

A relação entre as formas de mediação, na perspectiva da TMC, e a compreensão do conceito de carga elétrica

The relationship between the forms of mediation, in the perspective of CMT, and the understanding of the concept of electric charge

Graciela Paz Meggiolaro

Universidade Regional Integrada do Alto das Missões – URI / Santo Ângelo
gracipmdalmolin@gmail.com

Luis Cunha

Universidade Luterana do Brasil – ULBRA / Canoas
luiszven@hotmail.com

Agostinho Serrano

Universidade Luterana do Brasil – ULBRA / Canoas
asandraden@gmail.com

Resumo: Este trabalho é um recorte da pesquisa de doutorado no qual buscamos, aqui, identificar as mudanças cognitivas resultantes por meio do uso de uma simulação computacional de física no Geogebra. Para isso, utilizamos a Teoria da Mediação Cognitiva – TMC (SOUZA, 2004), que faz uma abordagem baseada no processamento de informações, capaz de explicar o funcionamento da cognição humana, uma vez que os processos mentais de um indivíduo ocorrem a partir do processamento de informações por estruturas em seu ambiente. O foco da investigação deste trabalho foi a compressão do conceito de carga elétrica de um aluno de física do sexto semestre, por intermédio de uma simulação computacional de física no Geogebra, envolvendo carga, campo elétrico e vetor campo elétrico. As análises dos dados coletados através dos gestos descritivos e imagens mentais nos deram indícios de mediações culturais, sociais e hipercultural.

Palavras-chave: Carga elétrica, Simulações Computacionais, Teoria da Mediação Cognitiva

Abstract: This work is a cut of the doctoral research no results for this post, identify as resulting cognitive changes through the use of a computational simulation of physics without GeoGebra for this, uses a Cognitive Mediation Theory - CMT (SOUZA, 2004), which uses an approach based on information processing, able to explain the functioning of human cognition, once the mental processes of an individual. The focus of the research in this work was a compression of the concept of electrical charge of a student of physics in the sixth semester, through a computational simulation of physics without GeoGebra, involving charge, electric field and electric field vector. As analyzes of the data collected on the descriptive

gestures and mental images gave us indications of cultural, social and Hyperculture mediations.

Key words: Electrical Charging, Computational Simulations, Cognitive Mediation Theory

Introdução

A necessidade de debate dos conceitos de eletromagnetismo está presente em vários periódicos, por meio de pesquisadores que analisam as dificuldades e os problemas enfrentados pelos alunos nesta área do conhecimento, como FURIÓ; et al., 2002; FURIÓ; GUIASOLA; ALMUDI, 2004; DORI, BELCHER, 2005; PERIAGO, BOHIGAS, 2005; BASER, GEBAN, 2007; BASER, GEBAN, 2007; GUIASOLA et al., 2008; GUPTA, HAMMER; REDISH, 2010.

Assim sendo, escolhemos abordar o conceito de carga elétrica neste trabalho, portanto acreditamos que, para a discussão dos conceitos de eletromagnetismo, é essencial que o aluno compreenda as propriedades da matéria para a interpretação dos fenômenos envolvidos na física, relacionados à interação entre condutores de cargas com polaridades diferentes. Uma vez que a carga elétrica é constituída por partículas com cargas positivas denominadas prótons e partículas cargas negativas denominada elétrons, e neutra, na não existência de cargas, sendo este conceito muito abstrato.

Pensando em estratégias que auxiliem os alunos a compreenderem esses aspectos, apontamos que o uso de simulações computacionais de física no Geogebra, quando trabalhados com planejamentos, auxiliam a aprendizagem dos alunos, pois, cabe ao professor promover a aprendizagem do aluno, para que ele possa construir o seu conhecimento em um ambiente que o desafie e o motive para a exploração, a reflexão e a descoberta de conceitos relacionados com os problemas que desenvolve (Papert, 1998).

As ferramentas digitais apresentam potencialidades para a sua utilização no Ensino de Ciências. No entanto, para que esta “prática” colabore com a evolução conceitual e cognitiva dos alunos, é preciso que os professores, segundo Miranda (2007), as utilizem: a) como novos formalismos para tratar e representar a informação; b) para apoiar os alunos a construir conhecimento significativo; c) para desenvolver projetos, integrando (e não acrescentando) criativamente as novas tecnologias no currículo.

