

O MÉTODO CLÍNICO PIAGETIANO E SUA APLICAÇÃO NO ENSINO DE CONCEITOS FÍSICOS E MATEMÁTICOS¹

The piagetian clinical method and its application in the teaching of physical and mathematical concepts

Gisele Cristiane Silva Alves

Resumo

A teoria Piagetiana e o Construtivismo mostraram uma nova forma de conceber o desenvolvimento do conhecimento. Por isso, o crescente interesse em aproximar a teoria das questões e interesses educacionais. Nesse sentido, o trabalho investigou as contribuições do quadro teórico piagetiano e do método clínico para o aperfeiçoamento dos procedimentos didáticos e dos procedimentos pedagógicos em sala de aula, e, por consequência, na construção dos conhecimentos dos alunos. Examinamos como a aplicação de situações-problema sobre conceitos físicos e matemáticos aliada ao método clínico piagetiano, em um cenário de ensino por investigação, pode contribuir para a aprendizagem dos alunos e para a apropriação do professor como pesquisador da sua própria prática. Por meio de uma abordagem qualitativa e reconhecendo o valor pedagógico do método clínico, observou-se que os alunos levantaram hipóteses, discutiam e discordavam entre si. Essas ações dialéticas proporcionam novos equilíbrios e novas organizações.

Palavras-chave: Método Clínico. Sequência de ensino investigativo. Ensino e aprendizagem de Matemática e Física.

Abstract

Piagetian theory and Constructivism showed a new way of conceiving the development of knowledge. Hence, the growing interest in bringing the theory closer to educational issues and interests. In this sense, the work investigated the contributions of the Piagetian theoretical framework and the clinical method to the improvement of didactic procedures and pedagogical procedures in the classroom, and,

consequently, in the construction of students' knowledge. We examine how the application of problem situations about physical and mathematical concepts combined with the Piagetian clinical method, in an inquiry-based teaching scenario, can contribute to student learning and to the appropriation of the teacher as a researcher of his own practice. Through a qualitative approach and recognizing the pedagogical value of the clinical method, it was observed that students hypothesized, discussed, and disagreed with each other. These dialectical actions provide new imbalances and new organizations.

Keywords: Clinical Method. Investigative teaching sequence. Teaching and learning of Mathematics and Physics.

Introdução

O método clínico piagetiano foi apropriado por estudiosos como uma nova forma de condução das pesquisas experimentais com crianças no estudo do desenvolvimento do pensamento. Segundo D'Ambrosio (2012, p. 18) e Macedo (2010, p. 66), os estudos de caso e o método clínico, de caráter qualitativo, apresentaram uma alternativa ao tratamento estatístico da época. Os resultados encontrados por Piaget eram, até então, desconhecidos das pesquisas sobre desenvolvimento cognitivo.

As origens e as vertentes epistemológicas e metodológicas do método clínico conduziram modificações em seu desenvolvimento à medida em que se davam os interesses de investigação de Piaget e seus colaboradores. Vinh Bang (1966, p. 39)

¹ Esse texto resulta da Dissertação e do Produto Educacional defendidos no Mestrado Profissional em Formação Docente para Ciências, Tecnologias, Engenharias e Matemática (PPGSTEM - UERGS - RS), sob a supervisão da Professora Doutora Tânia Cristina Baptista Cabral (PPGSTEM-UERGS).

considera que o método clínico está ligado a todo o trabalho de Piaget em Psicologia.

Segundo Delval (2012, p. 7), nos primeiros estudos, Piaget empregou o que denominou, inicialmente, de método clínico, e posteriormente, de método clínico-crítico. A dimensão crítica, segundo Vinh Bang, tem valor experimental e heurístico, pois se relaciona com o questionamento sistemático das afirmações do sujeito. Não se trata, simplesmente, da verificação da resposta, mas da apreensão da atividade lógica-operatória (BANG, 1966, p. 45).

Para Piaget, aprender é construir estruturas de adaptação. Ao agir sobre a realidade, o sujeito vai construindo propriedades desta ação e, por consequência, seu próprio conhecimento. O emprego da palavra “construção” foi sustentado por Piaget em seus estudos que mostraram que o conhecimento não pode ser resultado de uma transmissão de conteúdos ou informações. De acordo com Becker (2003, p. 14), a aprendizagem se dá pela ação do próprio sujeito e não pelo ensino, portanto, este não pode ser visto como a fonte da aprendizagem.

O Construtivismo de Piaget teve, e ainda tem, muita influência nas discussões sobre a prática do ensino e a aprendizagem. Embora os conceitos piagetianos não sejam novos, há um crescente interesse em aproximar a teoria das questões educacionais, como mostram os dados quantitativos da pesquisa de Silva (2021).

Em termos históricos, no Brasil, a ideia de aplicar a teoria piagetiana no ensino surgiu por meio do movimento escolanovista. Por estratégias de ensino que valorizassem a participação do aluno como sujeito da sua aprendizagem, dada a constatação de que o conhecimento é construído pela criança mediante a ação (NOGUEIRA, NOGUEIRA, 2017, p. 108). Na Matemática, segundo Nogueira (2013, p. 285), desde o Movimento da Matemática Moderna (MMM), na década de 1950, o ambiente se tornou propício para fundamentar o ensino na teoria piagetiana.

