASTRO, 2010). Ou seja, existe uma profunda contradição entre os avanços no campo da ciência e da tecnologia por um lado, e um consequente aumento das desigualdades sociais e problemas ambientais, por outro. Este cenário impõe dilemas e exige respostas e projetos consequentes para as gerações atuais, inclusive no campo da educação e no mundo escolar.

Por exemplo, temas de forte apelo e interesse social como o desemprego, aquecimento global ou a necessidade de se repensar a geração de resíduos domésticos e industriais decorrentes das diversas atividades humanas, não podem ser debatidos sem se considerar as mudanças e avanços da técnica desde a revolução industrial e as sucessivas mudanças no mundo do trabalho, sendo necessário pensar alternativas ético-político-científicas que permitam a superação desses problemas de forma racional e sem conduzir nossas comunidades e ecossistemas ao colapso.

Diante do exposto Silva e Schirlo (2014, p. 37) apontam que:

Nesse cenário, um dos principais papéis atribuídos à educação consiste em dotar a humanidade com uma capacidade de garantir o seu próprio crescimento e desenvolvimento sustentável, oferecendo aos homens as condições para que cada um tome seu destino em suas mãos.

Ou seja, uma das tarefas colocadas pelos agentes sociais que constroem a educação no país é fazer com que a ciência, em suas mais distintas dimensões, passe a ser não apenas medianamente compreendida pela maior parte da sociedade, “mas, e principalmente, facilitadora do estar fazendo parte do mundo” (CHASSOT, 2003, p.93).

Para tanto, o ensino das chamadas ciências da natureza, em específico, da física e de todo seu currículo formal estabelecido, cumpre um papel muito importante na inserção do indivíduo como sujeito crítico, ativo e transformador do seu meio social.

Uma das maneiras de investigar esse papel é por meio da compreensão das diferentes formas de pensar e agir dos sujeitos durante o processo de ensino-aprendizagem em física. Por meio dessa investigação, torna-se possível não apenas conhecer as diferenças que se manifestam em sala de aula, mas, sobretudo, criar dispositivos didáticos que contribuam para a construção significativa dos saberes em conexão com seus contextos de aplicação.

Nesse sentido, a Teoria dos Campos Conceitos que norteia essa pesquisa, ao afirmar que o saber se forma a partir de problemas a serem resolvidos, apresenta uma dimensão



situada do desenvolvimento conceitual. Por isso, ela demonstra, ao nosso ver, ser um bom suporte psicológico para o desenvolvimento de atividades de inserção didática com vistas à construção de saberes de forma significativa e crítica.

A hidrostática, componente curricular da física do ensino básico, e seu ensino, que também se conformam objeto de análise dessa pesquisa, é um exemplo categórico de um campo da física com profunda aplicação prática e técnica, como por exemplo em diversos equipamentos dos mais distintos ramos da chamada indústria de transformação.

Objetivamos ao final desta pesquisa avaliar se a TCC se mostra efetiva, no âmbito da Educação Profissional e Tecnológica (EPT), como referencial para o planejamento do ensino de física e na materialização do ensino médio integrado como sugere o projeto pedagógico vigente nos Institutos Federais de ensino no Brasil. Também pretendemos analisar e verificar a construção das trajetórias de aprendizagem dos alunos participantes desde estudo de caso instrumental. Para isso buscamos conceber uma sequência didática que auxilie de forma eficiente no processo de ensino-aprendizagem dos conceitos relacionados à hidrostática para alunos do ensino médio integrado de um campus do Instituto Federal de Minas Gerais.

### **Sobre qual ensino integrado estamos falando?**

O projeto de EPT em curso nos Institutos Federais de Educação no país (IFs) tem como base pedagógica o chamado ensino integrado. Contudo o entendimento que predomina em torno da noção de ensino integrado consiste em um modelo de escola em que o aluno deve ter acesso a um currículo estendido, no qual, de forma concomitante, teria contato com disciplinas do chamado currículo geral e com disciplinas de caráter específico, voltadas para a preparação do indivíduo para exercer determinada função em um ramo específico do mercado de trabalho.

Essa visão falsificada pelo senso comum está longe de ser a concepção real de ensino integrado, mas, lamentavelmente, encontra eco e reprodução, inclusive, dentro de instituições que deveriam ser vanguarda na defesa desse modelo de ensino.

