

Análise vygotskyana dos conceitos eletromagnéticos

Vygotskyan analysis of the evolution of electromagnetic concept

Análisis vygotskyana de conceptos electromagnéticos

Recebido: 01/08/2020 | Revisado: 08/08/2020 | Aceito: 11/08/2020 | Publicado: 16/08/2020

Thiago Gomes Quaresma

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0312-2121>

Secretaria de Estado de Educação do Rio de Janeiro, Brasil

E-mail: thiagoquaresma01@gmail.com

Claudio Maia Porto

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5991-4566>

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Brasil

E-mail: cluadio@ufrj.br

Adílio Jorge Marques

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9341-5357>

Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Brasil

E-mail: adiliojm@yahoo.com.br

Frederico Ala de Oliveira Cruz

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2612-3952>

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Brasil

E-mail: frederico@ufrj.br

Resumo

O objetivo desse trabalho é apresentar uma análise da evolução histórica dos conceitos físicos iniciais do eletromagnetismo, criando uma ponte com a desenvolvimento da aprendizagem na visão vygotskyana. Trata-se de um estudo de natureza bibliográfica, com apoio de citações extraídas de fontes primárias da obra de Vygotsky. Apresentamos um panorama dos primeiros desenvolvimentos da eletricidade e do magnetismo, apontando a utilização de modelos extraídos de experiências e concepções já internalizadas como um mecanismo fundamental para a construção de novas representações dos fenômenos científicos. Essa abordagem nos permite identificara um processo de alargamento e adaptação gradativa dos conhecimentos construídos por quem aprende, e a influência de fatores históricos e culturais, muito característicos da concepção pedagógica de Vygotsky. Identificamos, assim, que os

processos cognitivos que governam o aprendizado do indivíduo se reproduzem, de modo, análogo, na esfera coletiva do desenvolvimento científico.

Palavras-chave: Eletromagnetismo; Vygotsky; Aprendizagem.

Abstract

The aim of this work is to present an analysis of the historical evolution of the initial physical concepts of Electromagnetism, creating a bridge between this branch of Science and the development of learning in the Vygotskian view. This is a bibliographic survey, supported by citations extracted from primary sources of Vygotsky's work. We present an overview of the first developments in Electricity and Magnetism, pointing out the use of models extracted from experiences and concepts already internalized as a fundamental mechanism for the construction of new representations of scientific phenomena. This approach allows us to identify a process of widening and gradually adapting the knowledge constructed by the learner, and the influence of historical and cultural factors, very characteristic of Vygotsky's pedagogical conception. Thus, we identified that the cognitive processes that govern the individual's learning are reproduced, in an analogous way, in the collective sphere of scientific development.

Keywords: Electromagnetism; Vygotsky; Learning.

Resumen

El objetivo de este trabajo es presentar un análisis de la evolución histórica de los conceptos físicos iniciales del electromagnetismo, creando una conexión con el desarrollo del aprendizaje en la visión vygotskiana. Este es un estudio bibliográfico, respaldado por citas extraídas de fuentes primarias en el trabajo de Vygotsky. Presentamos una panorámica de los primeros desarrollos en electricidad y magnetismo, señalando el uso de modelos extraídos de experiencias y conceptos ya internalizados como mecanismo fundamental para la construcción de nuevas representaciones de fenómenos científicos. Este enfoque nos permite identificar un proceso de ampliación y adaptación paulatina del conocimiento construido por el aprendiz, y la influencia de factores históricos y culturales, muy característicos de la concepción pedagógica de Vygotsky. Así, identificamos que los procesos cognitivos que rigen el aprendizaje del individuo se reproducen, de manera análoga, en el ámbito colectivo del desarrollo científico.

Palabras clave: Eelectromagnetismo; Vygotsky; Aprendizaje.

1. Introdução

Ao tentar compreender como os conceitos ligados aos fenômenos físicos evoluíram, percebe-se que os processos envolvidos na evolução do “olhar” científico estão intimamente ligados ao desejo do homem de obter respostas para questões de interesse puramente intelectual ou de necessidade social, sofrendo influências diretas das construções históricas e culturais sobre o tema (Schroeder et al, 2010). Neste processo de buscar a “verdade”, ocorrem mudanças na forma de pensar em função das experiências adquiridas durante o processo de estudo, mudanças essas que produzem, de maneira inconsciente, evoluções nos conceitos associados ao tema em questão.