No entanto, embora muitos professores se autodenominem construtivistas, acabam por adotar posturas próximas do empirismo. A Teoria

Construtivista abrange vieses epistemológicos e psicológicos, não traduzíveis diretamente à prática educacional. Por outro lado, a sala de aula está cercada de variáveis que não foram consideradas nos estudos do sujeito epistêmico de Piaget, como sua função social e cultural (DELVAL, 2001, p. 79).

Perante o exposto, na presente pesquisa investigou-se as contribuições do quadro teórico piagetiano e do método clínico para o aperfeiçoamento dos procedimentos didáticos e dos procedimentos pedagógicos em sala de aula, e, por consequência, na construção dos conhecimentos dos alunos. O caminho metodológico-didático se alinha ao ensino por investigação, ao discutir as questões vinculadas à condução do aluno como agente principal na construção do seu conhecimento e na apropriação do professor como pesquisador da sua própria prática.

Os resultados aqui apresentados são reflexões sobre a prática de ensino da pesquisadora em sua própria sala de aula. Trata-se de uma Engenharia Didática (ARTIGUE, 1998), organizada e articulada por meio de uma sequência de situações-problema sobre conceitos físicos e matemáticos que foram aplicadas com uma turma de 32 alunos do sétimo ano do Ensino Fundamental da Escola Municipal Lauro Rodrigues, localizada na cidade de Porto Alegre - RS.

Em coerência com o aparato teórico, a metodologia da pesquisa segue uma abordagem qualitativa (CRESWELL, 2007). Buscou-se responder: “Quais as contribuições do método clínico como ferramenta didático-pedagógica em uma sequência de atividades pautadas no ensino por investigação sobre conceitos de Física e Matemática?”. Na descrição das análises da aplicação das atividades, avaliou se o estudo possibilitou discussões acerca: (i) das contribuições do método clínico de Piaget como estratégia didática e pedagógica; (ii) do método clínico aliado a um ambiente de aprendizagem investigativo; (iii) das atividades da sequência de ensino investigativa como ferramenta para construção dos conhecimentos físicos e matemáticos; (iv) da influência das

conversações para a construção dos conceitos; (v) da apropriação do professor como pesquisador da sua própria prática; (vi) das questões pertinentes do decurso das aplicações em sala de aula para a produção do produto educacional.

As provocações para este estudo, nasceram da necessidade de compreender como os alunos constroem seus entendimentos diante dos conceitos físicos e matemáticos. Percebeu-se, nas experiências das aulas, que, quando falam sobre seus modos de compreender e argumentam em pares, os alunos conseguem perceber suas falhas e, por si mesmos, reorganizar seu pensamento e corrigi-las. Ao romper com “*O professor, na posição de sujeito suposto tudo saber, que procura sustentar o controle sobre ensinar uma matéria, sobre responder às perguntas do aluno, sobre pressupor o que o aluno sabe ou não*” (CABRAL, 2021, p. 114), é possível estabelecer um ambiente de aprendizagem democrático e investigativo (ALRØ; SKOVSMOSE, 2010).

Metodologia da Pesquisa

O trabalho desenvolvido consistiu na elaboração de uma Sequência de Ensino Investigativo (SEI) sobre conhecimentos de Física e Matemática. As atividades compõem o Produto Educacional² validado e avaliado por banca examinadora.

A SEI desenvolvida toma como base, na sua elaboração e aplicação em sala de aula, a sequência proposta por Carvalho *et al.* (1998) e Carvalho (2013). Outras referências sustentaram a elaboração da SEI, contudo, as atividades foram parametrizadas pelo contexto da turma.

O trabalho de Carvalho juntamente com outros autores apresenta atividades sobre o conhecimento físico para crianças do ensino fundamental, sob a ótica da investigação, da ação e da reflexão. O objetivo dessas atividades aproxima-se aos interesses da nossa pesquisa: criar condições para o aluno pensar sobre o mundo que o rodeia; conseguir resolver um problema com o grupo, estabelecendo e testando suas

próprias hipóteses; sistematizar esse conhecimento tomando consciência do que foi feito por meio da discussão; e elaborar textos ou desenhos sobre o conhecimento produzido (CARVALHO *et al.*, 1998, p. 7).

Integrar conceitos de Física e Matemática na proposta das atividades se justifica com base na concepção de que, no trabalho com os conhecimentos físicos, estão, também, envolvidos conhecimentos matemáticos. Trata-se de um conjunto de situações que abordam um feixe de vários conceitos, uma vez que “*não há conceitualização sem a construção de invariantes, porque se trata justamente de dominar uma variedade de casos.*” (VERGNAUD, 2002, p. 7).

O levantamento das obras pertinentes e teorias de base auxiliaram na elaboração das atividades, bem como, na análise das respostas dos alunos diante das situações. O trabalho, aplicado em nossa própria sala de aula, considerou: (i) os registros das atividades realizadas pelos alunos; (ii) as observações do caderno de campo da professora; e (iii) os diálogos estabelecidos durante as atividades.