Para compreender a concepção de ensino integrado aqui defendida, partimos do entendimento de que o trabalho é a categoria fundante do ser humano. É isso que nos distingue de qualquer outra espécie animal na face da terra. Como melhor explica Saviani (2007):



Se a existência humana não é garantida pela natureza, não é uma dádiva natural, mas tem de ser produzida pelos próprios homens, sendo, pois, um produto do trabalho, isso significa que o homem não nasce homem. Ele forma-se homem. Ele não nasce sabendo produzir-se como homem. Ele necessita aprender a ser homem, precisa aprender a produzir sua própria existência. Portanto, a produção do homem é, ao mesmo tempo, a formação do homem, isto é, um processo educativo. A origem da educação coincide, então, com a origem do homem mesmo. (SAVIANI, 2007, p. 154).

Trabalho e educação são, portanto, atividades essencialmente humanas que estão ligadas histórica e ontologicamente de forma tal que qualquer mutação na forma de produzir e de transformar a natureza acarreta, inevitavelmente, mudanças no campo da educação e da formação humana, seja ela institucionalizada por meio da escola e do currículo, ou não. Essas mutações sempre exigem dos sujeitos sociais o desenvolvimento de habilidades cognitivas à altura das demandas e exigências do mundo contemporâneo globalizado (SILVA; SCHIRLO, 2014).

Segundo Moura, Lima Filho e Silva (2015):

A formação é produto das relações sociais e de produção, e a escola, espaço institucionalizado onde também existe parte dela, é fruto de tais relações. [...] Na atual fase de desenvolvimento das forças produtivas, ancoradas na ciência, na técnica e na tecnologia, sob o domínio do sistema do capital, a escola vem tornando-se "essencial" à sociabilidade humana. (MOURA; LIMA FILHO; SILVA, 2015, p. 1059).

Com essa compreensão, para debater problemas coletivos em qualquer campo social, faz-se necessário analisar de forma crítica a atual etapa de desenvolvimento da sociedade para chegar a diagnósticos corretos e propor soluções adequadas para cada problema. Ao tratar de educação, ensino e formação humana, esse pressuposto também é válido.

Com o advento da grande indústria, a ciência deixa de ser um potencial espiritual e converte-se em potencial material, revolucionando a forma de se produzir mercadorias, ou seja, a relação homem-natureza (SAVIANI, 1994).

De acordo com Moura, Lima Filho e Silva (2015):

Em decorrência, a divisão social e técnica do trabalho constitui-se estratégia fundamental do modo de produção capitalista, fazendo com que seu metabolismo requeira um sistema educacional classista e que, assim, separe trabalho intelectual e trabalho manual, trabalho simples e trabalho complexo, cultura geral e cultura técnica, ou seja, uma escola que forma seres humanos unilaterais, mutilados, tanto das classes dirigentes como das subalternas. (MOURA; LIMA FILHO; SILVA, 2015, p. 1059).



Sobre esse tema, Peña (2015) vai mais além:

A divisão do trabalho, o trabalho produtivo e a produção de novas necessidades se desenvolvem através da história. E com eles crescem os objetos produzidos pelo homem, mas que o homem não domina; crescem as instituições criadas pelo homem, mas que o homem não domina. **O homem se aliena no que diz respeito às suas obras**, isto é, estas lhe parecem como objetos estranhos regidos por leis próprias que são impostas mesmo contra sua vontade. E, finalmente, ao se dividir a sociedade em classes, **o homem se aliena de si mesmo e se produz a alienação entre o homem e o homem.** (PEÑA, 2015, p.24, grifo nosso).

Contudo, diante da chamada reestruturação produtiva e com a retração do binômio taylorismo/fordismo, verifica-se a redução do proletariado fabril especializado clássico. Em seu lugar, o operário educado sob a filosofia da produção toyotista é constantemente motivado a participar dos projetos, inovações e soluções em seu local de trabalho (ANTUNES; ALVES, 2004).

Ainda que haja uma mudança significativa e uma aparente superação na divisão intelectual do trabalho nos marcos do toyotismo, em que o operário é convidado a aportar intelectualmente com a forma de organizar o trabalho e a produção, Antunes e Alves (2004) ressaltam que a alienação como fenômeno social mantém-se, em essência, preservada.