Para a fundamentação teórica, a Teoria da Mediação Cognitiva – TMC – busca explicar os impactos das tecnologias digitais no pensamento humano, apresentando uma visão da cognição como um fenômeno de processamento de informações, em que uma boa parte do processamento é feita fora do cérebro.

Dessa maneira, a cognição humana se dá pela interação com o ambiente, que fornece à estrutura cognitiva uma capacidade adicional de processamento, por meio do mecanismo de mediação, com um conjunto de conceitos, esquemas e competências mais amplo, possibilitando facilidade em representar e manipular o saber com maior quantidade e variedades de mecanismos de registros, sendo capaz de decompor, distribuir, gerenciar e recompor tarefas cognitivas ao longo de diferentes mecanismos de mediação interna e externos utilizados.

Em vista desses aspectos, o objetivo deste trabalho é investigar de que forma ocorre o processo de mediação cognitiva de um aluno do curso de física, por intermédio de imagens,

simulações mentais e *drives*, quando ele utiliza uma simulação computacional relacionada aos conceitos da eletrostática.

A Teoria da Mediação Cognitiva em rede (TMC)

O foco da fundamentação teórica está voltado para a compreensão referente à comunicação dos *drives* e imagens mentais com os conceitos de carga elétrica no ensino superior. Para isso, utilizaremos a Teoria da Mediação Cognitiva – TMC (SOUZA, 2004), que possui uma abordagem baseada no processamento de informações, capaz de explicar o funcionamento da cognição humana, seu desenvolvimento, relações com a sociedade, cultura e a tecnologia, já que os processos mentais de um indivíduo ocorrem a partir do processamento de informações por estruturas em seu ambiente, agindo como *templates* para agregar informações.

Assim, propõe-se que seres humanos adquirem conhecimento acerca de objetos através da interação com eles e também por meio da ajuda de estruturas no ambiente que fornecem capacidade de processamento adicional aos seus cérebros. Logicamente, isso requer uma combinação entre sistemas externos capazes de processamento de informação e mecanismos mentais internos que permitam o seu uso (RAUPP et al., 2010, p. 20-21).

A Teoria da Mediação Cognitiva estabelece que a interação dos mecanismos externos gera mudanças internas, aumentando a capacidade cognitiva do indivíduo, resultando no processamento cerebral, que atuam como próteses cognitivas (MOURA; SOUZA, 2007). Nesse sentido, a TMC permite a comunicação entre a estrutura cognitiva do sujeito e o mecanismo externo de processamento de informações, por intermédio de representações mentais, onde o cérebro cria competências específicas para se comunicar com este mecanismo, propiciando a aquisição de conhecimentos (RAMOS, 2015).

Segundo aduz Souza (2004), os processos de pensamento são moldados por mediação com o meio e essa mediação vai mudando a própria cultura desses grupos. Portanto, o papel da tecnologia da informação (TI) no pensamento humano pode ser considerado como uma nova forma de mediação cognitiva com um alcance superior às modalidades anteriores como a mediação cultural.

Além disso, a TMC considera os *drivers* como mecanismos internos presentes na estrutura cognitiva do indivíduo que possibilitam a utilização de mecanismos externos. Por conseguinte, os *drivers* permitem a comunicação entre a estrutura cognitiva do sujeito e o mecanismo externo de processamento de informações de maneira que ambos possam interagir, e o sujeito possa entender o funcionamento desse mecanismo externo a ponto de compreender e internalizar as informações nele contidas, tecendo uma analogia com a computação, uma abordagem baseada na metáfora computador-cérebro da psicologia cognitiva (RAMOS, 2015).

Existem quatro formas de mediação de acordo com a TMC: a) a Mediação Psicofísica relacionada às características fisiológicas do sujeito com a composição do objeto, bem como a posição espacial de ambos e da natureza do ambiente; b) a Mediação Social, quando ocorre a interação com diversos sujeitos em um mesmo ambiente; c) a Mediação Cultural, a linguagem e sua organização textual e a capacidade de a sociedade relatar experiências e acontecimentos envolvendo categorizações complexas de ideias e conceitos, e d) a Mediação Hiper-cultural, que se utiliza do acesso à tecnologia, ao computador, às simulações, ou seja, o uso de ferramentas tecnológicas (SOUZA, 2004).