Cabe ressaltar que adotamos as vertentes do método clínico piagetiano, não em caráter clínico ou psicopedagógico (diagnóstico). Tampouco, recorreremos à interpretação: estágios do desenvolvimento *versus* condições de aprendizagem e ensino. O interesse pelo valor pedagógico do método clínico foi estabelecer condições para conhecer as percepções e os entendimentos dos nossos alunos.

O método clínico possibilita tomadas de consciência sobre um determinado assunto, permitindo a generalização e a construção do conhecimento. Segundo Keback (2007, p. 45), associado a um ambiente de pesquisa em sala de aula, permeado por situações-problema, trabalho em grupo, diálogos e novas investidas de organizações, o método pode proporcionar que novos desequilíbrios sejam provocados nos sujeitos envolvidos.

Diante disso, em sala de aula, a investigação corroborou a síntese realizada

² Disponível na plataforma EDUCAPES através do link:

<https://educapes.capes.gov.br/handle/capes/731538>.

por Delval (2006, p. 521-523) que reúne aspectos metodológicos do método clínico na realização de uma pesquisa. Para o registro dos resultados da aplicação das atividades, recorreu-se ao diário de campo como instrumento de registro dos acontecimentos que permearam a sala de aula, denominadas de *protocolo observacional* (BOGDAN; BIKLEN, 1992, p. 121 apud CRESWELL, 2007, p. 193).

Para análise das respostas dos alunos diante das situações apresentadas recuperou-se elementos da teoria neopietiana dos Campos Conceituais de Gérard Vergnaud, que, segundo Moreira (2002, p. 8), oferece um referencial mais frutífero do que o piagetiano no que se refere aos estudos do desenvolvimento cognitivo e da aprendizagem de competências complexas. As considerações de Vergnaud se aproximam dos interesses da sala de aula, como mostram seus estudos sobre as estruturas aditivas e multiplicativas (VERGNAUD, 2009) com base em análises das dificuldades, dos erros e das representações (procedimentos) dos alunos nessas áreas.

A Influência das Pesquisas em Didática de Gérard Vergnaud no delineamento de novos marcos teóricos da teoria de Piaget

Apesar do elo entre Psicologia e Didática, os problemas pertinentes a ambos se diferem, sendo esses dois campos independentes. De acordo com Artigue (2002, p. 60), em 1980, as pesquisas em didática desenvolvidas por Gérard Vergnaud e Guy Brousseau, ambos apoiados na teoria piagetiana, foram arcabouços teóricos que ampliaram e implicaram no desenvolvimento de métodos e na legitimidade das pesquisas em Didática que ocorriam na França. Os pesquisadores franceses tiraram lições diferentes da obra de Piaget, sem deixar de dar os créditos às contribuições da teoria.

Para Vergnaud (2001, p. 107) os olhares de Piaget buscavam pelo entendimento dos laços entre a evolução biológica e o desenvolvimento dos conhecimentos. Não era de seu interesse agir

sobre o conhecimento das crianças e/ou transformá-lo.

Enquanto Piaget se ocupou no estudo das interações do sujeito diante do objeto, Vergnaud estudou o *sujeito em situação*, o funcionamento cognitivo do sujeito diante de uma variedade de situações e teorias. Além disso, Vergnaud retoma as contribuições de Vigotski nos atos de mediação do professor em sala de aula. Os símbolos e a linguagem são importantes para estabelecer um meio de ação ou para raciocinar sobre informações: “*A escolha das situações é uma competência essencial dos professores. Sua tarefa mais difícil é oferecer oportunidades para que as crianças desenvolvam seus esquemas potenciais na zona de desenvolvimento proximal, como observou Vigotski.*” (VERGNAUD, 1998, p. 181).

Apesar da teoria dos Campos Conceituais ter seus pilares em Piaget e Vigotski, para Vergnaud, nenhuma delas considerou a importância das situações e das conceitualizações específicas no desenvolvimento cognitivo. Sobre a teoria dos estágios do desenvolvimento, Vergnaud (1998, p. 181) aponta que esta não oferece nenhuma orientação de ensino útil aos professores.

O processo responsável pela passagem de um estágio para outro mais sofisticado é considerado por Bruner (1997, p. 65) como um vão existente na teoria de Piaget. Embora a teoria não esclareça as causas do desenvolvimento, ela direciona para a compreensão de que o desenvolvimento mental segue um curso invariante, marcado pelos processos de desequilíbrio, assimilação e acomodação.

Carvalho (2013, p. 2) ressalta que as possíveis influências piagetianas e vigotskianas no ensino foram, por muitos anos, motivo de debate entre educadores. Entre as duas vertentes teóricas, há uma complementaridade de ideias quando aplicadas em diferentes momentos e situações do ensino e da aprendizagem em sala de aula.

Contudo, na tentativa de “aplicar” essas teorias em sala de aula, é importante atentar que o ambiente da sala de aula é diferente dos laboratórios piagetianos e

vigotskianos. Deve-se compreender que não é possível, tampouco é o objetivo da escola, replicar a teoria na prática pedagógica. A contribuição destes dois sistematizadores teóricos está em propiciar um ambiente no qual os alunos construam seu próprio conhecimento (CARVALHO, 2013, p. 8).