É natural considerar que apenas o conhecimento científico é o norteador do processo de pesquisa, mas todo estudo também leva em conta o olhar cultural de quem está propondo novas opiniões. Esta junção de elementos, mesmo que de origens distintas em algumas situações, é utilizada para estabelecer um conjunto de ideias que permita descrever o objeto de estudo em sua plenitude, isto é, que forneçam uma explicação dita verdadeira (real) ou, ao menos, mais consistente do que aquela que existia antes.

A compreensão de como ocorre a evolução do pensamento científico ao longo da história requer ou permite observar a sociedade, neste caso sua dimensão científica, como um indivíduo influenciado pelos diversos fatores que o cercam. Isso pode ser um indicativo para o uso de modelos pedagógicos como instrumentos para discussão desse processo.

Um exemplo de como o entendimento científico coletivo em certa medida espelha o desenvolvimento cognitivo do indivíduo é dado pela evolução das ideias sobre os fenômenos eletromagnéticos. Por não se tratar de processos cujos agentes estejam plenamente visíveis, o Eletromagnetismo tem um caráter bem mais abstrato do que, por exemplo, a Mecânica. Seu desenvolvimento ao longo dos anos foi se dando muito apoiado em modelos extraídos de outras classes de fenômenos, como os mecânicos, notadamente ligados à ideia de fluidos. Esse processo de desenvolvimento se apoiou, então, na inspiração de modelos formulados em outros contextos e aplicados de maneira analógica a um novo universo fenomênico. Esses modelos, na medida em que reúnem essa experiência acumulada pela sociedade e, também, expressam os modos prevaletentes de pensamento de dada época, constituem um elemento de mediação entre o entendimento de pensadores e cientistas e seus contextos socioculturais. Essa mediação é característica da concepção vygotskyana, que vemos aqui se manifestar no desenvolvimento científico enquanto processo coletivo.

2. Processos de Reestruturação Mental

A reestruturação mental ocorre pela incorporação de novos conceitos às informações obtidas ao longo do processo de amadurecimento sobre o tema. Esse novo conhecimento é alcançado pela visualização ou experimentação, sendo assimilado após uma reflexão independente, por parte do indivíduo, dos significados que lhe são transmitidos (Ivic e Coelho, 2010). Considerar, por exemplo, os processos em que uma criança brinca com algo. Inicialmente ela não possui qualquer conhecimento sobre as regras ou como usar os objetos que estão disponíveis a ela. Se a experiência é em grupo, existe um processo de aprendizagem pela troca, no entanto, caso a brincadeira seja solitária, como rodar um pião, a criança tenderá a aprender pelo prazer gerado pela atividade. Esse processo é bem explicado por Vygotsky (1978, p. 106) ao afirmar que “o lúdico influencia enormemente o desenvolvimento da criança. É através do jogo que a criança aprende a agir, sua curiosidade é estimulada, adquire iniciativa e autoconfiança, proporciona o desenvolvimento da linguagem, do pensamento e da concentração”.

Note que o jogo ou a brincadeira, na perspectiva de uma criança, pode sofrer uma ampliação do seu significado para algo de interesse pragmático e social. Quando pensamos em um cientista procurando compreender um fenômeno, parece não haver distinção entre esses dois processos. No entanto, ambos precisam aceitar as regras envolvidas no seu campo de interesse, permitindo obter como resultado uma satisfação pelo processo em que estão inseridos. Rego (2000, p. 39) descreve um pouco dessa busca científica no seguinte trecho:

Vygotsky se dedicou ao estudo das chamadas funções psicológicas superiores, que consistem no modo de funcionamento psicológico tipicamente humano, tais como a capacidade de planejamento, memória voluntária, imaginação, etc. Estes processos mentais são considerados sofisticados e ‘superiores’, porque referem-se a mecanismos intencionais, ações conscientes controladas, processos voluntários que dão ao indivíduo a possibilidade de independência em relação às características do momento e espaço presente.

