

RESUMO DE TESE: O MÉTODO COGNITIVO-HISTÓRICO E O ENSINO DE FÍSICA MEDIADO POR EPISTEMOLOGIAS

THESIS SUMMARY: THE COGNITIVE-HISTORY METHOD AND PHYSICS TEACHING MEDIATED BY EPISTEMOLOGIES

Paola Jardim Cauduro¹

1 Introdução

Esse texto objetiva fazer a apresentação da tese de doutorado intitulada “O Método Cognitivo-histórico e o Ensino de Física mediado por Epistemologias”, desenvolvida no Programa de Pós-graduação em Ciências: Química da Vida e Saúde da Universidade Federal de Santa Maria, defendida em 2017. A pesquisa foi desenvolvida pela autora deste texto e orientada pelo professor Everton Lüdke. Em 2018, a tese recebeu a Menção Honrosa no Prêmio CAPES, de Tese da área de Ensino.

A tese em tela foi dividida em seis capítulos. No Capítulo 1, Introdução, apresenta a justificativa, o problema de pesquisa, os objetivos e o referencial teórico estudado. O Capítulo 2, Desenvolvimento, apresenta a revisão bibliográfica, a metodologia utilizada, os procedimentos de coleta dos dados, os participantes da pesquisa e a proposta metodológica da gestão dos aprendizados. No Capítulo 3 são apresentados os resultados das atividades e dos questionários de investigação. Os Capítulos 4 e 5 apresentam as discussões e as conclusões, respectivamente. Finalmente, no Capítulo 6 estão presentes as referências bibliográficas utilizadas no estudo.

1.2 Tese

A tese inicia com a contextualização da problemática da pesquisa, onde a autora afirma ser recorrente encontrar em ambientes escolares pequena quantidade de alunos interessados pela Física, contribuindo para o baixo desempenho nessa disciplina. Além

¹ Doutora em Educação em Ciências pela Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). Docente no Instituto Estadual Padre Caetano, Santa Maria, RS, Brasil. E-mail: paola.pjc@gmail.com.

disso, em escolas localizadas em zonas de vulnerabilidade social ou, onde os alunos são provenientes de situação de vulnerabilidade social, o desempenho fica mais prejudicado, pois desigualdades como: fome, pobreza, falta de condições adequadas de moradia, entre outras, contribuem negativamente na vida escolar. A inquietação com o fato de jovens com essas características não aproveitarem a escola de forma plena, desencontra com os pressupostos educacionais estabelecidos em lei e parâmetros nacionais, idealizados para assegurar a equidade no desenvolvimento dos estudantes. Vale ressaltar que a autora deste trabalho leciona em escolas da educação básica desde o ano de 2012 e, na escola em que a pesquisa foi realizada, atua desde 2013.

O termo vulnerabilidade social apresenta diversas definições. Entretanto, a definição utilizada nesta pesquisa foi preconizada pela Fundação Tide Setubal e coordenação técnica do Centro de Estudos e Pesquisas em Educação, Cultura e Ação Comunitária, onde:

O conceito de vulnerabilidade social se refere às situações em que agentes ou instituições não dominam um conjunto amplo de recursos socialmente produzidos que lhes permitiriam fazer frente às forças e circunstâncias da sociedade que determinam suas vidas; aproveitar as estruturas de oportunidade criadas pelo mercado, Estado e pela sociedade; tomar decisões voluntárias para satisfazer suas necessidades, desenvolver suas potencialidades e realizar seus projetos. Sem esses recursos, agentes e instituições tornam-se vulneráveis a riscos de naturezas diversas, como os econômicos, sociais, culturais, ambientais etc. (CENPEC, 2011, p. 26).

O Capítulo 1 procura evidenciar que os estudantes em vulnerabilidade social podem ser afetados por dinâmicas que, de alguma forma, podem influenciar o desempenho e a permanência em sala de aula (SILVA, RAPOPORT, 2013; YANNOULAS, ASSIS e FERREIRA, 2012). Dentre esse processo, podem-se destacar a má alimentação, linguagem desenvolvida tardiamente e privação de estimulação afetiva materna, já que as mães, muitas vezes, estão sobrecarregadas de funções no meio familiar (PALAVISSINI *et al.*, 2021). As relações entre a vulnerabilidade social e a educação/ensino são fortemente discutidas na área de ciências humanas, entretanto, quando mencionada a área de ciências naturais e matemática, em especial à educação e ensino de física, pouca importância é dada para essas características, podendo impossibilitar o planejamento escolar de acolhimento aos alunos.

