

# **Transição do vitalismo para a visão de mundo mecanicista: contribuições para o *Perfil Conceitual de Átomo***

## **Transition from vitalism to mechanistic view of the universe: contributions to the *Conceptual Profile of Atom***

**Maria Márcia Murta**  
Universidade de Brasília - UnB  
murta@unb.br

**João Victor Santiago da Silva**  
Universidade de Brasília - UnB  
jvss.qpa@gmail.com

**Mateus Costa Pinheiro de Araújo**  
Universidade de Brasília - UnB  
mtdarkpinheiro@gmail.com

### **Resumo**

Neste trabalho investigamos as concepções prévias dos alunos acerca das transformações da matéria, tema relacionado ao atomismo, para verificarmos até que ponto elementos pertinentes à passagem do vitalismo para o mecanicismo estão presentes em suas argumentações. O objetivo principal é contribuir com novas categorias para as zonas de perfil conceitual do átomo e propor uma reflexão sobre a importância epistemológica de se usar a história da ciência e suas consequências filosóficas na elaboração de estratégias de ensino e aprendizagem. Para tanto empregamos um questionário que foi aplicado em sala de aula nos três anos do Ensino Médio. Como resultado da investigação foram propostas duas novas categorias, “vitalista” e “mecânico corpuscular”, e argumentamos que a Noção de Perfil Conceitual é um instrumento importante no âmbito do racionalismo contemporâneo.

**Palavras chave:** Perfil Conceitual, Vitalismo, Teoria Mecânico Corpuscular Mecanicismo, Racionalismo Contemporâneo.

### **Abstract**

In this work we investigate the alternative conceptions of the students about the transformations of matter, theme related to atomism, in order to verify how much the elements from the passage of vitalism to mechanism are present in their arguments. The main objective of this study is to contribute with new categories for zones of conceptual profile of the atom and propose a reflection on the epistemological importance of using the history of science and its philosophical consequences in developing strategies for teaching and learning. To that, a questionnaire was applied in the three years of the high school class. As a result of the investigation we proposed two new categories, "vitalist" and "mechanical corpuscular" as well as we argue that the notion of conceptual profile is an important tool in the contemporary rationalism.

**Key words:** Conceptual Profile, Vitalism, Mechanical Corpuscular Theory, Contemporaneous Rationalism.

## Considerações iniciais

Este trabalho refere-se a uma investigação sobre a presença de elementos pertinentes à passagem do vitalismo para o mecanicismo nas concepções prévias dos alunos dos três anos do Ensino Médio. O foco da investigação está centrado naquilo que concerne à explicação das transformações da matéria, tema relacionado ao atomismo, no sentido de se traçar um paralelo entre as dificuldades encontradas pelos alunos nos dias atuais e por pensadores que se debruçaram sobre esta questão na aurora da Ciência Moderna.

Norteando nossa investigação encontram-se as reflexões propostas por MORTIMER (1994, 1995, 2000) durante o desenvolvimento de sua concepção de Noção de Perfil Conceitual, que tem se mostrado um potente instrumento de análise da evolução dos conceitos científicos em sala de aula, além de sua relevância na construção de estratégias de ensino e aprendizagem. (DRIVER, 1999; COUTINHO, 2007, NICOLLI, 2012)

Sua noção de perfil conceitual foi fundamentada a partir de três eixos principais que, em linhas gerais, podem ser assim descritos: *desenvolvimento da cognição individual*, que propõe a convivência entre as concepções prévias dos alunos e as ideias científicas; *história e filosofia da ciência*, e sua importância epistemológica na construção de uma proposta para o ensino de temas específicos; e, finalmente, o terceiro eixo que amplia o alcance da cognição individual ao considerar o *desenvolvimento social de ideias em sala de aula*. (MORTIMER, 2000)

Importante notar que a articulação dos três eixos fez emergir características mais abrangentes na noção de perfil conceitual que colocam este modelo no âmbito do racionalismo contemporâneo - discutido em mais detalhes no decorrer deste trabalho – ao incorporar a necessidade do aluno em conhecer os vários perfis de um conceito, incluindo suas características ontológicas e epistemológicas, para que o estudante possa tomar de consciência de seu próprio perfil; além de imprimir uma importância basilar às ideias prévias dos alunos - o *senso comum*, traduzida dentro da concepção de perfil conceitual por seu caráter supra individual de formas de pensamento, isto é, que pode ser atribuído a qualquer indivíduo dentro de uma mesma cultura. (MORTIMER, 2000, p. 78)