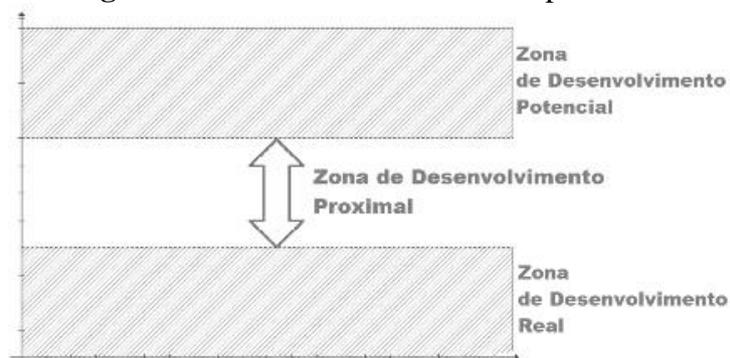
Durante o período de aprendizagem algumas atividades são feitas de forma autônoma pelo cientista. Todavia, em alguns momentos existe a necessidade de contato com seus pares mais experientes e de levar em consideração outras vivências para que seja possível o prosseguimento das suas análises. Esse movimento pode ser relacionado à zona de desenvolvimento proximal discutida por Vygotsky. Por exemplo, “(...) a distância entre o nível de desenvolvimento atual determinado pela resolução independente de problemas e o

nível de desenvolvimento potencial determinado pela resolução de problemas sob orientação ou em colaboração com parceiros mais capazes” (Vygotsky, 1989, p. 211).

Podemos dizer que a aprendizagem do cientista sobre um determinado tema e o de uma criança são em parte similares, uma vez que ambos na maioria das vezes apenas resolvem situações que são próximas ao seu nível de desenvolvimento cognitivo. A medida que a complexidade do problema aumenta eles começam a encontrar dificuldades que apenas serão vencidas caso exista uma colaboração, seja ela por interação pessoal ou, no caso do cientista, através da literatura especializada que fornecerá as informações necessárias para o seu aprimoramento. Esse processo dinâmico de troca de experiências é uma fase complexa, que somente ocorrerá se houve condições favoráveis.

Se considerarmos essas zonas como níveis distintos de compreensão, podemos construir a ideia de níveis “energéticos” que somente podem ser alcançados se existem condições para tal (Figura 1). Essa ideia pode parecer distante, mas vamos pensar que em um determinado nível estão os indivíduos com visões diferentes sobre um mesmo problema, ou seja, no mesmo patamar (região) de conhecimento. Eles podem alcançar níveis superiores de complexidade sobre um determinado tema somente se foram influenciados por algo ou algum agente externo.

Figura 1. Zona de desenvolvimento proximal.



Fonte: Acervo dos Autores, adaptado de Vygotsky (1978).

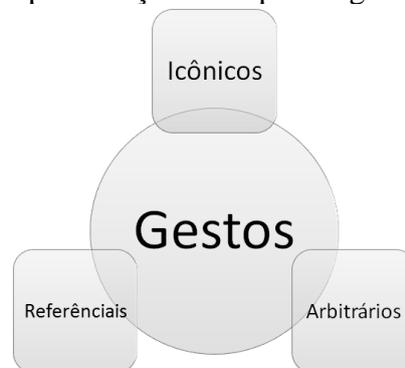
Durante todas essas etapas, o processo de aprendizagem ou entendimento, segundo Vygotsky, é mediado por um sistema simbólico, denominado de signos, “que indica, delimita e atribui significados à realidade” (Coelho e Pisoni, 2012, p. 146), tal que:

A invenção e o uso de signos como meios auxiliares para resolver um dado problema psicológico (lembrar, comparar algo, relatar, escolher e assim por diante) é análogo à invenção e ao uso da ferramenta em um aspecto psicológico. O signo age como um instrumento de atividade psicológica de uma maneira análoga ao papel de uma

ferramenta no trabalho. (Tradução livre dos autores - Vygotsky, 1978, p. 52)

Ao aproximarmos essas ideias, percebemos que a habilidade de criar elementos - que possam facilitar o entendimento humano - tem como ponto fundamental a fala, a escrita e a utilização de gestos, que são as formas de comunicação estabelecidas pela humanidade há muitos séculos. No caso da fala e da escrita, elas estão intimamente ligadas e se relacionam por meio de regras próprias. Os gestos, que podem ter pelo menos três características¹ (Figura 2), se relacionam de forma simbólica com o elemento de interesse, e também, em alguns casos, podem compor uma forma de expressão para alguns grupos sociais, como na situação dos surdos (Souza, 2012; Teixeira, 2014).

