# EXPLORANDO O CONCEITO DE DENSIDADE COM O USO DO SOFTWARE PHET

**Charlles Tayomitsu Ono[1], Moacir Pereira de Souza Filho [2].**

[1] Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Educação (PPGE) – FCT/Unesp – Pres. Prudente/SP, ct.ono@unesp.br

[2] Professor Assistente do Departamento de Física – FCT/Unesp/Pres. Prudente/SP, moacir-pereira.souza-filho@unesp.br

## INTRODUÇÃO

Este relato surge da intervenção de uma das disciplinas do mestrado do programa de pós graduação em educação (PPGE) – campus de Presidente Prudente e tem como objetivo evidenciar que a simulação computacional pode ser utilizada como uma ferramenta facilitadora no processo de aprendizagem sobre o funcionamento do conceito de densidade. Parte-se da premissa de que o ensino das ciências naturais, nos moldes tradicionais — em que o professor assume uma posição central no processo educativo — não atende mais às expectativas dos alunos, tampouco às demandas da sociedade contemporânea. Ademais, o avanço tecnológico característico da modernidade não proporciona espaço para métodos tradicionais de ensino, nos quais o quadro e o giz são as principais ferramentas do docente que rege as atividades em sala de aula.

Nesse sentido, este relato busca investigar como crianças do 5º ano de uma escola de Ensino Fundamental compreendem o conceito de densidade. A proposta central da pesquisa é analisar o processo de construção desse conceito, utilizando-se de uma intervenção pedagógica que incorpora o uso de tecnologias digitais, mais especificamente o software PHET, que oferece simulações interativas que facilitam a visualização de fenômenos científicos complexos.

O referencial teórico que orienta o estudo envolve contribuições de diversos autores. Valente (1993), ao discutir as potencialidades das tecnologias educacionais, fornece uma base para entender como as ferramentas digitais podem ser aliadas no processo de ensino-aprendizagem. Por outro lado, as teorias de Vygotsky (1989), Piaget (1971), Ausubel (2003) e Keil (Lomônaco*, 2001)*, que abordam o desenvolvimento cognitivo e a construção de conceitos, orientam a análise dos processos mentais envolvidos na compreensão do conceito de densidade pelas crianças.

A partir de uma intervenção pedagógica planejada, observou-se que as crianças apresentavam uma lacuna significativa no entendimento do conceito de densidade antes da

aplicação das simulações digitais. Neste contexto, este relato propõe a discutir, os resultados dessa intervenção e suas implicações para a prática pedagógica, destacando o papel das tecnologias no ensino de ciências.

A respeito do desenvolvimento dos conceitos, usamos de base textos de Lomônaco (1996; 2001), que por sua vez se baseia em Keil. Em suma, Keil define a evolução de conceitos ao passar das propriedades características para definidoras (Lomônaco, 1996). Com isso, Keil se baseia em 3 espécies para definir um conceito – o primeiro se trata dos naturais (independem do ser humano), o segundo se chama nominais (convenções da sociedade) e por fim, temos os artefatos (subconjunto das nominais que representa os objetos produzidos pelo homem). Outra premissa importante para Keil, é que a criança passa do característico para o definidor com o passar da idade, além de não se desenvolverem de forma isolada, mas sim através de domínios de conceitos.

Como base discursiva para apoiarmos nossa conjuntura tecnológica, usamos os estudos de Valente (1993, 2005) do qual criou sua teoria chamada “Espiral da Aprendizagem”:

> O ciclo explicita as ações de descrição, execução, reflexão e depuração, de forma que tem sido identificado como ciclo descrição-execução-reflexão-depuração. Ele foi bastante útil para entender as características que os softwares oferecem para auxiliar o processo de construção do conhecimento. (Valente, 2005, p.50).