Mesmo entendendo que a superação completa das relações sociais fundadas na alienação só seja possível com a superação da sociedade dividida em classes sociais, hoje materializada no modo de produção capitalista, consideramos que a escola, o currículo e a prática docente sejam campos de disputa em torno dessa estratégia. Essa realidade impõe à educação escolar a tarefa de opor-se à lógica sócio-política em curso, primando pela reprodução de valores éticos inerentes e necessários à construção de uma sociedade igualitária, sendo a escola um ambiente onde se deva incentivar a formação humanista e integral dos indivíduos (CARVALHO JR, 2011).

Para tanto, reivindicamos, assim como Araújo e Frigotto (2015), o ensino integrado como uma alternativa a serviço desse horizonte, entendendo-o como:

[...] um projeto que traz um conteúdo político-pedagógico engajado, comprometido com o desenvolvimento de ações formativas integradoras (em oposição às práticas fragmentadas do saber), capazes de promover a autonomia e ampliar os horizontes (a liberdade) dos sujeitos das práticas pedagógicas, professores e alunos, principalmente. (ARAÚJO e FRIGOTTO, 2015, p. 63).

Cabe ressaltar, em tempo, que essa compreensão de ensino integrado não deve se restringir ao campo da educação profissional, pois não se materializa de forma mecânica e



imediate por meio da concomitância de disciplinas técnicas com o conteúdo "geral" legalmente estabelecido. Assim como sua implementação não se reduz à vontade única dos docentes e gestores educacionais.

O esforço pela democratização do conhecimento científico, ao nosso ver, é ponto de apoio para a construção de metodologias alternativas para o ensino das ciências da natureza, notadamente a disciplina de Física, e se constitui parte fundamental para a consolidação da utopia da formação integral, unilateral, humanista e desalienante. Acreditamos que a TCC oferece o suporte teórico-metodológico para a articulação de intervenções didáticas com esse propósito, como veremos adiante.

### **A Teoria dos Campos Conceituais (TCC) enquanto aporte teórico-metodológico**

A TCC, proposta por Gérard Vergnaud, estabelece um diálogo entre Epistemologia Genética de Jean Piaget e a Psicologia Sócio-Cultural de *Lev Vygotsky* e considera a conceitualização o cerne e pedra angular do desenvolvimento cognitivo (MOREIRA, 2002). Como esclarece esse autor:

Não é, no entanto, uma teoria de ensino de conceitos explícitos e formalizados. Trata-se de uma teoria psicológica do processo de conceitualização do real que permite localizar e estudar continuidades e rupturas entre conhecimentos do ponto de vista de seu conteúdo conceitual [...]. Consequentemente, a teoria dos campos conceituais é uma teoria complexa, pois envolve a complexidade decorrente da necessidade de abarcar em uma única perspectiva teórica todo o desenvolvimento de situações progressivamente dominadas, dos conceitos e teoremas necessários para operar eficientemente nessas situações, e das palavras e símbolos que podem representar eficazmente esses conceitos e operações para os estudantes, dependendo de seus níveis cognitivos. (MOREIRA, 2002, p. 8).

Ao utilizar-se da TCC como lastro teórico-metodológico, podemos analisar a trajetória de aprendizagem de um sujeito diante do enfrentamento de uma situação, um problema a ser superado, como bem afirma Carvalho Jr e Aguiar Jr (2008):

Com a análise do sujeito de situação, proposta por Vergnaud, podemos pesquisar e compreender melhor a evolução temporal dos sujeitos à medida que aprendem, bem como pensar em planejamentos de intervenções didáticas centradas nas características dos conteúdos que serão estudados. Para o autor, o desenvolvimento cognitivo é fortemente influenciado pelo conteúdo do ensino. A sua teoria dos campos conceituais afirma que o ponto fundamental da cognição é o processo de conceitualização do real, atividade psicológica interna ao sujeito que não pode ser reduzida nem a operações lógicas gerais, tampouco às operações puramente linguísticas. (CARVALHO JR e AGUIAR JR, 2008, p. 210-211).



Somos da opinião de que a abordagem conceitual no ensino de Física rompe com o caráter mecanicista de transmissão de conteúdo característica da chamada concepção matematizada que predomina no campo da didática. Não se quer, com isso, negar a importância da matemática na explicação e descrição dos fenômenos físicos. O que defendemos, primeiramente, é que o ensino de Física deve se apoiar em habilidades cognitivas que superem a mera aplicação de equações (CARVALHO JR, 2011), ou como sintetizam Plaisance e Vergnaud (2003, p.74), "a parte essencial dos processos cognitivos é a conceitualização".