Figura 2. Representação dos tipos de gestos existentes.

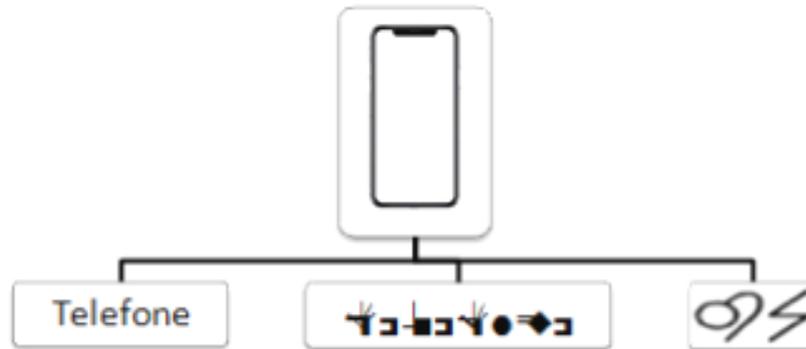


Fonte: Acervo dos autores.

No entanto, em todos esses casos, o uso desse símbolo representativo está associado a algo, e um exemplo bastante simples sobre o uso deles pode ser pensado se consideramos um objeto como o telefone sendo expresso em diferentes formas simbólicas (Figura 3). Mesmo que o objeto não seja visto no momento que alguma referência é feita a ele, é possível criar mentalmente sua a imagem, o que permitirá, durante um diálogo, por exemplo, que continuemos a conversa se o assunto abordar tal objeto. Essa associação faz com que a representação escolhida sirva de signo e traz com ela duas características, uma delas ligada à representação do objeto e outra que serve de conceito (Cavalcanti, 2005).

¹ Um ponto importante que merece ser destacado no texto está relacionado aos tipos de gestos: os icônicos são aqueles em que existe semelhança entre a forma do gesto e o objeto representado; os referenciais estão associados a uma indicação de um objeto, local ou direção; e os arbitrários, que, como o nome sugere, são mais usados para descrever situações complexas ou abstratas.

Figura 3. Forma de expressão do telefone em português, *SignWriting*, forma de escrita utilizada pela comunidade surda, e no sistema *Bliss*, comum entre pessoas com dificuldade de oralização.



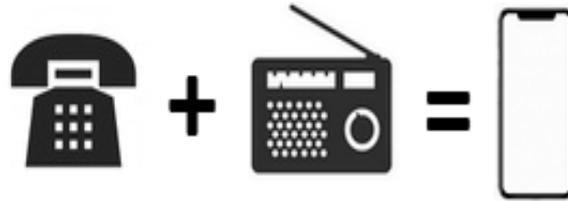
Fonte: Adaptada de Freepik Company (2020).

Apesar de os signos serem elementos que partem de experiência de certo grupo, ou de apenas um indivíduo, eles podem ser estruturados de tal forma que a informação associada possa ser compartilhada com outros sujeitos que não tiveram contato com os objetos por ele representados, de tal modo que seja compreendido o que está sendo discutido naquele momento. Este processo se assemelha a uma ressignificação dos signos originários, isto é, elementos associados traduzem uma nova ideia ou conceito como mostrado por Américo (2012):

A hashtag é representada pelo símbolo (#) e é usada como um marcador para palavras-chave ou tópicos dentro de uma mensagem (ou tweet). Seu uso foi criado de forma espontânea pelos usuários do Twitter para categorizar as mensagens e para aparecerem mais facilmente nas buscas do Twitter. [...] Como podemos observar, os signos [...] tiveram uma ampliação em sua capacidade de significar [...] dois signos foram unidos, “ressignificados” e passaram a constituir um terceiro. (Américo 2012, p. 49)

No caso de um objeto concreto, presente no mundo real, é possível fazer uso de dois, ou mais, signos conhecidos, para fornecer a ideia de um outro, que somente existe no campo das ideias. Vamos considerar, por exemplo, os *smartphones* presentes na vida cotidiana. Mesmo que o indivíduo não tenha tido contato com o objeto, este pode ser idealizado pela junção de dois ou mais elementos que sejam a ele familiar, como, por exemplo, o de um rádio portátil, que também pode ser transportado para qualquer lugar e permite receber informações; e de um telefone convencional, através do qual as pessoas podem interagir a distância (Figura 4).