De fato, os trabalhos de Piaget evidenciam que o foco das suas investigações, de cunho epistemológico e psicológico, não foi direcionado às questões pedagógicas e educacionais. Bruner (1997, p. 66) considera que o interesse fidedigno de Piaget pela lógica formal como modelo para as operações mentais humanas o distanciou das variáveis relacionadas à interpretação do domínio histórico-cultural.

Embora tecer algumas críticas sobre a incompletude da obra de Piaget no que tange a construção dos saberes escolares, Vergnaud (2022, p. 11) reconhece a relevância da Psicologia do Desenvolvimento para a pesquisa em Didática. Porém, em outro texto, Vergnaud (1981, p. 215-216) justifica que a Didática não poderia se contentar com uma abordagem exclusivamente piagetiana para descrever e analisar os processos de aprendizagem e métodos de ensino.

Vergnaud, define, assim, novos marcos teóricos, direcionados para o estudo do funcionamento cognitivo do *sujeito em situação*, que considera, por exemplo: as variáveis da situação, as informações já disponíveis no repertório cognitivo do sujeito, as operações de pensamento necessárias para a resolução de uma situação, e as especificidades dessas variáveis e dessas operações tendo em vista o conteúdo envolvido (FRANCHI, 2008, p. 195).

Diante de uma situação, os alunos são convidados a buscarem por uma solução e respostas, e, assim, colocarem em ação os esquemas e os invariantes operatórios pertinentes (conceitos em ato e teoremas em ato). Os conceitos, por sua vez, formam um sistema construído gradativamente, que depende das situações encontradas e das provocações do professor. Trata-se, portanto, de uma revolução conceitual. (VERGNAUD, 2002, p. 12).

Nós nos adaptamos no decorrer da

nossa atividade. As formas de organização da atividade (gestuais, intelectuais, afetivas, sociais e linguísticas) são transformadas no encontro com situações novas. Neste caso, os esquemas se adaptam às novas situações, isto é, retirando ou reiterando do seu repertório de esquemas já construídos (VERGNAUD, 2008, p. 19).

Vergnaud (1998, p. 180) considera que os professores devem oferecer condições para que seus alunos desenvolvam seus repertórios de esquemas e representações, para que, assim, possam enfrentar situações cada vez mais complexas por meio de invariantes operatórios (conceitos em ato e teoremas em ato).

Análise e Discussão dos resultados

As atividades que compõem a SEI foram organizadas e sequenciadas de modo que contribuíssem para a construção dos conceitos nelas implicados. As reflexões descritas são análises qualitativas que incluem as apreciações das interações discursivas, a estruturação dos argumentos dos alunos, as relações grupais e os registros escritos das atividades. Para organizar a leitura destas análises, apresentamos, em itálico e entre aspas, as falas e os argumentos dos alunos em sua genuinidade, conforme nossas anotações em diário de campo.

Além dos referenciais teóricos acima, as análises das interações discursivas e escritas dos alunos abarcam as considerações de Sasseron (2013, p. 47) sobre o trabalho investigativo e a alfabetização científica. Sasseron discorre sobre a existência de duas grandes esferas necessárias na atuação do professor para o desenvolvimento da argumentação em sala de aula: os propósitos pedagógicos e epistemológicos. As duas dimensões são híbridas e necessárias para a organização do trabalho e na criação de condições para a alfabetização científica.

Os propósitos pedagógicos se referem às ações do professor que contribuem para o desenvolvimento do espaço e tempo em sala de aula, associa-se diretamente à criação de possibilidades para que os alunos realizem a atividade investigativa. A dimensão epistemológica está intrinsecamente ligada ao trabalho metodológico da investigação,

como: a construção dos argumentos científicos, o trabalho com os dados, as informações e os conhecimentos, o teste de hipóteses, a explicitação de variáveis e o reconhecimento daquelas relevantes para o problema em foco, além da construção de relações entre variáveis, a proposição de justificativas e explicações (SASSERON, 2013, p. 48-50).

No tópico a seguir selecionamos uma das atividades trabalhadas, a saber: “Construindo a ideia de densidade” que descreve a análise da aplicação realizada em sala de aula.

Por que os objetos flutuam? As explicações dos alunos e o trabalho realizado em sala de aula

Esta atividade, envolve as noções sobre a flutuabilidade dos corpos. Tendo como referência o site Nova Escola e Bongiorno e Souza (2009). O intuito é conduzir o aluno a perceber a influência do volume na variação da densidade.

Com os alunos divididos em pequenos grupos, dedicou-se um momento para uma conversa inicial sobre a seguinte questão: “O que faz um objeto afundar ou flutuar?”. Os alunos apresentaram exemplos de objetos como o chumbo, bolas de futebol, navio, etc. Neste momento, para inserir os alunos no tema da aula, a professora testou vários objetos que foram inseridos um a um em um recipiente com água, de modo que todos os alunos conseguissem visualizá-los. Os alunos levantaram hipóteses sobre quais destes objetos (chave de fenda, brinquedo de plástico, canetinha, borracha, um cubo mágico e massinha de modelar) afundariam ou não. A tabela da figura abaixo demonstra as anotações de um dos grupos.