Faz-se necessário esclarecer que, ao tratar da conceitualização, Plaisance e Vergnaud se referiam a um processo não relacionado apenas ao campo da didática, mas à psicologia e ao desenvolvimento cognitivo mais geral. Em outras palavras, a TCC não se conforma em uma teoria didática, ainda que acreditemos ter forte validade e aplicação nesse campo, e sim em uma teoria psicológica, tratando, de fato, de como aprendemos e não necessariamente como podemos ensinar um conceito ante a uma situação.

Por esse norte, a prática docente deve ser, necessariamente, apoiada a uma postura que fomente a discussão permanente entre os sujeitos envolvidos, tal como aponta Carvalho Jr (2011):

No campo da análise dos conceitos, leis, hipóteses e de todas as relações decorrentes, a construção dos conhecimentos deve ser feita mediante um diálogo constante entre os atores da prática educativa. Essa concepção de ensino entende o professor como mediador entre os vários saberes estabelecidos, cada qual com suas particularidades, fundamentações e campos de validade. (CARVALHO JR, 2011, p. 18).

Para prosseguirmos, faz-se necessário definir o que vem a ser um campo conceitual. Segundo Carvalho Jr (2011, p. 31) trata-se de "um conjunto de conceitos e situações cujo domínio se dá ao longo de um extenso período de tempo e articula uma grande quantidade de relações entre conceitos".

Pelo exposto, segundo a TCC, o conhecimento está organizado em campos e que o entendimento ou domínio de um dado campo por parte de um indivíduo se dá num largo período de tempo, considerando o acúmulo de experiência, maturidade e aprendizagem, ou seja:

[...] o domínio de um campo conceitual não ocorre em alguns meses, nem mesmo em alguns anos. Ao contrário, novos problemas e novas propriedades devem ser



estudados ao longo de vários anos se quisermos que os alunos progressivamente os dominem. De nada serve tentar contornar as dificuldades conceituais; elas são superadas na medida em que são encontradas e enfrentadas, mas isso não ocorre de um só golpe. (MOREIRA, 2002, p. 8).

Ao falarmos de conceito na TCC, referimo-nos a “uma trinca indissolúvel e coordenada entre situações (S), as representações semióticas (R) e os invariantes operatórios (I)” (CARVALHO JR, 2011, p. 31). Nesta representação, aponta o autor, as situações dão significado ao conceito, os elementos semióticos (linguagem verbal e simbólica) correspondem aos significantes do conceito, enquanto os chamados invariantes operatórios são dotados da operacionalidade do conceito, já que é aqui que se localizam as formulações e regulações que permitem ao indivíduo atuar frente ao problema.

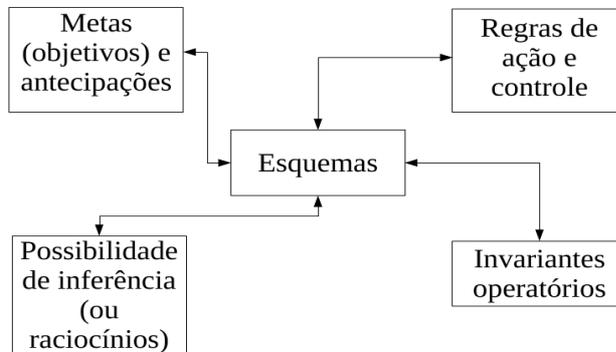
Ao mesmo tempo em que é nítida a influência piagetiana nas elaborações dessa teoria “na ideia central de que o sujeito trabalha internamente para construir relações entre objetos (físicos e psicológicos)” (CARVALHO JR, 2011, p.32). Vergnaud, diferente de Piaget, “não procura construir uma teoria geral para o desenvolvimento. Ao contrário, procura relacionar o desenvolvimento do sujeito com as tarefas que esse sujeito é levado a resolver.” (CARVALHO JR, 2011, p.60). Em outras palavras:

Em Piaget, de modo semelhante, a interação sujeito-objeto não é direta, mas mediada por esquemas de assimilação que o sujeito dispõe e lança mão ao interagir com o objeto do conhecimento. O que Vergnaud acrescenta a Piaget é uma maior ênfase ao caráter situado da conceitualização. O objeto do conhecimento será, então, sempre um objeto em situação, não existindo uma ordem total linear para as aquisições dos sujeitos. (CARVALHO JR, 2011, p.32).

Essa noção de esquema, de origem nas elaborações de Kant e desenvolvida por Piaget, é central na TCC. Longe de ser entendida como um algoritmo ou receita de ações pré-definidas, esquema deve ser entendido como a organização invariante do comportamento diante de uma determinada situação (MOREIRA, 2002).