É importante destacar que a construção do conhecimento não acontece na reflexão ou depuração. O fato é que é a reflexão que surge os confrontos dos resultados obtidos perante a ideia original do sujeito. Por sua vez, isso leva a rever seus conceitos, depurar e construir novos conhecimentos – gerando assim novas discrições, execuções e reflexões. No entanto, nenhum desses processos ocorrem apenas com o aluno em frente ao computador. Cabe aqui o papel do professor como mediador que domina o conteúdo e a tecnologia.

Nessa mesma perspectiva, Valente (1993) criou uma classificação que vai desde o tutorial (mais simples) até a programação (mais completo). Nesse sentido, o PHET[1] se enquadra como simulações, que são projetadas para facilitar a compreensão de conceitos complexos, por meio de uma abordagem lúdica e prática.

A simulação de “Densidade” do PHET é dividida em três seções principais: a Introdução, do qual apresenta o conceito básico de densidade, permitindo que os alunos ajustem a massa e o volume de objetos para observar como isso influencia a densidade e o

[1] O PHET é uma plataforma interativa e educacional desenvolvida pela Universidade do Colorado Boulder, com o objetivo de apoiar o ensino e a aprendizagem de conceitos científicos, especialmente nas áreas de Física, Química, Biologia, Matemática e Terra/espaço.

comportamento de objetos. Após isso, temos a Comparação, que permite comparar materiais com diferentes densidades, mostrando como objetos com o mesmo volume podem ter massas e comportamentos distintos. Por fim, o Mistério, do qual desafia os alunos a descobrir a identidade de um material desconhecido, usando suas propriedades, como massa, volume e comportamento em líquidos.

A respeito do referencial teórico, começando por Piaget, temos que entender que o desenvolvimento explica a aprendizagem (Piaget, 1971). Portanto, a ideia de operação mostra que o conhecimento não é uma cópia da realidade, e sim, transformar e entender esse processo. Daí a importância da operação como essência de um conjunto de ações interiorizadas, sendo ela nunca isolada e dependente de outras operações. Além disso, isso ressalta a relevância dos 4 estágios de Piaget (Sensório Motor, Pré-operacional, Operatório-concreto e Operatório formal).

Logo, há 4 fatores dos quais explicam o desenvolvimento de um conjunto de estruturas para outros (Piaget, 1971). O primeiro é a maturação, da embriogênese, ou seja, a questão genética em si. A segunda se remete a experiência com objetos, do qual deriva a experiência física (agir sobre o objeto) e a lógica-matemática (abstrações). O terceiro fator é a transmissão social, do qual apenas é possível se o indivíduo tiver uma estrutura pronta para assimilar. E por fim, a equilibração, do qual junto com os outros processos ativos de auto regulação, sequencia níveis que apenas pode ser alcançado caso o anterior tenha sido equilibrado. Desse modo, a criança desenvolve relações, transformações, conservações, etc., por um processo de abstração reflexiva.

Já Vygotsky (1989) em seus estudos conclui que a percepção e linguagem são essenciais para formar conceitos, sendo que esse processo começa desde a infância, mas a função e processo amadurecem somente na adolescência, do qual usam todas as funções intelectuais básicas e que conceitos elevados transformam os significados dos inferiores. Com essas premissas, Vygotsky cria 3 fases para a formação de conceitos. A primeira é a agregação desorganizada, da qual se predomina o sincretismo e evidencia que as operações psicológicas do adulto e de uma criança são diferentes. A segunda chamada de pensamentos por complexos, ressalta que os pequenos associam o objeto pelas relações concretas. Antes do último estágio, vale ressaltar os pseudoconceitos do qual se mostra uma transição até os conceitos em si, do qual é o maior grau de abstração que permite unir e separar o sincrético do abstrato.

Vygotsky conclui que o adolescente forma conceitos antes de definir. Outro aspecto importante é acerca das experiências e a escola. O russo acredita que conceitos científicos e

do cotidiano se desenvolvem juntos, mas de maneira diferente. O primeiro advém mediado por outros conceitos, enquanto os espontâneos advêm dos fenótipos. Ou seja, o conceito cotidiano é indutivo, enquanto o científico é dedutivo (Vygotsky, 1989). A questão está no meio, já que todo processo psíquico superior é mediado pelas básicas. No caso dos conceitos, o signo mediador é a palavra.