Figura 4. Exemplo de adição de dois objetos que poder formar o signo *smartphone*, para um indivíduo que conhece apenas os dois primeiros.



Fonte: Adaptada de Freepink, Company (2020).

Essa análise pode parecer excessivamente simplificadora, tendo em vista que a simples junção dos elementos em questão (telefone fixo e rádio) não reproduz a essência do novo instrumento tecnológico (*smartphone*). Contudo, não é isso que se pretende dizer aqui. O que se quer apontar é o fato de que a partir de conceitos já assimilados a partir de sua própria vivência o indivíduo pode elaborar, ainda que parcialmente, novos signos, capazes de expressar uma realidade que para ele é nova.

A função mediadora dos signos, apontada por Vygotsky em seus trabalhos, ainda que em outro contexto, é um elemento-chave para compreendermos analogicamente o processo de desenvolvimento do conhecimento científico. De fato, na maioria das vezes o homem busca representar o fenômeno analisado em termos de um modelo, que é um sistema simbólico, ou seja, um conjunto de conceitos (ou signos) articulados; esse sistema é o elemento mediador entre o acontecimento e o entendimento. Podemos dizer que os modelos, independentemente do nível de complexidade com o qual eles são construídos, constituem uma sintaxe pela qual o pensamento científico se organiza.

Os modelos empregados na representação dos fenômenos naturais, dos quais o pensamento físico se ocupa, são usualmente fundamentados em analogias e paralelos com outros modelos, já consolidados no entendimento humano, que muitas vezes se relacionam a outras áreas do conhecimento de forma direta. Essa relação produz uma forma de pensamento que apresenta, acima das especificidades dos diversos saberes científicos distintos, certas características comuns e influências recíprocas entre os vários ramos do conhecimento, no tempo e espaço onde o investigador está inserido. Portanto, na medida em que se vai construindo pelas associações um universo de referências disponíveis, essa vivência intelectual acaba por incorporar um elemento marcadamente histórico, temporalmente e culturalmente determinado.

3. Os Primórdios da Evolução do Eletromagnetismo

Até o momento a nossa discussão buscou mostrar os elementos importantes da teoria de aprendizagem, dentro de uma avaliação de como isto pode nos ajudar a compreender o desenvolvimento científico de determinado campo do saber. Agora, para que seja possível realizar uma avaliação das potencialidades desta proposta, será descrito brevemente parte concernente aos fatos da História da Física que vão, a nosso ver, ao encontro de aspectos da teoria de Vygotsky.

Os primórdios do desenvolvimento da teoria eletromagnética, nos séculos XVII e XVIII, em especial a elaboração do conceito de uma substância associada às manifestações elétricas de certos corpos, fornecem um exemplo expressivo deste processo de evolução do pensamento científico alicerçada na utilização de modelos já consolidados para a representação dos fenômenos da natureza. Faremos uma abordagem de como o desenvolvimento dos conceitos eletromagnéticos, em particular da carga elétrica, pode ser usado como exemplo vivo da visão vygotskyana, uma vez que eles foram elaborados a partir de modelos extraídos de outras áreas do conhecimento humano.

À medida que transcorria o século XVII o pensamento mecanicista ia avançando sobre o terreno do aristotelismo, evoluindo para modelos de caráter mais mecânico. Por exemplo, o eflúvio atmosférico em torno dos corpos eletrizados formaria vórtices semelhantes àqueles formados pelo éter cartesiano, arrastando, tal qual o éter arrasta os planetas, os corpos pequenos nele imersos. Um modelo apresentado pelo jesuíta italiano Niccolò Cabeo (1586-1650) trazia outra explicação mecânica do retorno do eflúvio ao corpo eletrizado: a fricção abriria os poros do material para a penetração do eflúvio. A ideia proposta por ele é que a rarefação do espaço circundante, pela interiorização do eflúvio, faria com que o ar tendesse a se movimentar para aquela região, a fim de homogeneizar a densidade de matéria. Nesse movimento, o ar arrastaria os corpos próximos ao corpo eletrizado, produzindo a nele a nova condição (Whittaker, 1910).