Figura 1 - Tabela preenchida por um dos grupos

Material	Hipóteses Iniciais	Constatação
Chave Plástica	boiar	flutuou
Chave Plástica	boiar	flutuou
Resoura	Afundar	Afundou
Chave de fenda	Afundar	Afundou
Canetinha	Afundar	flutuou
massinha	Afundar	Afundou

Fonte: Autora (2022)

O porquê um navio não afunda foi um dos elementos da discussão com o grande grupo. Essa problemática foi apresentada por um dos grupos e os demais alunos ingressaram na discussão. As suposições foram que o navio não pode ter furos, pois, se entrar água, ele afundará. Outra hipótese é que o material do navio é de ferro e, assim, mais pesado do que a água. Essa afirmação fez um outro aluno replicar, retomando o exemplo da chave de fenda que afundou na água anteriormente, que, assim como o navio, é de ferro e, então, deveria afundar. Outros defenderam a ideia de que o navio não afunda devido ao mar ser salgado.

Percebeu-se, na fala dos estudantes, um interesse pelo assunto, contudo, as palavras ou os conceitos, não são precisos. Este cenário apresentou condições favoráveis: “quando se prepara o terreno, é possível que muitas tarefas se definam, (...) pois, ajudam a lançar luzes sobre certas perspectivas ou abrir novas” (ALRO; SKOVSMOSE, 2010, p. 33).

A professora, então, perguntou se o tamanho-volume do navio tem alguma interferência para que ele não afunde? Os alunos mostraram-se pensativos e concordaram acenando com a cabeça. A professora insistiu: “O que vocês acham?”. Uma aluna explicou que o navio deve ser grande e que as caixas que ele carrega devem estar bem distribuídas, pois, caso contrário, ele pode afundar.

A discussão, nesta ocasião, parecia engajar os alunos, no entanto, a atividade contém etapas que necessitam início e fim. A próxima etapa, então, consistiu em construir um protótipo de barco com massa de modelar que flutuasse. Organizados em pequenos grupos, os alunos, rapidamente, discutiram e chegaram ao formato que o barquinho deveria ter para flutuar. Outros demoraram mais, recorrendo a outros formatos de barcos, muito pequenos ou sem borda.

Ao passar pelos grupos, a fim de verificar se todos estão tendo a oportunidade de participar, os alunos chegaram a uma conclusão em comum: barcos planos ou muito compactos (nas palavras deles: com muita massa) iriam afundar. Em uma conversa com o grande grupo - com a turma

organizada em círculo -, outra constatação relatada foi sobre a influência das bordas para que o barco flutue. Normalmente, estas explicações eram acompanhadas de gestos com as mãos que também contavam o que havia sido realizado.

Figura 2 - Barco de massinha construído por um dos grupos de alunos



Fonte: Autora (2022)

Na roda de conversa, questionados sobre o porquê do fenômeno ocorrer, um aluno retomou a problemática do navio da conversa inicial, lembrando a pergunta realizada pela professora sobre a influência do volume na flutuação da embarcação. O grande grupo concordou sobre a influência do volume. Então, a professora perguntou sobre a influência do peso, um dos grupos respondeu com as seguintes palavras: “*Nós usamos o peso da massa a nosso favor, fizemos um quadrado, onde o meio era fundo e as bordas eram iguais, então não afundou porque o peso de cada lado era igual.*”. Nesta descrição, os alunos perceberam que as grandezas massa e volume influenciam na flutuabilidade, contudo, não falam em nenhum momento a palavra densidade.

Em sequência, na atividade de contextualização, apresentamos aos grupos algumas tirinhas relacionadas com o tema da aula. Conforme a organização do trabalho investigativo: discussão em pequenos grupos, discussão com toda a turma e a escrita das interpretações do grupo sobre as tirinhas (CARVALHO, 2013, p. 16).

As atividades de contextualização têm por objetivo um aprofundamento dos conceitos correlatos importantes da atividade investigativa (CARVALHO, 2013, p. 17). As tirinhas são um gênero textual que apresenta palavras, que, até então, não foram faladas nas discussões: como massa e volume. Em uma delas, a fórmula matemática, que relaciona as grandezas massa e volume, diretamente e inversamente proporcionais à densidade.

Destacamos alguns argumentos registrados sobre a tirinha do homem de aço³, que retrata o conceito de densidade e a relação entre a massa e o volume, foram assim interpretados pelos grupos: a) *o homem é mais pesado do que a água*; b) *que o aço é mais pesado do que água*; e; c) *o homem tinha muita massa e pouco volume*. Nos dois primeiros, observa-se que os alunos apresentam um reconhecimento entre as variáveis massa e densidade. Na terceira, ocorre a explicitação das variáveis volume e densidade.