Por último, temos Ausubel, qual acredita que novas ideias podem ser aprendidas se forem conceitos relevantes e estejam disponíveis na estrutura cognitiva do indivíduo, servindo de âncora para novas ideias (Moreira, 1982). Somente quando essas informações ganham significado com a interação entre esses próprios conceitos, é que temos a chamada aprendizagem significativa. Ou seja, processo de aprendizagem significativa se dá na relação entre uma nova informação e um aspecto relevante, do qual chamamos essa interação de subsunçores. Esse processo que transforma as estruturas cognitivas também inclui uma hierarquia entre eles, além de modificar o próprio subsunçor.

Outro aspecto relevante é a chamada aprendizagem mecânica do qual se dá por um armazenamento arbitrário da informação e sem qualquer interação. No entanto, é a partir da mecânica que temos o potencial para que ela se torne futuramente um subsunçor. Por sua vez, o processo de subsunção ocorre com o princípio de assimilação, na qual a nova informação potencialmente significativa se relaciona e assimila com conceitos já existentes na estrutura. O produtor final é o subsunçor modificado, mostrando que a assimilação e ancoragem aqui tem efeitos de facilitador.

Por fim, fica nítido entre os autores quando Piaget fala de contingente e necessário, Vygotsky de sincrético e abstrato, Asubel comenta de substantivo e arbitrário e Keil se junta a eles com os termos característico e definidor, mostrando uma relação próxima entre todos os autores e, mesmo tendo premissas e teorias distintas, carregam um teor semelhante.

## METODOLOGIA

Antes de mais nada, é importante ressaltar que nossa pesquisa adota uma abordagem qualitativa.

> A pesquisa qualitativa responde a questões muito particulares. Ela se preocupa, nas ciências sociais, com um nível de realidade que não pode ser quantificado. Ou seja, ela trabalha com o universo de significados, motivos, aspirações, crenças, valores e atitudes, o que corresponde a um espaço mais profundo das relações, dos processos e dos fenômenos que não podem ser reduzidos à operacionalização de variáveis. (Minayo, *et. al* 1994, p.21-22).

Com isso, torna-se evidente que a vida, tanto em sua dimensão coletiva quanto individual, é constituída por significados profundos e imensuráveis, processos singulares e sujeitos com características, culturas e trajetórias diversas.

A respeito do procedimento metodológica, adotamos a intervenção que pode ser definida da seguinte forma:

> *Segundo nossa concepção, são investigações que envolvem o planejamento e a implementação de interferências (mudanças, inovações) – destinadas a produzir avanços, melhorias, nos processos de aprendizagem dos sujeitos que delas participam – e a posterior avaliação dos efeitos dessas interferências. (Damiani, et. al, 1994, p.58).*

Assim, vemos que a pesquisa de intervenção tem uma característica necessariamente pratica. Além disso, o objetivo dela é contribuir para a solução de algum problema, refletindo o contexto pessoal, escolar e social em que foi realizada a abordagem. Em suma, por estar entrelaçada com a pesquisa qualitativa, ambas não se preocupam em causas, generalizações ou conclusões universais. O foco é uma explicação entre a teoria abordada e os resultados em sala de aula, cruzando os dados para a efetivação da pesquisa.

A intervenção foi conduzida em uma escola pública municipal situada em Presidente Prudente/SP, com a participação de alunos do 5º ano do ensino fundamental. A turma era composta por 24 estudantes, dos quais 19 estavam presentes no primeiro dia e 21 no segundo. A intervenção ocorreu ao longo de dois dias, com cada sessão tendo a duração aproximada de 2 aulas (cerca de 1 hora e 40 minutos). No primeiro dia, os alunos foram organizados, com o auxílio da professora da sala, em 5 trios e 2 duplas. Já no segundo dia, optou-se por formar 7 trios para as atividades propostas.