Nesses aspectos, torna-se claro que o fato da mediação cognitiva depende diretamente do suporte dos mecanismos internos, *drivers*, para possuir a capacidade de acessar corretamente

os mecanismos externos. Dessa forma, esse mesmo autor compara os *drivers* às “máquinas virtuais” internas, possuindo um papel importante na definição do pensamento humano, indo além da “conexão” com o mecanismo externo.

Metodologia

Este trabalho é um recorte da pesquisa de tese, no qual trabalhamos com 4 alunos do sexto semestre do curso de Licenciatura em Física e 4 alunos do primeiro semestre de Engenharia Civil e Mecânica, por se tratar de grupos distintos com disciplinas ainda não cursadas. Estes alunos foram renomeados como sendo A1, A2, A3, A4, A5, A6, A7 e A8 preservando assim suas identidades, a primeira autora deste trabalho é renomeada com a letra P. Abordaremos aqui, apenas a análise de uma aluna chamada de A1, por ser um fragmento. Este trabalho é de natureza qualitativa por se tratar de uma busca de informações na tentativa de identificar e compreender as mediações de acordo com a TMC, essa, metodologia está fundamentada em Moraes e Galiazzi (2007), a partir da Análise Textual Discursiva – (ATD).

Por intermédio do uso do *Software* GeoGebra com uma simulação de campo elétrico, investigamos de que forma, ocorreu o processo de mediação cognitiva da aluna A1, do curso de Licenciatura em Física, através dos seguintes passos para a análise:

Pré-teste: antes de o aluno interagir com o *software*, foram entregues a ele cinco perguntas envolvendo, carga, campo elétrico e vetor campo elétrico, respondidas pelo aluno com base em seus conhecimentos.

Simulação: Após foram organizadas duplas. E com o auxílio de um guia de simulação, cujo objetivo era orientar as duplas através do *Software* Geogebra, disponível em <https://www.geogebra.org/m/eHyU8ZmU>, produzido por Francisco Ricardo Moreira Sampaio, os alunos manipulam livremente o programa, uma vez que, acreditamos que neste momento ocorreu a internalização dos *drivers* inerentes.