A outra tirinha⁴ apresentada aborda a relação diretamente e inversamente proporcional entre a massa e volume da fórmula da densidade, alguns alunos reconheceram a relação massa sobre volume como uma fração, uma vez que o conteúdo de frações estava sendo trabalhado nas nossas aulas de Matemática concomitantemente à aplicação desta atividade. Houve dificuldades, em grande parte dos grupos, de expressarem por escrito seus entendimentos sobre o texto, certamente, por não terem entendido ou visto significado nas relações que se apresentavam. Destacamos o registro de dois dos grupos sobre esta tirinha: a) *“a massa e a água precisam ficar no mesmo peso e quando tem algo mais pesado do que a água ocupa maior espaço e água sobe para a superfície”*; b) *“quando se coloca uma coisa mais pesada do que a água o nível de água aumenta”*.

Os alunos reconheceram as variáveis que influenciam o fenômeno apresentado, ainda assim percebeu-se um esforço por parte dos grupos em buscar explicações para o texto apresentado. Nesta primeira

³ Fonte: página Ciência em Memes do Facebook: <https://www.facebook.com/cienciaemmemes/>

⁴ Fonte: Máximo e Alvarenga (2006, p. 242).

atividade da SEI, não há uma explicitação de correlação entre as variáveis massa e volume, isto é o reconhecimento de que a alteração de uma influência a outra.

Alguns alunos apresentaram facilidade no exercício da oralidade de suas ideias e seus entendimentos. Mas, por outro lado, observou-se uma resistência em escrever e uma preocupação com o ato de “errar”. Sabendo que a professora lerá o que foi escrito, parece que os alunos buscam uma certa aprovação sobre seus registros. Faz parte da “lógica escolar”, que, implicitamente, define o discurso da sala de aula, fazendo os alunos acreditarem que a principal tarefa de um professor é corrigir erros (ALRO; SKOVSMOSE, 2010, p. 30).

Convém relatar que esta angústia em relação ao erro parecia menos perceptível no momento prático (do fazer) e nas discussões em grupo. Mesmo não conseguindo sucesso na primeira tentativa de construção do barco, os grupos insistiram até chegar à solução do problema: que o barco flutuasse. Os registros descreveram as tentativas em que o barco afundou, bem como, os motivos que levaram à resolução do problema.

Considerações Finais

O estudo apresentado buscou elaborar um Produto Educacional composto por uma SEI sobre conceitos físicos e matemáticos. As atividades foram elaboradas de acordo com os três ciclos de etapas de uma SEI: problematização, sistematização e contextualização (CARVALHO, 2013; CARVALHO, *et al.*, 1998). A análise e a aplicação deste conjunto de atividades têm por sustentação o método clínico piagetiano, como recurso didático-pedagógico e de teóricos interlocutores como Gérard Vergnaud.

Com base em Vergnaud (2022, p. 12), nosso intuito foi proporcionar ao aluno condições, em função das situações e das provocações, de trazer à tona conceitos e teoremas explícitos, isto é, cientificamente aceitos, a partir de um conhecimento implícito.

Nem sempre os alunos conseguiam organizar seus argumentos durante as discussões. Os termos científicos faltavam nas falas e eram substituídos por palavras

familiares, como “boiar” para se referir a flutuar. Essa característica, pode ser considerada como parte do processo do fazer científico. No trabalho em sala de aula, os conceitos não eram enunciados pela professora, nem as discussões dadas como certas ou erradas. As construções do conhecimento foram de legitimidade dos alunos, averiguadas em momentos nos quais realizavam analogias das explicações para os fenômenos trabalhados com suas experiências ou com informações que já possuíam. Os saberes foram sendo desenvolvidos à medida em que se davam as etapas de discussões, de pesquisas e do registro escrito realizado em grupo.

No trabalho da SEI, no decorrer de três meses, observou-se crescimento na qualidade dos registros escritos dos alunos. Nas primeiras atividades, os alunos se mostraram entusiasmados em contar como resolveram o problema, assim como, com nas discussões e nas atividades de contextualização da atividade. No entanto, a facilidade da oralidade se contrapôs à resistência apresentada para construir o registro por escrito.

As análises dos registros escritos realizados pelos alunos mostraram evolução de alguns grupos na organização e na descrição do que foi trabalhado na aula. Os textos englobaram elementos argumentativos das discussões com o grande grupo e entre os pequenos grupos. Estas interações discursivas foram essenciais para que os alunos organizassem as ideias no papel. No entanto, observou-se que nem sempre os grupos mais participativos no debate construíram registros mais completos.

Na diversidade de um grupo, naturalmente, haviam alunos que falavam menos. Para isso, recorreu-se às ações pedagógicas para valorizar a participação de todos. Assim como observado por Oliveira (2013, p. 74), não se deve desconsiderar os tipos de participação em uma discussão, pois o aluno em silêncio pode estar acompanhando e reorganizando o pensamento diante das questões debatidas.