Acerca dos materiais levados, foram um total de 8 aparelhos (3 notebooks, 4 celulares e 1 tablet) e dois gravadores. A escola em si já continha ferramentas que nos auxiliaram durante o processo (internet e televisão). Juntamente a isso, adotamos o Kahoot[2] para registro de atividades que também será analisada junto com as transcrições a partir de Bardin (2016), a qual a análise de conteúdo permite um olhar dos significantes, das temáticas principais e do cenário em questão.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

No primeiro dia, começamos apresentando a história de Arquimedes e como ele conseguiu resolver a questão da coroa de ouro ao entrar na banheira perceber que a água deslocada está relacionada com a massa do objeto. Após o conto, tentamos relacionar com

[2] Kahoot é uma plataforma digital de aprendizagem baseada em jogos, amplamente utilizada em ambientes educacionais para engajar estudantes de todas as idades por meio de quizzes interativos.

alguns objetos do cotidiano e entender a reação das crianças. Como por exemplo, ao perguntarmos da bola, estava claro para todos que ela não afunda na água, mesmo não sabendo explicar. Além de vários outros objetos que trouxemos para a discussão. Dado momento eles começaram a fazer as próprias perguntas.

Ao notar que as perguntas começaram a ficar cada vez mais dispersas, introduzimos o software PHET. A princípio, começamos com o modo "Introdução" do software, já apresentado acima. Neste momento, a ideia era fazer com que as crianças interagissem com a ferramenta, entendendo como ela funcionava e explorando todas as possibilidades. Portanto, no começo essa orientação foi apenas para que eles anotassem o que acharem interessante e dúvidas que surgissem.

Após isso, ainda passando pelos grupos, decidimos apresentar o modo "Comparação", visto que as crianças mostraram um grande domínio em como usar a ferramenta e alguns já começaram a explorar essa parte por conta própria. Com o novo modo da ferramenta, as crianças podiam alterar os blocos em massas, volumes e densidades iguais.

Já no segundo dia, apresentamos o último modo "Mistério" para eles. Neste momento, com a balança que o software fornece, pudemos ter interações mais precisas a respeito do conceito. Assim, as crianças mostraram não somente um domínio da ferramenta PHET, mas também um maior entendimento nesse segundo dia. Após isso, apresentamos a ferramenta Kahoot e montamos 15 perguntas acerca do tema. A tabela abaixo nos mostra uma análise de Bardin (2016), através de um quadro com a unidade de contexto, categorias, frequência e unidade de registro a partir de algumas perguntas que elaboramos através do Kahoot.

**Quadro I.** Unidade de contexto, Categorias, Frequência e Unidade de registro.

| Unidade de contexto | Categorias | Frequência | Unidade de Registro |
|---|---|---|---|
| Definição de Densidade | A quantidade de matéria em um objeto e o quanto ele ocupa de espaço | 4 (44,4%) | Quantidade, matéria e espaço |
| | O quanto de espaço que um objeto ocupa | 1 (11,1%) | Quantidade e espaço |
| | O quanto que um objeto pesa | 1 (11,1%) | Quantidade e peso |
| | Indefinido | 3 (33,3%) | Não |
| Como calcular a densidade | Divisão da massa do objeto pelo volume | 3 (33,3%) | Divisão, massa e volume |
| | Multiplicação da massa do objeto pelo volume | 2 (22,2%) | Multiplicação, massa e volume |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | Divisão do volume pela massa do objeto | 1 (11,1%) | Divisão, volume e massa |
| | Indefinido | 3 (33,3%) | Não |
| Influência da densidade de um objeto | O tamanho do objeto | 1 (11,1%) | Tamanho e objeto |
| | A quantidade de matéria e o volume do objeto | 4 (4,44%) | Quantidade, matéria e volume |
| | A temperatura do ambiente | 1 (11,1%) | Temperatura e ambiente |
| | Indefinido | 3 (33,3%) | Não |

Fonte: elaborado pelos autores.