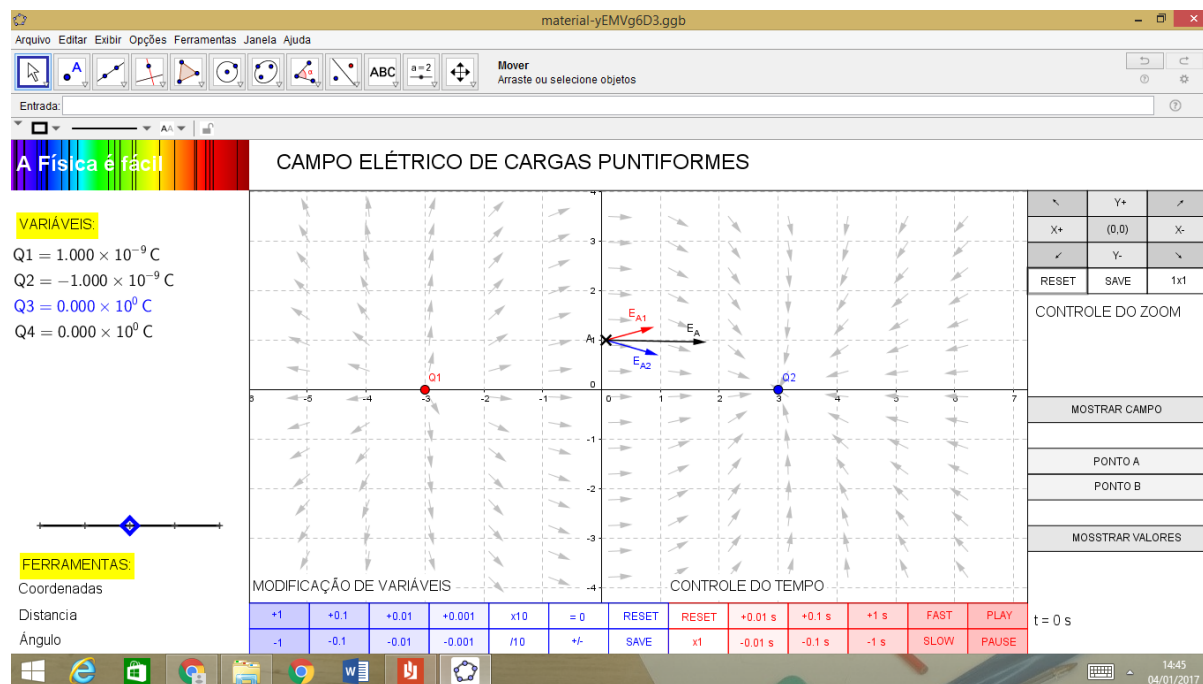


Figura 1: Simulação computacional do Geogebra

Pós-teste: Após a simulação, em um outro horário, as duplas, individualmente, responderam às mesmas questões presentes no pré-teste.

Entrevista: As entrevistas foram realizadas individualmente, gravadas e posteriormente transcritas para análises. Para a sua realização, utilizamos o protocolo “*think aloud*” (SCHERR, 2008; CLEMENT & STEPHENS, 2010), cuja técnica consiste na coleta de dados, em que o entrevistador e o entrevistado mantêm constante diálogo a respeito do que o entrevistado está pensando durante a execução de uma tarefa.

Análise: A análise dos dados é gestual (MONAGHAN; CLEMENT, 1999), por intermédio do vínculo entre gestos descritivos e imagens mentais (CLEMENT & STEPHENS, 2010) com a simulação. Para este trabalho, realizamos recortes na entrevista de um aluno, o qual trazemos aqui A1 sendo Aluno 1, e P, de pesquisadora e entrevistadora, na forma de excerto.

Análise dos resultados

Neste trabalho, pretendemos discutir como a mediação cognitiva realizada através de uma ferramenta hipercultural – GeoGebra, pode contribuir na compreensão de conceitos da eletrostática. Na medida em que os resultados são apresentados, também ressaltaremos a contribuição de outros mecanismos externos de mediação, como os momentos de interação com o professor em sala de aula. Como organização para evidenciar os dados considerados mais relevantes, utilizaremos no decorrer do texto excertos dos diálogos ao longo da entrevista, pautadas em questões específicas presentes no pré e pós-teste.

Iniciaremos a discussão a partir da primeira questão do pré-teste, onde indagamos a aluna A1, acerca da natureza do seu raciocínio desenvolvido, a respeito dos conceitos de eletrostática. No qual ela indica ter lembrado do professor de física representando no quadro, conforme excerto 1.

Pergunta pré-teste

No quadro a seguir, encontramos distribuídas duas cargas positivas. Estas cargas, separadas por uma distância d , criam um campo elétrico resultante \vec{E}_{Res} . Dessa forma, represente no ponto P o vetor campo elétrico \vec{E}_1 (criado pela carga Q_1), \vec{E}_2 (criado pela carga Q_2), e \vec{E}_{Res} o campo elétrico resultante criado por ambas as cargas. Inicie atribuindo valores a elas.

Excerto 1

P: [...] quando tu leu esta questão aqui, o que tu imaginou pela primeira vez? No quadro a seguir, encontra-se distribuída uma carga etc., o que passou pela tua cabeça?

A1: As linhas do campo, as imagens da linha.

P: Essa imagem da linha, como que ela é? Ela vem de onde? De algum livro? De alguma coisa que tu viu?

A1: Da aula mesmo do professor fazendo no quadro.

P: O professor quem era?

A1: O xx.

P: Então ele fazia as linhas de campo?

A1: Sim.

P: Essas linhas de campo eram feitas com giz colorido, preto e branco ou branco?

A1: Colorido geralmente, para diferenciar o resto do desenho. Fazia bem colorido.

P: Ou seja, ele usava cores diferentes para cargas diferentes, coisas deste tipo? Era colorido?

A1: Eu me lembro que ele sempre usava várias cores para diferenciar uma coisa da outra.

P: E quando tu leu isso, a primeira coisa que surgiu na tua cabeça foi, o quadro do professor colorido, com as linhas de campo?