A organização dos materiais de cada atividade experimental e os ajustes do espaço escolar consistiram em um grande

esforço e dedicação da autora. Para tanto, pôde-se contar com um espaço adequado, o laboratório de Ciências e Matemática, apenas na última atividade. Nas demais, foi necessário nos acomodar dentro da própria sala de aula e, quando possível, em uma antiga sala de informática da escola. De fato, esses aspectos interferiram na produção plena do trabalho. Devido aos espaços pequenos e, diante da quantidade de alunos da turma, não foi possível realizar a roda de conversa em círculo com o grande grupo em todas as atividades.

Por fim, o trabalho desenvolvido concorda com Kebach (2007, p. 45) ao reconhecer o valor pedagógico do método clínico. Apoiado na proposta do ensino por investigação e da enculturação científica, observou-se que os alunos levantaram hipóteses, discutiram e discordaram entre si. O ato de fazer perguntas não ficou restrito à figura do professor: são essas ações dialéticas que proporcionam novos desequilíbrios e novas organizações.

Uma ponte entre a teoria piagetiana e os desafios didático-pedagógicos da sala de aula pode ser feita por meio da teoria dos Campos Conceituais de Gérard Vergnaud. Encontramos nos textos de Vergnaud sustentação teórica e metodológica durante o trabalho de aplicação das atividades em sala de aula. Além disso, a teoria Vergnausiana ofereceu ferramentas teóricas promissoras para as nossas análises pedagógicas e didáticas. O Método Clínico, por sua vez, apresentou o desafio em deixar o aluno falar, de respeitar sua voz e seus entendimentos. A conciliação das contribuições desses dois autores, proporcionam ao professor condições de interpretar e investigar sua própria prática, a fim de refletir e, conseqüentemente, modificar suas estratégias didáticas.

Referências

- ALRØ, H.; SKOVSMOSE, O. **Diálogo e aprendizagem em educação matemática**. Tradução de Orlando Figueiredo. 2. ed. Belo Horizonte: Autêntica Editora, 2010.
- ARTIGUE, M. *Ingénierie Didactique. Recherches en didactique des mathématiques*, Paris, v. 9, n. 3, p. 281-308, 1988.
- ARTIGUE, M. *Ingénierie didactique: quel rôle dans la recherche didactique aujourd'hui ?*. In: **Les dossiers des sciences de l'éducation**. Didactique des disciplines scientifiques et technologiques: concepts et méthodes, [S. l.], n. 8, p. 59-72, 2002.
- BANG, V. *La méthode clinique et la recherche en psychologie de l'enfant*. **Psicologia genética e epistemologia**. Paris: Dunod, 1966. p. 67-81. Disponível em: <http://www.fondationjeanpiaget.ch>. Acesso em: 8 out. 2021.
- BECKER, F. **A origem do conhecimento e a aprendizagem escolar**. Porto Alegre: Artmed, 2003. 116 p.
- BONGIORNO, V. de F.; SOUZA, C. R. Flutua ou afunda. In: SCHIEL, D.; ORLANDI, A. S. **Ensino de ciências por investigação**. São Paulo: Campacta, 2009. p. 75-86.
- BRUNER, J. Celebrating divergence: Piaget and Vygotsky. **Human Development**, Basel, v. 40, n. 2, p. 63-73, mar./apr. 1997.
- CABRAL, T. C. B. Desafios e perspectivas para a educação matemática: o normal como novo remoto. **Educação Matemática em Revista-RS**, Porto Alegre, v. 2, n. 22, p. 111-118, set. 2021. Disponível em: <http://sbemrevista.kinghost.net/revista/index.php/EMR-RS/issue/view/181>. Acesso em: 18 mar. 2022.
- CARVALHO, A. M. P. *et al.* **Ciências no ensino fundamental: o conhecimento físico**. São Paulo: Scipione, 1998.
- CARVALHO, A. M. P. O Ensino de Ciências e a proposição de Sequências de Ensino Investigativas. In: CARVALHO, A. M. P. (org.). **Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning, 2013. p. 01-20.
- CRESWELL, J. W. **Projeto de pesquisa: métodos qualitativo, quantitativo e misto**. Tradução Luciana de Oliveira da Rocha. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2007. 248 p.
- D'AMBROSIO, U. Prefácio. In: BORBA, M. C.; ARAÚJO, J. L. (org.). **Pesquisa qualitativa em educação matemática**. 4. ed. Belo Horizonte: Autêntica Editora, 2012. p. 11-22.
- DELVAL, J. **El desarrollo humano**. 7. ed. Madrid, Siglo XXI, 2006.

DELVAL, J. **Descubrir el pensamiento de los niños**: introducción a la práctica del método clínico. México: Siglo Veintiuno Editores, 2012.

DELVAL, J. **Aprender na vida e aprender na escola**. Tradução de Jussara Rodrigues. Porto Alegre: Artmed Editora, 2001.

FRANCHI, A. Considerações sobre a teoria dos Campos Conceituais. *In*: MACHADO, S. D. A. (org.). **Educação matemática**: uma (nova) introdução. 3. ed. São Paulo: EDUC, 2008. p. 189-232.

GÓES, F. B. S. Plano de aula: Construindo a ideia de densidade. **Nova Escola**. [2022]. Disponível em: <https://novaescola.org.br/planos-de-aula/fundamental/5ano/ciencias/construindo-a-ideia-de-densidade/1806>. Acesso em: 20 jan. 2022.