Buscando um referencial teórico e um método de ensino que estejam consonantes com os documentos oficiais da educação básica brasileira e, que proporcionem aos alunos em situação de vulnerabilidade social a possibilidade de ter melhor rendimento e aproveitamento das aulas de Física, a autora optou pela utilização do Método Cognitivo-

histórico (MCH), referencial teórico proposto por Nersessian (1987, 1992, 1995, 2008), caracterizado por apresentar ferramentas que oportunizam os estudantes entender os processos de criação dos conceitos científicos por meio da história, atitudes, aspectos culturais e ambientais de seus próprios autores, aumentando a qualidade de seu pensamento científico, o uso do raciocínio para resolver problemas e o desenvolvimento de metodologias operacionais próprias em diversas interações nas aulas de Física. Além disso, o MCH mostra os cientistas como pessoas reais e não, como seres dotados de alta capacidade intelectual, o que pode ser visto em roteiros de livros, filmes, etc.

A pesquisa mostra ainda que:

Cognição presente no método refere-se às práticas que exigem raciocínio científico-interpretativo e metodológico para obtenção de informações sobre um fenômeno natural, residindo na capacidade humana de simular e construir modelos mentais, onde a imaginação tem papel principal. Já a dimensão histórica proposta por esse método investiga registros sobre as práticas científicas, identificando e localizando os indivíduos criativos em seus contextos culturais (CAUDURO, 2017, p. 32).

Ainda no Capítulo 1 é apresentada a proposta do Ensino Explícito como método de ensino (GAUTHIER; BISSONNETE; RICHARD, 2014). No livro, **Ensino explícito e desempenho dos alunos: a gestão dos aprendizados**, de Gauthier, Bissonnete e Richard (2014), os autores discutem a importância do professor no rendimento dos alunos. Os autores mostram, por investigação, existir relação entre o meio socioeconômico com o desempenho e sucesso escolar dos estudantes, ressaltando que alunos provenientes de meios sociais menos favorecidos têm maior probabilidade de abandonar a escola ou de não aproveitarem satisfatoriamente as aulas. Vale ressaltar que esses fatores não determinam necessariamente o futuro dos estudantes e, sim, contribuem para a evasão escolar e o baixo rendimento.

O ensino explícito é abordagem estabelecida pelo professor, para facilitar o desenvolvimento de habilidades cognitivas dos estudantes. O termo **explícito**, sugere que as etapas de aprendizagem e os aspectos necessários para que ocorram sejam constantemente recordados aos alunos. A implementação do ensino explícito é baseada no modelo Preparação, Interação e Consolidação (PIC). As etapas do modelo podem ser melhor analisadas no Quadro 1.

Modelo PIC		
Preparação	Interação	Consolidação
<ol style="list-style-type: none"> Objetivos de aprendizado. Determinar os conhecimentos prévios sobre os conceitos. 	<ol style="list-style-type: none"> Maximizar o tempo de aprendizado em sala de aula. 	<ol style="list-style-type: none"> Deveres de casa. Revisões cotidianas.

<ol style="list-style-type: none"> 3. Integração entre os conhecimentos. 4. Estratégias cognitivas. 5. Mecanismos de apoio ao aprendizado. 6. Verificação do alinhamento curricular. 7. Roteiro da aula. 	<ol style="list-style-type: none"> 2. Garantir uma taxa de sucesso elevada. 3. Cobrir a matéria a apresentar aos alunos. 4. Agrupamentos. 5. Dar apoio ao aprendizado (<i>scaffolding</i>). 6. Considerar diferentes formas de conhecimento. 7. Utilizar linguagem clara e precisa. 8. Verificar a compreensão. 9. Explicar, ilustrar por modelagens, demonstrar. 10. Manter o ritmo constante. 11. Diferenciar de outra forma. 	<ol style="list-style-type: none"> 3. Avaliar a transferência dos aprendizados.
---	---	--

Quadro 1: Etapas do modelo PIC do ensino explícito

Fonte: A autora (2022).