Segundo Vergnaud, “o conceito de esquema é muito frutífero, não somente para descrever comportamentos familiares, mas também para descrever e compreender os processos de resoluções de problemas” (VERGNAUD, 1998, p. 173). Aqui, o autor identifica quatro elementos que compõem um esquema:

**Figura 1** - O conceito de Esquema em Vergnaud



Fonte: Própria (2019).

Nesse diagrama, cabe um destaque inicial para as metas (objetivos) e antecipações, uma vez que um determinado esquema sempre busca a superação de uma determinada classe de situações. A sequência de ações do sujeito em situação é orientada pelas regras de ação e controle. Os invariantes operatórios guiam a construção dos modelos mentais. As possibilidades de inferência (ou raciocínios) permitem determinar as regras e antecipações a partir das informações e dos invariantes operatórios de que dispõem os sujeitos. (VERGNAUD, 1998)

Destes elementos, os invariantes operatórios, compostos pelos conceitos-em-ação e teoremas-em-ação, permitem alcançar a informação pertinente e estabelecer objetivos, parta daí, inferir as regras de ação mais pertinentes.

Ao enfrentar uma determinada situação, um indivíduo organiza seus esquemas, seleciona os conceitos válidos relacionados, planeja sua intervenção e propõe iniciativas e respostas. Esse processo ocorre de forma complexa e exige uma articulação entre os recursos existentes no repertório cognitivo do sujeito. Os conceitos-em-ação e os teoremas-em-ação são as ferramentas que permitem um sujeito atuar em situação (CARVALHO JR, 2011).

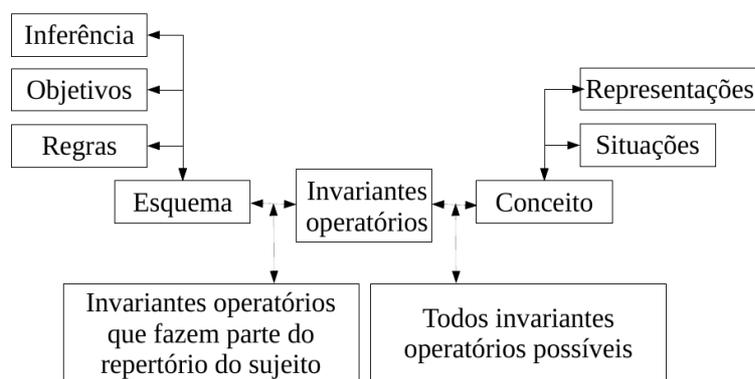
Os conceitos-em-ação são construtos dos quais é dotado o indivíduo, orientados para uma determinada classe de situações. Eles podem ser pertinentes ou não pertinentes e não são conceitos verdadeiros, por não serem oriundos de uma teoria científica. Já os teoremas-em-ação são responsáveis pela articulação entre conceitos-em-ação, podendo ser falsos ou verdadeiros (CARVALHO JR, 2011).

Desse enunciado descritivo da TCC, está claro que a ação de um sujeito em situação exige a articulação entre diversos recursos do sujeito. Ao responder a uma determinada

situação, os erros de um sujeito podem ter origem em duas dimensões, ou em um conceito-em-ação não pertinente ou em um teorema-em-ação falso. Cabe destacar que, nesse processo, os invariantes operatórios podem evoluir, ampliando as competências dos sujeitos segundo a TCC.

O diagrama abaixo apresenta uma forma sintetizada de representar a TCC:

**Figura 2 - A Teoria dos Campos Conceituais e seus elementos constituintes**



Fonte: Própria (2019).

Os elementos dispostos à esquerda do diagrama estão relacionados com os aspectos subjetivos no processo de ensino-aprendizagem, cujo centro é delimitado pela noção de esquema. Já os elementos apresentados mais à direita da imagem estão ligados ao meio cultural ao qual está imerso o indivíduo, ou seja, consiste na dimensão objetiva do processo de ensino-aprendizagem, merecendo destaque o elemento “conceito”.

O vínculo entre esses dois territórios é feito pelos chamados invariantes operatórios, já elucidados anteriormente, e se configura como um importante aporte de Vergnaud e de sua teoria. À primeira vista cabe afirmar que está claro e coerente (embora não seja este o objeto de discussão deste artigo) a articulação entre a Epistemologia Genética e a Psicologia Sócio-Cultural no âmbito da TCC.