A1: Sim.

P: Excelente. Daí tu desenhou isso aqui, essas aqui são as linhas de campo que tu estava vendo, é isso?

A1: É, eu lembrava que quando era, dependendo da carga positiva ou negativa, atraía ou repelia, eu não lembrava qual era qual, então eu fui meio que no chute.

De acordo com esse Excerto 1, referente a fala da aluna A1, há indícios de que ela usou *drives* de uma interação social, mediação relacionada com a aula do professor relativa a explicação do conceito, o qual corresponde a um *driver* de visualização. Quando a aluna descreveu a carga elétrica, positiva ou negativa, ela representou com as mãos, indicando, por meio do movimento dos dedos, se a carga se atraía (Figura 2) ou se repelia (Figura 3).



Figura 2: Atracção da carga

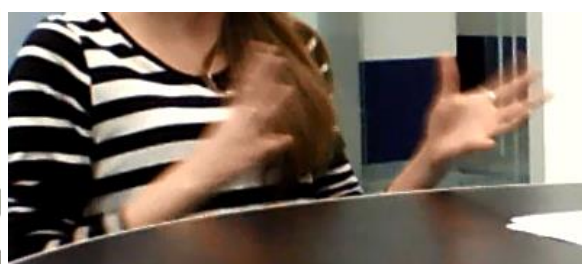


Figura 3: Repulsão da carga

Na entrevista, quando questionada sobre a atividade desenvolvida no pós-teste, em relação ao seu desenvolvimento, a A1, evidenciou indícios da mudança cognitiva, caracterizada pelos *drives* hiperculturais (Excerto 2).

Excerto 2

P: Tá certo, ótimo, agora eu vou puxar o pós, puxando o pós mudou um pouco o seu desenho tá, então ai tu obviamente leu de novo esta questão e ai o que passou pela tua cabeça, agora no pós?

A1: Eu lembrei do GeoGebra, desenho do campo.

P: Tu, também lembrou do quadro do professor ou lembrou do...??

A1: Dos dois.

P: Tu, lembrou do GeoGebra e do quadro do professor e ai?

A1: Eu acho que aí ficou melhor a representação porque estava ali, ao meu ver, juntei o que eu lembrava de um e do outro.

A aluna, após interagir com a simulação, que representa um mecanismo externo, desenvolveu novos *drivers* hiperculturais, incorporando-os em sua estrutura cognitiva. Uma vez que, no início da entrevista a A1 refere-se aos *drivers* sociais relacionada a aula do professor, os *drivers* culturais relacionada as explicações e ao desenho do professor do quadro e por fim a mediação hipercultural relacionada à simulação de física no GeoGebra. Destas mediações, a que resultou em representações e *drivers* adequados à uma representação de campo foi a oriunda do processo educacional tradicional, sob a forma de mediação sócio-cultural em sala de aula. A mediação hipercultural (GeoGebra) serviu como organizador prévio (AUSUBEL, 1978), auxiliando-a a lembrar dos subsunçores já armazenados em sua estrutura cognitiva, trabalhados em aulas pelo professor.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir da atividade desenvolvida por meio do uso de uma simulação computacional de física, e da metodologia por intermédio do pré e pós-teste e entrevista, constatamos que a utilização da simulação no *Software* GeoGebra, à luz da TMC, levou-nos a responder o nosso objetivo que era o de investigar de que forma ocorre a mediação cognitiva de um aluno do curso de física, através das imagens, simulações mentais e *drives* quando este utiliza uma simulação computacional relacionada aos conceitos da eletrostática, pois encontramos a interação de três mediações na fala e representação da A1, ou seja os *drivers* sociais, culturais e hiperculturais. Podemos, portanto, afirmar com certa segurança, que as representações adequadas de campo elétrico foram adquiridas após a interação com professores em sala de aula (mediação sócio-cultural) e o GeoGebra serviu para recordar estas representações, atuando como um organizador prévio ausubeliano.