Dado o caráter material da substância elétrica, seria esperável que a sua liberação provocasse, de algum modo, a diminuição da virtude elétrica do objeto. Entretanto, a experiência mostrava que as emanções não reduziam significativamente o caráter elétrico do corpo que as emanava. Esse fato experimental exigia a postulação de um movimento de retorno do eflúvio ao corpo de onde saiu; essa virtude seria repostada pela reincorporação do eflúvio emanado (Whittaker, 1910).

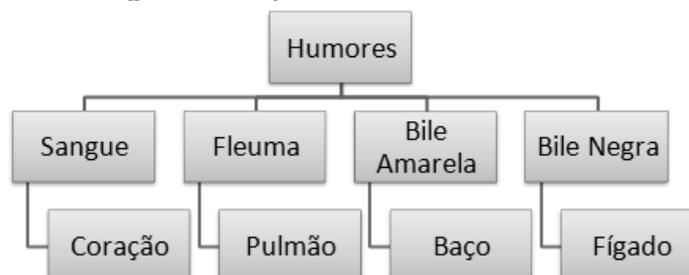
O inglês William Gilbert (1544-1603), cujo nome ocupa posição de relevo na história

da ciência por seus trabalhos fundamentais a respeito do magnetismo terrestre, foi também responsável por um grande avanço inicial nos estudos sobre a eletricidade. Nos seus experimentos, Gilbert revelou que os efeitos atrativos manifestados pelo âmbar e alguns outros poucos tipos de materiais, eram, na verdade, de um caráter muito mais amplo, sendo apresentados por diversos corpos, desde que devidamente estimulados, por exemplo, por fricção. Ele então deu a essa propriedade atrativa exibida pelos corpos o nome de força elétrica. Essa primeira relação de nomear certa característica física com um verbete (signo) nos leva à ideia de que, mesmo que alguém não tenha contato com o fenômeno propriamente dito, possa construir uma associação do que está sendo explicado. Aqui percebemos a importância na construção associativa entre o signo e sua função, que poderá ser expandida com o aprofundamento da análise (Chalmers, 1994).

Entretanto, Gilbert observou diversas diferenças entre as ações de natureza magnética entre os corpos e as de natureza elétrica, visto que enquanto a ação de um ímã sobre corpos ferrosos é espontânea, a ação elétrica, na maioria das vezes depende de estimulação. Além disso, a ação magnética não sofre interrupção pela interposição de qualquer anteparo entre os objetos que interagem, ao contrário da elétrica que desaparece, por exemplo, quando colocamos uma lâmina de vidro entre os corpos interagentes (Rocha, 2011).

Na realidade, Gilbert observou que os materiais eletrizáveis usualmente eram duros e transparentes, traços naquela época associados a estruturas formadas por cristalização de líquidos. Possivelmente, por ser médico, foi inspirado na doutrina - que remonta ao médico grego Galeno - dos quatro fluidos presentes no interior do organismo humano: sangue, fleuma, bile negra e bile amarela, originadas que seriam, respectivamente, no coração, no sistema respiratório, no baço e no fígado (Martins, Silva, Mutarelli, 2008) (ver Figura 5). A combinação desses fluidos, ou humores, em distintas proporções, produzem os diferentes tipos de estados físicos e psicológicos do homem ao longo de sua existência, apesar de não estarem associados diretamente entre si.

Figura 5. Esquema dos humores.



Fonte: Acervo dos autores.

Apesar de Vygotsky, como vemos nas suas várias obras, considerar que a interação entre os indivíduos é algo fundamental para a evolução da aprendizagem sobre algum fenômeno, é possível considerar que neste caso o desenvolvimento ocorre de forma distinta. Mesmo que ela necessite da troca de experiências entre os pares, quando Gilbert é influenciado pelas ideias de Galeno, ocorre um processo semelhante. Nessa etapa ele passa a dialogar com as propostas galenas, numa troca silenciosa entre modelos que se coadunam e que farão parte de um novo olhar.