No que tange à construção dos conceitos de atomismo e de transformação da matéria, amplamente discutidos em sua obra de fôlego *Linguagem e formação de conceitos no ensino de química*, MORTIMER (2000) enfatizou, entre outras, a importância de se investigar aqueles pontos de ruptura no desenvolvimento do conhecimento científico, fazendo uso das teorias da história e filosofia da ciência, sendo este o ponto que pretendemos explorar no presente estudo.

Para a construção do perfil conceitual de átomo, e que também pode ser empregado como referencial em questões relacionadas como estados físicos da matéria; reações químicas; mudanças de estado e dissolução de estado; o autor estabeleceu três zonas para o perfil: *substancialista*; *sensorialista* e *clássica*, sendo que dentro de cada uma das zonas ainda é possível atribuir características distintas por meio de categorias (MORTIMER, 2000). A contribuição que pretendemos fornecer com esta investigação deve-se à atribuição de novas categorias para as zonas de perfil conceitual como definidas pelo autor.

Para tanto faremos um paralelo entre as três zonas de perfil conceitual de átomo, estabelecidas por MORTIMER (2000, p. 128) sugerindo novas categorias a partir de pontos de ruptura

observados no desenvolvimento da Ciência, no sentido de ampliar o alcance da análise das concepções prévias dos alunos. Nossa referência temporal de escolha encontra-se na passagem da visão de mundo mágico vitalista para a visão mecânico-corpuscular de Boyle, brilhantemente exposta por GOLDFARB (1987) em seu opúsculo *Da Alquimia À Química*.

A primeira zona do perfil estabelecida pelo autor, denominada *sensorialista*, está relacionada a uma concepção contínua da matéria – negação da existência do vácuo, que pode ser traduzida em nossa análise às *concepções vitalistas* nas quais são as qualidades da matéria que a define, que denominamos categoria *vitalista*. Não podemos esquecer-nos que tal visão permeou séculos de nossa reflexão acerca da natureza e, portanto, concordantes com Mortimer, tais pressupostos têm origem ontológica.

O embate pessoal de Boyle para desenvolver sua teoria *mecânico-corpuscular* da matéria encontra um paralelo na segunda zona desse perfil conceitual denominada pelo autor de *substancialista*. Em ambas as situações persiste o conflito revelado pela analogia entre o macroscópico e o sub microscópico, uma dicotomia entre a realidade e o modelo de realidade; corroborando a posição de Mortimer, tal conflito é claramente de natureza epistemológica. Desta forma a categoria *mecânico corpuscular* pode ser incluída como pertencendo à zona *substancialista*.

Finalmente a terceira zona de perfil conceitual de átomo proposta pelo autor, que corresponde à noção clássica do atomismo, incluindo a explicação de conservação da massa nas transformações da matéria, é a mesma em nossa investigação. De qualquer maneira, no decorrer do texto daremos certa ênfase às dificuldades impostas pelo racionalismo materialista na apropriação dos conceitos científicos envolvidos na abordagem da natureza da matéria e suas representações.

Desta forma o objetivo do presente trabalho é verificar a maneira pela qual os alunos recorrem a sua herança de pensamento vitalista e como este pensamento interage com as formas científicas de conhecimento, na tentativa de contribuir com novas categorias para ampliar o perfil conceitual de átomo e servir como uma das vertentes na elaboração de estratégias de ensino e aprendizagem.

## Metodologia e Análise dos Resultados

Durante o desenvolvimento da noção de Perfil Conceitual MORTIMER (2000, cap.2, p.83) faz uma revisão dos artigos da literatura sobre as concepções atomistas e da conservação da matéria destacando algumas características para o estabelecimento de zonas do perfil. Como nosso objetivo é contribuir com possíveis categorias para a análise de tais zonas, empregamos um questionário elaborado a partir de questões relacionadas ao conceito de átomo, como reações químicas e mudanças de estado da matéria.