Haja vista o que foi dito sobre a vulnerabilidade social, o método cognitivo-histórico e o ensino explícito, o Capítulo 1 é finalizado com a definição do problema de pesquisa e apresentação dos objetivos a serem perseguidos para responder à questão de pesquisa: o método cognitivo-histórico pode ser utilizado na disciplina de Física como agente operacional capaz de contribuir para a aprendizagem de estudantes de escola localizada em zona de vulnerabilidade social? Os objetivos podem ser observados no Quadro 2.

Objetivo geral	Objetivos específicos
Verificar se o Método Cognitivo-histórico é adequado para ser utilizado na disciplina de Física, em escola localizada em zona de vulnerabilidade social.	<p>Implementar e avaliar pré-testes e pós-testes de verificação de aquisição de conhecimentos pelos alunos utilizando recursos da metodologia quantitativa e qualitativa.</p> <p>Realizar uma revisão bibliográfica sobre os temas Método Cognitivo-histórico, vulnerabilidade social e ensino explícito;</p> <p>Desenvolver materiais teóricos e práticos baseados no Método Cognitivo-histórico;</p> <p>Implementar os materiais teóricos e práticos segundo o método do Ensino Explícito.</p>

Quadro 2: Objetivos da tese

Fonte: A autora (2022).

Na primeira parte do Capítulo 2, apresenta-se a revisão bibliográfica que contextualiza o método cognitivo-histórico, vulnerabilidade social e ensino explícito. Para tanto, foram analisados 235 periódicos da área de ensino com estratos A1 e A2, de acordo com a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), segundo a Classificação de Periódicos Quadriênio 2013-2016, do Qualis Periódico. O período pesquisado foi de 2000 a 2017.

Dos duzentos e trinta e cinco (235) periódicos, quatorze (14) apresentaram artigos com os temas vulnerabilidade social e ensino explícito. Desses, trinta e cinco (35) artigos se referiam à vulnerabilidade social e três (3), ao ensino explícito. Sobre a temática da vulnerabilidade social, preocupantemente, nenhum trabalho se referiu ao ensino ou educação em ciências, já que essas condições sociais devem ser consideradas nos planejamentos escolares. Além disso, esses números também mostraram existir baixo número de pesquisadores empregando o ensino explícito, que como mostram os autores Gauthier, Bissonnete e Richard (2014), se mostrou eficaz quando empregados em aulas de diversas disciplinas na educação básica. Já com relação ao método cognitivo-histórico, não foi encontrado em nenhum dos periódicos analisados.

Ainda no Capítulo 2, implementou-se os materiais desenvolvidos por meio abordagem do ensino explícito, a favorecer o desenvolvimento de habilidades cognitivas dos estudantes. A escola na qual a pesquisa foi realizada, encontra-se em região de alta vulnerabilidade social, na cidade de Santa Maria – RS e, a maioria dos participantes da pesquisa depende de programas sociais para se manterem.

O método de coleta de dados escolhido para esta pesquisa foi o modelo experimental *Solomon Four – Group Design* (Figura 1), onde a intervenção baseada no MCH contou com um protocolo bem-definido: pré-teste constituído de duas questões com situações cotidianas; a intervenção composta de texto sobre a vida, carreira, contexto histórico e social (as leituras para a criação desses materiais se deram, em sua maior parte, a artigos especializados em história da ciência), experimentos cruciais de cientistas escolhidos de acordo com conceitos fundamentais estudados por eles, explanação dos conceitos, exemplos, problemas e por atividade prática, com roteiro, relacionada ao cientista estudado; o pós-teste de cada cientista é composto de cinco questões de múltipla escolha. A intervenção durou quatro (4) anos.

Grupo Randomizado	Pré-teste	Tratamento	Pós-teste
Grupo A	●	●	●
Grupo B	●		●
Grupo C		●	●
Grupo D			●

Figura 1: Modelo experimental *Solomon Four – Group Design*
Fonte: Cauduro (2017, p. 66).

Os cientistas escolhidos para serem estudados podem ser vistos no esquema mostrado na Figura 2.