Como se vê, a ação do educador dá-se no campo objetivo, na proposição de situações que permitam ao sujeito em ação avanços na sua trajetória de apropriação de um determinado conceito, de ampliação de suas consequências e na evolução dos invariantes operatórios.

É justamente neste âmbito que se coloca a proposição da sequência de ensino em que buscaremos trabalhar os conceitos e teoremas da hidrostática. O critério central na elaboração da sequência será o de sugerir a análise coletiva por parte da turma de alguns fenômenos



apresentados por meio de experimento ou de leitura complementar que contextualize e localize no desenvolvimento da história da física os temas que serão abordados.

Serão propostas atividades que abordem os conceitos de pressão, pressão atmosférica, teorema de Pascal e de Arquimedes, todas elas desenvolvidas com materiais de baixo custo e debatidas coletivamente de tal forma a permitir o registro audiovisual que permitirão avaliar se as hipóteses levantadas nessa pesquisa se verificam e o quão são coerentes com o referencial teórico que nos apoiamos. Ao final, construiremos coletivamente as análises matemáticas dos conceitos e teoremas abordados em cada aula da referida sequência didática, sendo essa a conclusão de nossa abordagem e não o centro do processo de ensino-aprendizagem.

### **Procedimentos metodológicos**

Uma forma de conceber a ciência passa por entendê-la como uma atitude que, pautada na objetividade, na precisão e na réplica diante da busca pelo conhecimento, é marcada pela utilização de métodos que permitem obter e analisar dados e observações, concebidos para garantir que as conclusões possam ser repetidas em circunstâncias similares e generalizadas (LEFRANÇOIS, 2015).

Ao mesmo tempo que:

a ciência se constitui aplicando técnicas, seguindo métodos e apoiando-se em fundamentos epistemológicos. Tem assim elementos gerais que são comuns a todos os processos de conhecimento que pretenda realizar, marcando toda atividade de pesquisa. (SEVERINO, 2009, p. 217).

No campo da educação é válido afirmar que as pesquisas científicas se enquadram em dois tipos, dois modelos de características determinadas e distintas, a pesquisa quantitativa e a pesquisa qualitativa. Pelo que expõe Ludwing (2014):

A pesquisa quantitativa tem como pressuposto a separação entre o sujeito investigador e o objeto investigado e faz uso da linguagem matemática na apresentação dos resultados alcançados. A pesquisa qualitativa, por sua vez, leva em conta a junção do sujeito com o objeto e busca fazer uma exposição e elucidação dos significados que as pessoas atribuem a determinados eventos. (LUDWING, 2014, p. 205).

Determinado o tipo de abordagem que norteará o percurso investigatório, faz-se também necessário determinar as técnicas e instrumentos metodológicos que serão utilizados



pelo pesquisador. Das mais utilizadas na pesquisa educacional optamos pela utilização do questionário enquanto instrumento e usaremos recursos de registro audio-visual para avaliação da aplicação da Sequencia Didática.

Precisamos também estabelecer a modalidade ou estratégia pela qual se desenvolverá a pesquisa. Para tanto faremos uso do chamado estudo de caso. Mas é preciso compreender corretamente do que trata e o que caracteriza-o.

Alves-Mazzotti (2006) citando Stake (2000) explica que "um estudo de caso é uma unidade específica, um sistema delimitado cujas partes são integradas" havendo três tipos distintos sob a ótica de suas finalidades: intrínseco, instrumental e coletivo. (ALVES-MAZZOTTI, 2006, p. 641).

No tipo intrínseco busca-se compreender um caso pelo interesse despertado por ele de forma particular. No estudo de caso instrumental, visa-se compreendê-lo na expectativa de que ele pode ajudar no entendimento de algo mais amplo. E no coletivo, o investigador trabalha concomitantemente alguns casos, na busca de conclusões mais ampla, ou seja, é praticamente um estudo de caso instrumental estendido a vários casos. (Alves-Mazzotti, 2006)

Ante a todo exposto, a presente pesquisa buscará desenvolver uma abordagem qualitativa, por meio de um estudo de caso instrumental, usando como instrumento metodológico questionários.

## **Conclusões**

Compreender a atual etapa de desenvolvimento da sociedade contemporânea e seus dilemas é pré-requisito elementar para se debater e apontar a superação das contradições impostas para a humanidade no seu momento atual. Seja no campo político, econômico, ambiental, ético-moral, científico ou educacional, está claro que as alternativas e projetos em voga se mostram limitados ou equivocados quando pensamos nas necessidades das gerações futuras.