De forma análoga, Gilbert concebeu que os materiais eletrizáveis seriam compostos de uma mistura de líquidos aquosos, cuja combinação formaria um fluido especial, responsável pelas propriedades elétricas do material. O ato da fricção provocaria a libertação desse fluido na forma de uma emanção, ou eflúvio, que formaria uma atmosfera própria em torno do corpo eletrizado com um caráter essencialmente material, e não seria perceptível pelos sentidos por sua natureza extremamente sutil (Dijkterhuis, 1961).

O pensamento adotado por Gilbert (1991), e publicado no que tange a esse fenômeno no seu livro “De Magnete” (Figura 6), mostra que aquilo hoje denominado “eletrização por atrito”, era a ideia de uma atmosfera formada por um eflúvio emanado dos corpos eletrizados. Algo plausível para a época, no caso pela analogia que oferecia com a atmosfera terrestre. Além do papel que ele, Gilbert, atribuía na intermediação da atração gravitacional sobre os corpos.

Figura 6. Capa do livro original “De Magnete” de William Gilbert.



Fonte: Royal Society (2020).

Um ponto interessante a ressaltar, é a concepção nitidamente materialista e substancialista da eletricidade, trazida por Gilbert, quando não se separa a magnetização da eletrização. No entanto, essa concepção está em harmonia com uma forma de pensamento que

se tornaria muito influente no século XVII, a saber, o mecanicismo, o que certamente contribuiu para sua difusão e aceitação (Chalmers, 1994).

No processo de construção de uma teoria estabelecida dentro do mecanicismo, que se constitui em uma forma de pensamento filosófico científico a respeito da natureza, são considerados os seguintes pontos gerais (Rosa, 2008):

- Abandono da ideia de causa formal e de causa final, presentes na filosofia e na ciência de Aristóteles, isto é, os processos naturais ocorrem tendo em vista o cumprimento de uma finalidade ou uma tendência inerente à essência do objeto movente;
- Todo movimento é produzido por uma causa externa ao objeto, o que exclui a possibilidade dos movimentos espontâneos, antes existentes na doutrina aristotélica;
- Todo agente causador é um agente material, o que exclui a intervenção de causas espirituais do domínio da natureza, rompendo assim com a influência de elementos fantásticos para explicar os fenômenos estudados;
- Toda ação se dá por meio de contato direto entre o agente e o objeto movido, eliminando a ideia de ação a distância entre os corpos.

Vemos que o dogma da ação por contato exige necessariamente um intermediador. Uma vez que a ideia de que a ação é sempre promovida por um agente material, essa nova visão impõe a esse intermediador um caráter material indisputável para incorporar um novo olhar. Portanto, é possível dizer que o processo de evolução desse conjunto de ideias existentes aqui se coaduna com os princípios propostos por Vygotsky, segundo o qual o meio no qual aquele que aprende se está inserido é elemento fundamental na construção do real, mesmo que nesse caso estejamos tratando de um adulto e um investigador no campo das ciências. São processos dessa natureza que permitem a Gilbert transportar o esquema teórico para a análise, então incipiente, dos fenômenos ligados à atração elétrica.

Note-se um ponto interessante dentro da linha de pensamento vygotskyana, onde novamente a experiência social e a utilização de instrumentos se associam com os conceitos utilizados pelo observador para explicar o objeto de estudo. Está claro que existe um processo de captura do real pelo intelecto que passa por etapas intermediárias, até a obtenção de uma explicação mais madura e definitiva. As trocas de experiências e suposições são o passo necessário até que a “verdade” seja estabelecida pelo grupo social e usada para sua evolução nos diversos campos da condição humana.

4. Considerações Finais

Na nossa interpretação, consideramos que os modelos, isto é, sistemas simbólicos de conceitos articulados, representam para a construção do conhecimento científico um papel de intermediação entre o entendimento e o fenômeno análogo àquele desempenhado pelo signo na representação da realidade. Esse trabalho constitui, pois, um estudo de caso aplicado a essa formulação, na medida em que consideramos que o tema da existência de uma substância responsável pelas manifestações elétricas da matéria, ultimando-se na concepção de um fluido elétrico, tema esse que acompanha os primórdios do desenvolvimento da teoria eletromagnética, nos séculos XVII e XVIII, oferece um exemplo bastante significativo deste processo científico.