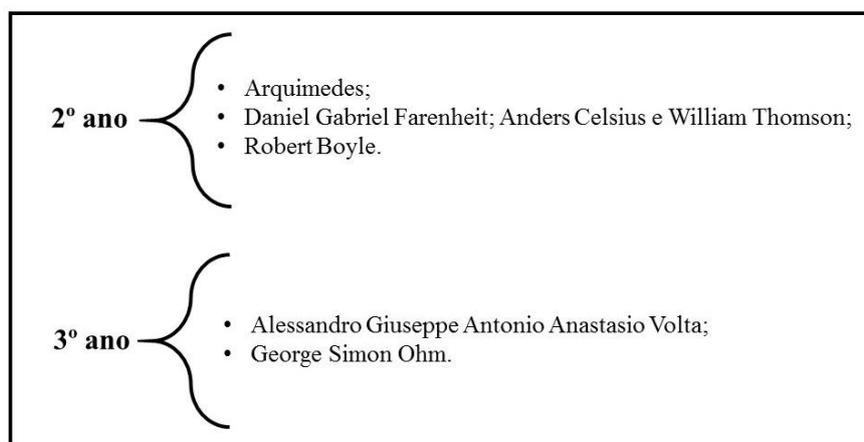


Figura 1: Listagem com os nomes dos cientistas trabalhados segundo o Método Cognitivo-histórico
Fonte: Cauduro (2017, p. 69).

No Capítulo 3, a autora mostra as formas como as atividades foram analisadas, qualitativamente e quantitativamente. Os pré-testes passaram por análise qualitativa, com as respostas categorizadas segundo adaptação de proposta por Iachel (2011), onde as siglas correspondem às categorias de respostas. As siglas, seus significados e características, podem ser vistos no Quadro 3, sendo observado que para cada sigla foi atribuída nota para poder aplicar o teste de Análise da Variância.

Sigla	Significado	Características	Nota
SR	Sem resposta	Inexistência de resposta para análise.	0
CNC	Conhecimento não condizente	A resposta não está de acordo com o que foi perguntado.	1-3
CPC	Conhecimento parcialmente condizente	“O conhecimento prévio é parcialmente científico, ou seja, a resposta evidencia pequenas noções que explicariam a situação descrita”. (CAUDURO; LÜDKE, 2015, p. 161).	4-7
CC	Conhecimento condizente	A resposta está de acordo com o que foi perguntado.	8-10

Quadro 3: Características das siglas utilizadas para análise qualitativa dos pré-testes
Fonte: Cauduro (2017, p. 75).

Para a análise dos pós-testes e verificação da existência ou não de efeitos provocados pelo tratamento com método cognitivo-histórico foi utilizado o pacote de análise estatística SPSS (*Statistical Package for Social Sciences*), versão 18 (BISQUERRA; SARRIERA; MARTÍNEZ, 2004), onde os testes aplicados foram:

Análise descritiva das avaliações: avaliação do número de participantes, média, desvio padrão, máximo e mínimo; aplicação da prova de Levene: é indicada para a verificação da possibilidade ou não da aplicação de um teste paramétrico a partir do grau de significação do valor-p. Se o valor p for menor que 0,05 (valor definido pelo programa, mas que também pode variar e ser

0,01) é um indicativo de que as variâncias são heterogêneas e que não se pode aplicar um teste ANOVA (análise da variância) para a verificação dos efeitos sobre a amostra. Nesse caso, dizemos que a amostra apresenta heterocedasticidade. Se p for maior que 0,05 pode-se aplicar o teste ANOVA. Se p for menor que 0,05, mas as amostras forem aproximadamente iguais, podemos aplicar o teste ANOVA pela exceção apresentada por Callegari-Jacques (2003), que afirma que podemos obter “resultados confiáveis mesmo com considerável heterocedasticidade” (CALLEGARI-JACQUES, 2003, p. 157). Aplicação do teste ANOVA (Análise da Variância) de uma (1) via: utilizado para a comparação das médias dos grupos envolvidos, para a verificação da existência de diferenças significativas ou não entre os grupos testados (CAUDURO, 2017, p. 76).

Nos Capítulos 4 e 5 foram apresentadas as discussões e as conclusões da pesquisa. Os resultados deste trabalho possibilitaram responder ao problema de pesquisa, evidenciando que o método cognitivo-histórico é ferramenta eficaz nas implementações na escola referida, para os conteúdos de temperatura, calor e escalas termométricas (Daniel Gabriel Fahrenheit; Anders Celsius e William Thomson); transformação isotérmica (Robert Boyle); Leis de Ohm (George Simon Ohm) e geradores elétricos (Alessandro Volta).