O questionário foi aplicado nos três anos de uma mesma escola de Ensino Médio, todas as turmas do período noturno, em uma aula de Química que foi cedida pelos professores titulares da disciplina a um dos autores, visando a obtenção de dados para sua monografia (ARAÚJO, 2010). Dos 27 alunos do 1º ano que responderam ao questionário 74% tinham entre 15 e 16 anos; a maioria dos alunos do 2º (67%) encontrava-se na faixa de 16 a 18 anos; e a mesma porcentagem (67%) para os alunos do 3º ano entre 17 e 19 anos.

Por contingência de espaço escolhemos apresentar apenas a análise das respostas obtidas para a seguinte questão que trata da reação de combustão: “*Quando queimamos um papel ele fica mais leve. Quando queimamos um metal ele fica mais pesado. Como isso acontece?*”, por

entendermos que tal questão representa amplamente da passagem da visão de mundo vitalista para a visão mecânico-corpuscular, e esta última pode ser entendida como pertencente a um período “*que significou não a instauração da química moderna precisamente, mas um caminho aberto para esta: uma espécie de vazio onde o cosmo mecanicista se delinearia e geraria a ciência moderna*” (GOLDFARB, 1987, p. 231); além de abarcar a teoria do flogístico e os experimentos de Lavoisier sobre a análise elementar (SILVA, 2013).

A categoria que denominamos *vitalista* e que atribuímos à zona de perfil *sensorialista*, foi estabelecida com base na herança do saber alquímico que trata a matéria por meio de suas qualidades e sua possibilidade de transmutar-se, mudar sua qualidade intrínseca pela passagem do tempo. O referencial filosófico do período imediatamente anterior ao mecanicismo tratava a matéria do ponto de vista aristotélico que, dito de maneira muito simplificada, tem por fundamento a relação entre forma e matéria: *A matéria não é uma realidade por si mesma mas só uma possibilidade, uma potência; somente a forma lhe dará existência.*” (HEISENBERG, 1995, p. 113); esta definição está intimamente relacionada com a divisibilidade infinita da matéria.

Assim os aspectos qualitativos ou *qualidades* tais como: *o papel vira cinza e o metal aquecido fica maleável*, portanto mais pesado e a *transmutação* (virou carbono) serão classificados como *vitalistas*, da mesma forma que as argumentações envolvendo *qualidades* intrínsecas da matéria (*papel é vegetal, metal é uma variedade do ferro ou metal é apropriado para o fogo*), sendo tal resposta àquela que se observa com maior frequência. A presença de ideias concordantes com a teoria do flogístico pode ser claramente observada na seguinte resposta de um aluno de 16 anos do 1º ano:

“*Quando calcinamos o metal o oxigênio contido nele e outros gases são expelidos em uma espécie de fervura e o metal fica maciço, ou seja, pesado e duro.*”

Já a mecânica corpuscular de Boyle se guiava pelos pressupostos filosóficos de Descartes que parte “*do princípio de que não existem qualidades ocultas, o universo cartesiano é definido como um contínuo de matéria, totalmente redutível a partículas infinitamente divisível, cuja ralação entre si é explicada em termos mecânicos de movimento perfeitamente quantificáveis.*” (GOLDFARB, 1987, p. 174) Para superar a difícil questão da filosofia cartesiana que trata a matéria como um contínuo Boyle também lançou mão dos estudos sobre pressão atmosférica de Torricelli, que permitiram assumir a existência real do vácuo, para estabelecer sua *filosofia corpuscular*.

Do grande legado de Boyle (GOLDFARB, 1987; MAAR, 2008), vamos expor sua interpretação da calcinação da matéria para evidenciar a maneira pela qual podemos atribuir a categoria *mecânico corpuscular* à zona de perfil conceitual *substancialista*, como definida por MORTIMER (2000, p. 88): “*atomismo substancialista é a atribuição de propriedades macroscópicas aos átomos, como, por exemplo, a afirmação que eles se dilatam sob ação do calor, fundem-se, mudam de densidade, etc.*”.