A unidade de contexto do quadro está as perguntas feitas pelo Kahoot, enquanto as categorias representam as alternativas do mesmo. Já a frequência é a escolha dos 7 grupos e por fim, a unidade de registro define os termos trabalhados no esquema. Com isso, ao analisarmos o quadro e a fala dos estudantes, nota-se uma evolução considerável a respeito do conceito densidade, do qual no quadro, a resposta correta sempre foi a mais escolhida. Essa evolução fica mais evidente com as falas, do qual no começo muitos confundiam os conceitos necessários para entender a densidade (massa e volume), mas no último dia pudemos observar uma grande mudança.

Por fim, ao longo da análise, pudemos relacionar o referencial teórico com o que observamos dos alunos. Assim, englobamos Ausubel ao falar do conceito mais geral para o específico; Piaget com a manipulação do software; Vygotsky com a contextualização e Valente com o uso do computador.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A intervenção pedagógica utilizando as ferramentas PhET e Kahoot, aliada à espiral da aprendizagem de Valente, e se baseando nos três clássicos do cognitivismo (Piaget, Vygotsky e Ausubel) se mostraram uma proposta inovadora e eficaz para o processo de ensino e aprendizagem. Ao integrar essas tecnologias, é possível promover uma aprendizagem mais ativa, colaborativa e engajante, favorecendo o desenvolvimento do raciocínio crítico e a construção do conhecimento de forma dinâmica.

Por fim, este estudo se integrar a outros trabalhos que exploram o uso de tecnologias educacionais e metodologias inovadoras, contribuindo para um campo crescente de pesquisa e práticas pedagógicas, ampliando o entendimento de como ferramentas digitais podem transformar a educação e proporcionar uma aprendizagem mais rica e envolvente.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AUSUBEL, D. P. **Aquisição e retenção de conhecimentos**: uma perspectiva cognitiva. 1. ed. Lisboa: Plátano, 2003.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. 1. ed. São Paulo: Edições 70, 2016.

DAMIANI, M. F. et. al Discutindo pesquisas do tipo intervenção pedagógica. **Cadernos de Educação**. Pelotas, n. 45, p. 57 – 67, 2013.

LOMÔNACO, J. F. B et al. Do característico ao definidor: um estudo exploratório sobre o desenvolvimento de conceitos. **Estudos de Psicologia**. n. 1 p.51- 60, 1996.

LOMÔNACO, J. F. B et al. Desenvolvimento de conceitos: o paradigma das transformações. **Psicologia: Teoria e Pesquisa**. n. 2 p. 161-168, 2001.

MINAYO, M. C. Z et al. Ciência, técnica e arte: o desafio da pesquisa social. **Pesquisa social: teoria, método e criatividade**, v. 21, p. 9-29, 1994.

MOREIRA, M. A. A Teoria de Aprendizagem de David Ausubel. In: Moreira, M. A. et al. **Aprendizagem: perspectivas teóricas**. pp 127-143.

PIAGET, J. Desenvolvimento e Aprendizagem. In: **Studying Teaching**. Edited by: James R. Pancella- James S. Van Ness. Prentice-Hall, 1971,2nd ed (tradução).

VALENTE, J. A. A espiral de aprendizagem: o processo de compreensão do papel das tecnologias de informação e comunicação na educação. 2005. 232 f. Tese (Livre Docência). Instituto de Artes. **Universidade Estadual de Campinas**, Campinas.

VALENTE, J. A. Análise de Diferentes tipos de Software usados na Educação. In: VALENTE, J. A. (org.) O Computador na Sociedade do Conhecimento. Campinas: **Gráfica Central da UNICAMP**, 1993. p. 88-110.

VIGOTSKY, L. S. **Um estudo experimental da Formação de Conceitos.** Pensamento e Linguagem. Martins Fontes. SP, 1989.