Com relação às atividades Arquimedes, o teste ANOVA não evidenciou diferenças significativas entre os grupos analisados com relação aos resultados do pós-teste. Isso pode ter acontecido pelo fato dessa atividade ter sido a primeira a ser implementada, encontrando os estudantes habituados à metodologia para as demais atividades.

Sobre o ensino explícito e a gestão dos aprendizados, a maioria dos itens constituintes pôde ser realizado com êxito. Entretanto, os critérios: garantir a taxa de sucesso elevada, verificar a compreensão e diferenciar de outra forma, necessitam aperfeiçoamento. Esses itens estão relacionados, na maioria das vezes, aos alunos que apresentaram muitas faltas, o que interferiu negativamente no seu aprendizado, pois quando esses alunos retornavam, a aula havia avançado e eles não. Para solucionar essa dificuldade são necessárias táticas de recuperação das atividades.

A implementação desse referencial teórico permite que o aluno que se encontra em situação de vulnerabilidade social tenha a oportunidade de estudar os conceitos científicos, em especial os da física, sob perspectiva ampla. Com ele é possível analisar o processo de construção dos conceitos do ponto de vista dos seus criadores, mostrando que a ciência não está pronta e acabada e, sim, passível de mudanças, erros e construída por pessoas que também são susceptíveis a erros, falhas e influências de seu meio histórico e

social. Vale ressaltar que este projeto continua sendo implementado na mesma escola e resultados semelhantes permanecem sendo obtidos.

Referências

- BISQUERRA, R.; SARRIERA, J. C.; MARTINEZ, F. **Introdução à estatística**: enfoque informático com o pacote estatístico SPSS. Porto Alegre: Artes Médicas, 2004.
- CALLEGARI-JACQUES, S. M. **Bioestatística**: princípios e aplicações. Porto Alegre: Artmed, 2003.
- CAUDURO, P. J.; LÜDKE, E. Análise de subsunçores sobre ímãs e campo magnético em alunos de curso de farmácia. **Revista Vivências**, Santiago, v.11, n. 20, p. 18-166. 2015.
- CAUDURO, P. J. **O Método Cognitivo-histórico e o Ensino de Física mediado por Epistemologias**. 2017. 232 f. Tese (Doutorado em Química da Vida e Saúde). Programa de Pós-graduação em Educação em Ciências, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2017.
- CENPEC. **Educação em territórios de alta vulnerabilidade social na metrópole**. São Paulo: CENEP, 2011.
- SILVA, S. B.; RAPOPORT, A. Desempenho escolar de crianças em situação de vulnerabilidade social. **Revista Educação em Rede: Formação e Prática Docente**, Cachoeirinha, v. 2, n. 2, p. 1-26. 2013.
- GAUTHIER, C.; BISSONNETTE, S.; RICHARD M. **Ensino Explícito e Desempenho dos alunos**: a gestão dos aprendizados. Tradução de Stephania Matousek. Petrópolis: Vozes, 2014.
- IACHEL, G. O conhecimento prévio de alunos do ensino médio sobre as estrelas. *Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia*, São Carlos, v. 12, p. 7-29. 2011.
- NERSESSIAN, N. J. A cognitive-historical approach to meaning in science theories. **The Process of science**, Dordrecht, v. 3, p. 161-179. 1987.
- NERSESSIAN, N. J. How do scientists think? Capturing the dynamics of conceptual change in science. **Minnesota Studies in the Philosophy of Science**, Minneapolis, v. 15, p. 3-45. 1992.
- NERSESSIAN, N. J. Opening the black box: Cognitive science and the history of science. **Osiris**, Chicago, v.10, p. 195-211. 1995.
- NERSESSIAN, N. J. **Creating Scientific Concepts**. London: MIT Press Books, 2008.
- PALAVISSINI, C. F. C.; LIMA, K. R. L.; CASTRO, L. P. V.; LIMA, D. F. Tecnologias digitais de informação e comunicação na aquisição de conhecimentos científicos para alunos surdos: uma revisão integrativa da literatura. **Research, Society and Development**, Várzea Grande Paulista, v. 10, p. e383101623998. 2021.
- YANNOULAS, S. C.; ASSIS, S. G.; FERREIRA, K. L. Educação e Pobreza: limiares de um campo em (re)definição. **Revista Brasileira de Educação**, Rio de Janeiro, v. 17, n. 50, p. 329-496. 2012.

Recebido em: 04 de fevereiro de 2022

Aceito em: 15 de abril de 2022