Nos experimentos relacionados à calcinação realizados durante o século XVII, era dada uma importância muito maior ao fogo, que transforma a matéria, que ao ar que, acreditava-se, não desempenhava qualquer função. Na época de Boyle já se sabia que os metais aumentavam seu peso pela calcinação e sua explicação para o fenômeno foi assumir que o fogo era uma substância quimicamente ativa. (GOLDFARB, 1987) Dessa forma respostas como “*o metal fica mais pesado por causa do calor*” ou “*o metal aumenta sua densidade e fica mais pesado*” serão classificados na categoria *mecânico corpuscular*.

Uma resposta representativa do papel do fogo semelhante à ideia do calórico foi fornecida por uma aluna do 2º ano:

*“O metal fica pesado porque ele absorve o calor e o papel vira pó porque é queimado.”*

A categoria aqui denominada *mecanicista* é aquela tomada a partir da interpretação de Lavoisier para a calcinação da matéria e corresponde à zona de perfil denominada por Mortimer de *noção clássica*, que considera o átomo como um bloco básico que forma as substâncias. Assim respostas do tipo *“papel perde matéria e o metal fica mais pesado pela união de outros elementos durante a queima.”* foram classificadas na categoria *mecanicista*.

A tabela 1 mostra a distribuição das respostas dentro das categorias propostas, embora seja útil esclarecer que existe certo grau de arbitrariedade em nossa classificação pois muitas das respostas poderiam ser interpretadas como intermediárias entre categorias como, por exemplo, *“o papel se desmancha e o metal torna-se mais pesado por estar se transformando e necessita de outra substância”* ou *“papel vira cinza e o metal fica mais pesado porque os átomos estão mais concentrados”*. Encontramos na resposta de um aluno do 2º ano parte da explicação dentro da zona de perfil clássico, quando justifica porque o papel fica mais leve, e parte dentro do perfil sensorialista, na categoria proposta como *mecânico corpuscular*:

*“Quando o papel é queimado altera sua substância orgânica; o metal fica mais pesado porque o metal e o fogo se juntam e densidade fica maior.”*

Categoria	Alunos do 1º ano	Alunos do 2º ano	Alunos do 3º ano	Zona do Perfil Conceitual
Vitalista	9	9	4	Sensorialista
Mecânico corpuscular	12	7	14	Substancialista
Mecanicista	3	1	3	Noção Clássica
Intermediário	3	10	1	
Número de alunos	27	27	22	<b>76</b> (número total de alunos)

Tabela 1: Distribuição das categorias por período

Antes de analisarmos os resultados deve-se esclarecer que no cabeçalho do questionário continha o seguinte convite aos alunos: *“Este teste não pretende analisar se seu ponto de vista é certo ou errado, e sim entender como é sua visão de mundo e de que maneira você explica os fenômenos. Portanto não se preocupe em se expressar, mesmo se o conhecimento que está expondo não seja aprendido na escola. Para todas as questões desenhe e represente à vontade.”* (ARAÚJO, 2010)

Uma primeira análise dos resultados mostra que a categoria *mecânico corpuscular* é aquela que mais presente nas concepções prévias dos alunos, mesmo levando-se em consideração que os conceitos de átomo e substância sejam apresentados já no 1º ano do ensino médio. De qualquer maneira, os resultados mostrados na Tabela 1 estão de acordo com a síntese das concepções atomistas encontradas na literatura. (MORTIMER, 2000, p.105)

Por outro lado o pano de fundo filosófico em questão é o embate acerca do infinito e a tese atomista - o primeiro que está associado ao contínuo da matéria como infinitamente divisível e o segundo se relaciona à divisibilidade limitada das substâncias, *introduzida para explicar a persistência de suas propriedades características a despeito da diversidade dos fenômenos naturais* remonta à Antiguidade (BOHR, 1995, p. 89). Assim não deveria nos causar surpresa que nas concepções prévias dos alunos a forte presença da ideia do contínuo.

Mais de um século após os experimentos de Boyle, o desenvolvimento seguinte da Ciência impôs o racionalismo materialista, que vai banir todo o conhecimento antigo da natureza - que incluía a nós mesmos como parte - significando *o estudo das leis básicas que regem a*

*matéria inanimada*. (BOHR, 1995) Assim podemos inferir que o racionalismo materialista - que deixa quase nenhum espaço para o imaginário dificultando nossa apreensão dos modelos - conduziu a um afastamento dos que praticavam a ciência com relação às ideias de senso comum e, ao mesmo tempo, dificultou a inserção daqueles que praticavam outras atividades não menos importantes. Como lembra-nos MORTIMER (2000, p.61) acerca do senso comum e seu modo de expressão: “A linguagem cotidiana é a maneira mais abrangente de se comunicar significados e permite a comunicação entre vários grupos especializados dentro de uma mesma língua.”.