Ao se debater um projeto de escola, currículo e prática docente, precisamos fazer uso de uma concepção antagônica ao que se tem estabelecido historicamente (e principalmente!) no Brasil e países da periferia do capitalismo. O modelo de escola e de formação humana posto em prática visa unicamente formar indivíduos funcionais às necessidades do dito mercado de trabalho.



Em oposição a essa concepção, defendemos a essência do chamado ensino integrado. Por essa concepção, buscamos criar as condições em todos os aspectos para promover a formação humana integral, em oposição à formação fragmentada e alienante que se resulta da educação formal tal como é promovida até hoje.

Um dos elementos desse projeto, passa pela socialização do conhecimento científico acumulado pela humanidade e que é peça fundamental para a solução de muitos dos desafios colocados para nossa geração. Entretanto o ensino das ciências da natureza, notadamente da física, dá-se, em sua maioria, de forma mecânica, superficial e ineficiente, uma vez que é marcado, sobretudo, por uma visão de ensino matematizada, em detrimento da compreensão efetiva dos fenômenos e conceitos físicos em estudo.

Para permitir a real e efetiva apropriação do conhecimento físico, e no caso específico do objeto dessa pesquisa, dos conceitos e teoremas relacionados ao ensino aprendizagem da hidrostática, temos como uma hipótese central que a TCC se conforma uma ferramenta teórico-metodológica que aporta satisfatoriamente para essa meta contestadora e de superação do quadro estabelecido. Segundo Plaisance e Vergnaud (2003):

Um argumento essencial a favor do estudo dos campos conceituais, mais que de conceitos isolados, é que um conceito ganha sentido em situações de grande variedade; que não se analisa uma situação graças a um conceito único, mas graças a um conjunto deles; e que os mesmos aspectos do mesmo conceito não são adequados para tratar diferentes situações ou para diferentes procedimentos de tratamento. (PLAISANCE e VERGNAUD, 2003, p. 76).

De todo exposto, apostamos que a materialização consequente desse modelo teórico na prática cotidiana do mundo escolar deve significar profundas alterações na forma como se realiza a escola e a educação atualmente.

Identificamos ao menos dois méritos que apontam para a efetividade e coerência da TCC com a concepção que defendemos. Primeiro, influenciado pelos aportes de Piaget, a TCC põe o sujeito como centro da aprendizagem, à medida que descreve os avanços das competências do indivíduo ao deparar-se com a resolução de problemas. Como consequência real desse pressuposto, a prática docente pautada nessa teoria alimenta uma postura ativa, efetiva, crítica e criadora no sujeito, competência fundamental para uma formação plena e integral.

Junto a esse mérito, é válido destacar que a atuação do educador centrada na promoção de situações de aprendizagem e de diálogo permanente, visando incentivar a utilização dos



chamados invariantes operatórios, cria um ambiente de aprendizagem democrático, autônomo e contestador, requisitos sem os quais a prática docente e discente tornam-se alienantes e não libertadoras.

Ao aplicarmos a sequência didática acreditamos que deverá predominar o estímulo ao desenvolvimento e apropriação dos conceitos por parte do alunado, devido ao ambiente provocador que pretendemos estabelecer seja com a utilização de experimentações envolvendo fenômenos da hidrostática, seja por meio de leitura complementares que visarão contextualizar e historicizar o desenvolvimento dessa ciência e de sua aplicação prática. Este último aspecto se conforma como a negação do que predomina hoje em nossas aulas de aula e na prática docente que privilegia abordagens abstratas e centradas nas explicações e descrições matemáticas dos fenômenos.

Reafirmamos que esse esforço de analisar a viabilidade de inserção da TCC enquanto marco teórico a serviço da democratização da educação científica vai nesse sentido mais amplo de contribuir para a efetivação da concepção de ensino médio integrado, como parte da busca de um horizonte ético-político-pedagógico que rompa com o projeto educacional vigente.

## Referências

ALVES-MAZZOTTI, Alda Judith. Relevância e Aplicabilidade da Pesquisa em Educação. **Cadernos de Pesquisa**, n. 113, p. 39-50, julho/2001. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cp/n113/a02n113.pdf>> Acesso em: 18 abr. 2019.