Ramos (2020) destacou que para Vygotsky o processo de aprendizagem é essencialmente ancorado na interação social e o pensamento humano opera a partir de signos, produzidos e internalizados através da linguagem, permitindo “designar objetos, ações, qualidades dos objetos e ações, relações entre os objetos e ações”. Como a proposta era exemplificar, pela história do eletromagnetismo, que as concepções científicas e seu desenvolvimento se encaixam no pensamento vygostskiano, nos permitimos, após as exposições acima, afirmar que isso é possível.

A maturidade do saber, o constante renovar das ideias, a apreensão dos signos, levam ao avanço da ciência (como no caso de crianças e as interações lúdicas). Em especial em áreas que exigem a experimentação como parte fulcral de uma descoberta. Não duvidamos, também, que essa é uma forma de exemplificar, ou mesmo medir, o estágio de evolução científica de determinada época. O conceito cotidiano deve alcançar certo nível de desenvolvimento espontâneo para que surja o conceito científico superior.

Referências

- Américo, R. M. (2012). *O uso de tic's como mediadoras da contextualização no ensino de e/le - espanhol língua estrangeira*. 2012. 101 f. Dissertação de Mestrado em Letras, Centro Universitário Ritter dos Reis, Porto Alegre, Brasil.
- Cavalcanti, L. S. (2005). Cotidiano, mediação pedagógica e formação de conceitos: uma contribuição de Vygotsky ao ensino de geografia. *Caderno Cedes*, 25(66), 185-207.

Chalmers, A. (1994). *A fabricação da ciência*. São Paulo: UNESP.

Coelho, L., & Pisoni, S. (2012). Vygotsky: sua teoria e a influência na educação. *Revista e-Ped*, 2(1), 144-152.

Dijksterhuis, E. J. (1961). *Mechanization of the World Picture*. Oxford: Oxford University Press.

Freepik Comapny. *Freepink*, 2020. Recuperado de <https://is.gd/Iq4e2a>

Gilbert, W. (1991). *De Magnete*. Nova York: Dover Publications

Ivic, I., & Coelho, E. P. (2010). *Lev Semionovich Vygotsky*. Recife: Massangana.

Martins, L. A. P., Silva, P. J. C., & Mutarelli, S. R. K. (2008). A teoria dos temperamentos: do corpus hippocraticum ao século XIX. *Memorandum*, 14, 9-24.

Ramos, E. M. F. (2020). *Vygotsky*, 2020. Recuperado de <https://is.gd/5II6LF>

Rego, T. C. (2000). *Vygotsky: uma perspectiva histórico-cultural da educação*. Petrópolis: Vozes.

Rocha, J. F. (Org). (2011). *Origens e evolução das ideias da Física*. Salvador: EDUFBA.

Rosa, L. P. (2008). *Tecnociências e humanidades: novos paradigmas, velhas questões*. São Paulo: Paz e Terra.

Royal Society. (2020). *Title page of William Gilbert's 'De Magnete'*. Recuperado de <https://is.gd/GbPGEp>.

Schroeder, E., Ferrari, N., & Maestrelli, S. R. P. (2010). A Construção dos Conceitos Científicos em Aulas de Ciências: a teoria histórico-cultural do desenvolvimento como referencial para análise de um processo de ensino sobre sexualidade humana. *Revista de Educação em Ciência e Tecnologia*, 3(1), 21-49.

Souza, A. P. A. (2012). *Interpretação da língua gestual portuguesa*. Dissertação de Mestrado. Universidade de Lisboa, Lisboa, Portugal.

Teixeira, V. G. (2014). A iconicidade e arbitrariedade na Libras. *Revista Philologus*, 20, 91-98.

Vygotsky, L. (1978). *Mind in Society: The development of higher psychological processes*. London: Harvard University Press.

Vygotsky, L. (1989). *Pensamento e Linguagem*. São Paulo: Martins Fontes.

Whittaker, E. T. (1910). *A History of the Theories of Aether and Electricity*. Londres: Longmann, Green and Co.

Porcentagem de contribuição de cada autor no manuscrito

Thiago Gomes Quaresma – 25%

Claudio Maia Porto – 25%

Adílio Jorge Marques – 25%

Frederico Alan de Oliveira Cruz – 25%