Seja como for os dois pontos de tal visão de mundo que nos interessam, no sentido de refletir as dificuldades de enculturação dos estudantes são: a completa ausência do *observador* no arcabouço das teorias científicas que prosperaram neste período – ausência esta imposta pelo Postulado da Objetividade Científica; e a causalidade no seu significado determinista, que retira ao humano qualquer possibilidade do aleatório. Portanto torna-se compreensível as dificuldades encontradas em sala de aula no sentido de apropriação dos conteúdos que trata de um universo em que aluno é totalmente alheio e sem pertencimento.

A abordagem atual na prática da Ciência que assume a complexidade do real - denominado como racionalismo contemporâneo - incorpora, do ponto de vista filosófico, duas questões principais: a *auto referência* que, ao mesmo tempo em que inclui o *observador*, revela o limite da verdade implícita nos sistemas axiomáticos para a manutenção de sua consistência; e, em segundo lugar, a abolição da causalidade determinista (que impõe um pensamento linear) permitindo que o aleatório concorra para a emergência de novas formas de organização (VON FOERSTER, 1992, BRONOWISKI, 1997).

A escolha dos trabalhos de MORTIMER como referencial teórico deveu-se em grande parte ao fato de que seus pressupostos para a construção da Noção de Perfil Conceitual vão ao encontro da visão complexa do mundo. Alguns pontos para reflexão do modelo de perfil conceitual no desenvolvimento de estratégias de ensino e aprendizagem podem ser localizados na importância dada às concepções prévias dos alunos que se relaciona de maneira estreita à auto referência, fortemente presente nos pressupostos do racionalismo contemporâneo.

## Considerações Finais

... o *sagrado* e o *profano* constituem duas modalidades de ser no Mundo, duas situações existenciais assumidas pelo homem ao longo de sua história. Esses modos de ser no Mundo não interessa unicamente à história das religiões ou à sociologia, ... Em última instância, os modos de ser *sagrado* e *profano* dependem das diferentes posições que o homem conquistou no Cosmos e, conseqüentemente, interessam não só ao filósofo mas também a todo investigador desejoso de conhecer as dimensões possíveis da existência humana. (ELIADE, 1996, página 20)

Para refletir sobre a análise dos resultados, agora sob a luz do modelo de perfil conceitual de Mortimer, vamos considerar inicialmente dois pensamentos complementares acerca da Ciência como um corpo de conhecimento, e que podem ser encontrados ao longo de toda a construção de seu modelo: aquele de (GOLDFARB, 1987, p.232), fazendo referência à suposta superioridade da visão engendrada pela Ciência Moderna em relação ao saber alquímico - “O fato de que esta tenha ajudado os europeus a impor seus domínios sobre outros povos não prova sua superioridade sobre outras formas de saber que, em princípio, serviram de sustentáculo a culturas bastante sofisticadas durante milênios.” – e o significado

atribuído por HEISENBERG, (1958, p.21) “... a ciência da natureza não lida com a própria natureza, mas de fato com a ciência da natureza, tal como o homem a considera e descreve.”.

A maneira pela qual a articulação dos três eixos propostos por MORTIMER (2000) para o desenvolvimento da noção de perfil conceitual está aqui refletida na importância fundamental dada ao pressuposto de que as concepções prévias dos alunos – que são de natureza ontológica - podem, e devem conviver com as ideias científicas com as quais os alunos terão contato, além do peso atribuído à apresentação da história e das consequências filosóficas daquele conceito, que são de caráter epistemológico. Assim não devemos ficar surpresos com a universalidade das explicações dadas por crianças e adolescentes sobre o comportamento da matéria (MORTIMER, 2000, p. 90), e que empresta o caráter supra individual às formas de pensamento embutidas na noção de perfil conceitual.