KEBACH, P. F. C. O professor construtivista: um pesquisador em ação. *In*: BECKER, F. (org.). **Ser professor é ser pesquisador**. Porto Alegre: Mediação, 2007. p. 42-54.

MACEDO, L. de. **Ensaio construtivistas**. 6. ed. São Paulo: Casa do Psicólogo, 2010.

MÁXIMO, A.; ALVARENGA, B. **Física**: Ensino Médio - volume 1. São Paulo: Scipione, 2006.

MOREIRA, M. A. A Teoria dos Campos Conceituais de Vergnaud, o Ensino de Ciências e Pesquisa nesta área. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 7, n. 1, p. 7-29, 2002.

NOGUEIRA, C. M. I. A Formação de Professores que Ensinam Matemática e os Conteúdos Escolares: Uma Reflexão Sustentada na Epistemologia Genética. **Schème: Revista Eletrônica de Psicologia e Epistemologia Genéticas**, Marília, v. 5, número especial, set. 2013.

NOGUEIRA, C. M. I.; NOGUEIRA, V. I. O ensino de Matemática no Brasil na perspectiva Piagetiana: uma primeira aproximação ao estado da arte. **Schème: Revista Eletrônica de Psicologia e Epistemologia Genéticas**, Marília, v. 9, número especial, 2017.

OLIVEIRA, C. M. A. O que se fala e se escreve nas aulas de Ciências?. *In*: CARVALHO, A. M. P. (org.). **Ensino de ciências por investigação**: condições para implementação em sala de aula. São Paulo: Cengage Learning, 2013. p. 63-75.

SASSERON, L. H. Interações discursivas e investigação em sala de aula: o papel do professor. *In*: CARVALHO, A. M. P. (org.). **Ensino de Ciências por Investigação: condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning, 2013. p. 41-61.

SILVA, J. B. A Influência de Jean Piaget nas pesquisas de Pós-Graduação em Educação: um estudo bibliométrico. **SCHEME: Revista Eletrônica de Psicologia e Epistemologia Genéticas**, Marília, v. 13, n. 1, p. 209-227, jan./jul. 2021.

TIRINHAS para o ensino de Física: Dinâmica & Estática dos Fluidos. **Arte da Física em Quadrinhos**, 24 ago. 2020. Disponível em: <https://artedafisicapibid.blogspot.com/2020/08/tirinhas-para-o-ensino-de-fisica.html>. Acesso em: 22 out. 2022.

VERGNAUD, G. Quelques orientations théoriques et méthodologiques des recherches françaises en didactique des mathématiques. **Recherches en Didactique des Mathématiques**, [S. l.], v. 2, n. 2, p. 215-232, 1981.

VERGNAUD, G. A comprehensive theory of representation for mathematics education. **Journal of Mathematical Behavior**, v. 17, n. 2, p. 167-181, 1998.

VERGNAUD, G. Piaget visité par la didactique. *In*: **Intellectica. Revue de l'Association pour la Recherche Cognitive, Piaget et les Sciences Cognitives**, [S. l.], n. 33, p. 107-123, 2001-2.

VERGNAUD, G. A explicação é algo diferente da conceitualização?. Traduzido por Camila Rassi, com revisão de Luca Rischbieter, Maria Lucia Faria Moro e Maria Tereza Carneiro Soares do original em francês. (VERGNAUD, G. L'explication est-elle autre chose que la conceptualisation? (2002). *In*: SAADAROBERT, M. (éd.). **Expliquer et comprendre en Sciences de l'Éducation**, p. 31-44. Louvain-la Neuve: De Boeck Supérieur. Disponível em: <https://vergnaudbrasil.com/textos/>. Acesso em: 19 abr. 2022.

VERGNAUD, G. **A criança, a matemática e a realidade**: problemas do ensino da matemática na escola elementar. Tradução Maria Lucia Faria Moro; revisão técnica Maria Tereza Carneiro Soares. Curitiba: Editora da UFPR, 2009.

VERGNAUD, G. Piaget visitado pela didática. Traduzido por Camila Rassi, com revisão de

Luca Rischbieter, Maria Lucia Faria Moro e Maria Tereza Carneiro Soares, do original em francês. (VERGNAUD, G. Piaget visité par la didactique. *Intellectica*, [S. l.], v. 33, p. 107-123, 2022). Disponível em: <https://vergnaudbrasil.com/textos/>. Acesso em: 11 abr. 2022.

VERGNAUD, G. Da didática das disciplinas à didática profissional, nada mais que um passo. Tradução de Maria Lucia Faria Moro, com revisão de Luca Rischbieter e Maria Tereza Carneiro Soares, do original em francês. (VERGNAUD, G. **De la didactique des disciplines à la didactique professionnelle: il n'y a qu'un seul pas**. Travail et Apprentissages, 1, 2008).

Gisele Cristiane Silva Alves: Mestranda no PPGSTEM-UERGS e integrante do grupo “Pesquisa-Ação Diferencial e Produtos Educacionais” - dgp.cnpq.br/dgp/espelhogrupo/4767711656550967