Dessa forma, recomendamos a utilização desta simulação em sala de aula, para que o aluno consiga reorganizar seus conhecimentos, e possuir uma maior dimensão sobre o campo elétrico, uma vez que, sua representação é abstrata. Este trabalho, como relatado anteriormente faz parte da pesquisa de doutorado no qual buscamos trabalhar com todos os conceitos do eletromagnetismo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. **Educational Psychology: a cognitive view**. 2a Ed. ed. New York, 1978.
- BASER, M. GEBAN, O. Effect of instruction based on conceptual change activities on students' understanding of static electricity concepts. **Research in Science & Technological**. v.25, ed. 2, 2007.
- CLEMENT, J. J. STEPHENS, A. L. Documenting the use of expert scientific reasoning process by high school physics students. **Physics Education Research**, v. 6, n.2, p. 20122-1-20122-15, 2010.
- DORI, Y; BELCHER J. How Does Technology-Enabled Active Learning Affect Undergraduate Students' Understanding of Electromagnetism Concepts?. **Journal of the Learning Sciences**. v. 14, ed. 2, 2005.
- FURIÓ, C.; et al.. Learning the electric field concept as oriented research activity. **Science Education**. 87, 640-662, 2002.

FURIÓ, C.; GUIASOLA, J.; ALMUDÍ, J.. Elementary Electrostatic Phenomena: Historical Hindrances and Students' Difficulties. **Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education**. 4(3), pp.291-313, 2004.

GUIASOLA, J.; et al. Dificultades persistentes en el aprendizaje de la electricidad: Estrategias de razonamiento de los estudiantes al explicar fenómenos de carga eléctrica. **Enseñanza de Las ciencias**. 26(2), pp.177-192, 2008.

GUPTA, A. HAMMER, D. REDISH, E. The case for dynamic models of learners' ontologies in physics. **The Journal of the Learning**. v. 19, ed. 3, 2010.

HALLIDAY, David; RESNICK, Robert. **Fundamentos de física**, volume 3: eletromagnetismo. Jearl Walker: tradução e revisão técnica Ronaldo Sérgio de Biasi. Rio de Janeiro: LTC, 2010.

MIRANDA, Guilhermina L. Limites e possibilidades das TIC na educação. **Revista de Ciências da Educação**. n.3, p.41-51, ago.2007. Disponível em <http://portaldoprofessor.mec.gov.br/storage/materiais/0000012617.pdf>. Acessado em 06 jan. 2017.

MONAGHAN, J. M.; CLEMENT, J. J. Use of a computer simulation to develop mental simulations for understanding relative motion concepts. **International Journal of Science Education**, v. 21, n. 9, p. 921 – 944, 1999.

PERIAGO, M. BOHIGAS, X. A study of second-year engineering students' alternative conceptions about electric potential, current intensity and Ohm's law. **European Journal of Engineering**. v 30, ed. 1, 2005.

PAPERT, Seymour. **A família em Rede**. Lisboa. Editora Relógio d'água Editores, 1998.

RAUPP, D; SERRANO, A; MARTINS, T.LC.; SOUZA, B. C. DE. Uso de um software de construção de modelos moleculares no ensino de isomeria geométrica: um estudo de caso baseado na teoria de mediação cognitiva. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 9, n. 1, p.18-34, 2010. Disponível em: http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen9/ART2_VOL9_N1.pdf Acessado em: 15 de nov. 2014.

RAMOS, A. F. Estudo do Processo de Internalização de Conceitos de Química Utilizando Software de Modelagem Molecular: Uma proposta para o ensino médio e superior. 2015. 230 f. **Tese (Doutorado em Ensino de Ciências e Matemática)**, Universidade Luterana do Brasil, Canoas, 2015.

SCHERR, R. Gesture analysis for physics education researchers. **Physical Review Special Topics - Physics Education Research**, v. 4, n° 010101, 2008.

SILVA, Domiciano. **Carga elétrica**. Disponível em: <http://mundoeducacao.bol.uol.com.br/fisica/carga-eletrica.htm>. Acessado em: 01 jan. 2017.

SOUZA, B. C. A Teoria da Mediação Cognitiva: Os impactos cognitivos da hipercultura e da mediação digital. **Tese (Doutorado Em Psicologia Cognitiva)**. Departamento de Psicologia Cognitiva, Universidade Federal de Pernambuco, 2004. UFPE, Brasil. Disponível em: <http://www.liber.ufpe.br/teses/arquivo/20040617095205.pdf>> acessado em 12 nov. 2014.