ALVES-MAZZOTTI, Alda Judith. Usos e Abusos dos Estudos de Casos. **Cadernos de Pesquisa**, v. 36, n. 129, p. 637-651, set./dez. 2006. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cp/v36n129/a0736129.pdf>> Acesso em: 18 abr. 2019.

ANTUNES, Ricardo; ALVES, Giovanni. As mutações no mundo do trabalho na era da mundialização do capital. **Educação & Sociedade**, v. 25, n. 87, p. 335-351, 2004. Disponível em: <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=87314215003>>. Acesso em: 21 out. 2018.

ARAÚJO, Ronaldo Marcos de Lima; FRIGOTTO, Gaudêncio. Práticas pedagógicas e ensino integrado. **Revista Educação em Questão**, v. 52, n. 38, p. 61-80, 2015. Disponível em: <<https://periodicos.ufrn.br/educacaoemquestao/article/viewFile/7956/5723>>. Acesso em: 21 out. 2018.

CARVALHO JR, Gabriel Dias; **Aula de física do planejamento à avaliação**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2011.



CARVALHO JR, Gabriel Dias; AGUIAR JR, Orlando. Os campos conceituais de Vergnaud como ferramenta para o planejamento didático. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**. Florianópolis, v. 25, n. 2, p. 207-227, ago. 2008. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2008v25n2p207/5632>>. Acesso em: 27 nov. 2018.

CHASSOT, Attico. Alfabetização científica: uma possibilidade para a inclusão social. **Revista Brasileira de Educação**, Rio de Janeiro, n. 22, p. 89-100, jan./abr. 2003. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbedu/n22/n22a09.pdf>>. Acesso em: 15 nov. 2018.

DALBEN, Ângela Imaculada L. F.; CASTRO, Elza Vidal de. A Relação Pedagógica no processo escolar: Sentidos e Significados. In: TEIXEIRA, Adla Betsaida Martins (Org.). **Temas atuais em Didática**. Belo Horizonte: Ed. UFMG, 2010, p. 13-59.

LEFRANÇOIS, Guy. R. **Teorias da aprendizagem: o que a velha senhora disse**. 5 ed. 23 reim. São Paulo: Cengage Learning, 2015.

MOREIRA, Marco Antonio. A teoria dos campos conceituais de Vergnaud, o ensino de ciências e a pesquisa nessa área. **Investigações em Ensino de Física**, Porto Alegre, n. 07, p. 07-29. março de 2002. Disponível em: <<https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/569/361>> Acesso em: 24 nov. 2018.

MOURA, Dante Henrique; LIMA FILHO, Domingos Leite; SILVA, Mônica Ribeiro. Politecnicidade e formação integrada: confrontos conceituais, projetos políticos e contradições históricas da educação brasileira. **Revista Brasileira de Educação**, v. 20, n. 63, p. 1057-1080, 2015. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbedu/v20n63/1413-2478-rbedu-20-63-1057.pdf>>. Acesso em: 28 out. 2018.

PEÑA. Milcíades. **O que é Marxismo?**. São Paulo: Editora Sundermann, 2015.

PLAISANCE, Éric; VERGNAUD, Gérard. **As ciências da Educação**. São Paulo: Edições Loyola, 2003.

SAVIANI, Demerval. Trabalho e educação: fundamentos ontológicos e históricos. **Revista Brasileira de Educação**, Campinas, v. 12, n. 32, p. 152-180, jan./abr. 2007. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbedu/v12n34/a12v1234.pdf>>. Acesso em: 28 out. 2018.

SAVIANI, Dermeval. O trabalho como princípio educativo frente às novas tecnologias. In: FERRETTI, Celso J.; ZIBAS, Dagmar M. L.; MADEIRA, Felicias R.; FRANCO, Maria Laura P. B. (orgs.). **Novas tecnologias, trabalho e educação: um debate multidisciplinar**. Petrópolis: Vozes, 1994, p. 151-168.

SILVA, Sani de Carvalho Rutz da; SCHIRLO, Ana Cristina. Teoria da aprendizagem significativa de Ausubel: reflexões para o ensino de física ante a nova realidade social. **Revista Imagens da Educação**, v. 4, n. 1, p. 36-42, 2014. Disponível em: <<http://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ImagensEduc/article/view/22694>> Acesso em: 21 out. 2018.



VERGNAUD, G. A Comprehensive Theory of Representation for Mathematics Education.  
**Journal of Mathematical Behavior**, v. 2, n. 17, p. 167-181. 1998.