Deve-se enfatizar que a partir desta articulação podemos também vislumbrar de que maneira a noção de perfil conceitual nos aparata na proposição de estratégias para desenvolver o conhecimento em sala de aula dentro do arcabouço do racionalismo contemporâneo que, como sabemos, lida com os sistemas naturais dentro da visão das ciências da complexidade, que são sistemas ontologicamente abertos e adaptativos, que evoluem com o tempo e que, para sua realização, muitas variáveis devem ser consideradas. (NUSSENZVEIG, 1999)

Desta forma, a inclusão *de fato* da história da ciência, abarcando os pontos de ruptura ocorridos durante seu desenvolvimento, juntamente com as consequências filosóficas e sociais, pode se mostrar fecunda na elaboração de estratégias de ensino aprendizagem. Tal abordagem poderia facilitar a apropriação dos modelos relacionados ao conhecimento científico, já que na visão assim construída está presente o sentimento de pertencimento de cada um no sentido de sermos agentes e ao mesmo tempo vivermos as consequências do conhecimento de nossa época. Ainda na perspectiva da visão de mundo complexa, claramente de cunho construtivo, a auto referência implica que o conhecimento científico do professor esteja continuamente sendo dialogicamente construído.

## Agradecimentos

Os autores agradecem a todos os professores e alunos que colaboraram com a coleta os dados.

## Referências

ARAÚJO, M. C. P. **Transição da visão vitalista para a visão mecanicista – um estudo de caso.** Monografia de Graduação em Ensino de Química. Instituto de Química da Universidade de Brasília, 2010.

BACHELARD, G. **A formação do espírito científico.** Trad. E. S. Abreu. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.

BOHR, N. A unidade do conhecimento. In: **Física atômica e conhecimento humano.** Trad. V. Ribeiro. Rio de Janeiro: Contraponto, 1995.

BRONOWSKI, J. **As origens do conhecimento e da imaginação.** Trad. M. J. A. C. Pentead. Brasília: Universidade de Brasília, 1997.

COUTINHO, F. A.; EL-HANI, C. N. E MORTIMER, E. F. Construção de um perfil para o conceito biológico de vida. **Investigações em Ensino de Ciências**, V. 12, n. 1, 2001, p. 115-137.

DRIVER, R.; ASOKO, H.; LEACH, J.; MORTIMER, E. F. e SCOTT, P. Construindo

- conhecimento científico na sala de aula. **Química Nova na Escola**, n. 9, 1995, p. 311-340.
- ELIADE, M. **O sagrado e o profano**. Trad. R. Fernandes. São Paulo: Martins Fontes, 1996.
- GOLDFARB, A. M.A. **Da alquimia à Química**. São Paulo: Nova Stella, 1987.
- HEISENBERG, W. **Física e filosofia**. Trad. J. L. Ferreira. Brasília: Universidade de Brasília, 1995.
- HEISENBERG, W. A descoberta de Planck e os problemas filosóficos da física atômica. In: **Problemas da física moderna**. Trad. G. K. Guinsburg. São Paulo: Perspectiva, 2004.
- MAAR, J. H. **História da Química. Dos Primórdios à Lavoisier**. Florianópolis: Conceito Editorial, 2008.
- MORTIMER, E. F. **Linguagem e formação de conceito no ensino de ciências**. Belo Horizonte: Ed. UFMG, 2000.
- MURTA, M. M. Alcance das teorias científicas e a passagem para uma visão complexa de mundo. 2013 (*artigo em fase final de escrita*).
- NICOLLI, A. A. e MORTIMER, E. F. Perfil conceitual e a escolarização do conceito de morte no ensino de ciências. **Educar em Revista**, Curitiba, UFPR, n. 44, 2012, p. 19-35.
- NUSSENZVEIG, H. M. Introdução à complexidade. In: **Complexidade e Caos**. Rio de Janeiro, 1999.
- SILVA, J. V. S. **Análise elementar – estrutura do benzeno e isomeria química**. Trabalho de Conclusão de Curso em Ensino de Química. Instituto de Química da Universidade de Brasília, 2013.
- VON FOERSTER, H. Ethics and second order cybernetics. **Cybernetics and Human Knowing**. V.1, n.1, 1992, p.9-20.