

## Fisicalismo Redutivo no Ensino de Química

Diogo Ricardo Gaspar Pires<sup>1</sup>, Thailana Silva Sousa de Santana<sup>2</sup>, Marcos Antônio Pinto Ribeiro<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Mestrando em Educação Científica e Formação de Professores pela Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB/Brasil)

Professor de Química/Ciências da Educação Básica – Estado da Bahia

 <https://orcid.org/0000-0002-1631-8625>

<sup>2</sup>Mestrandia em Educação Científica e Formação de Professores pela Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB/Brasil)

 <https://orcid.org/0000-0001-8148-9386>

<sup>3</sup>Doutor pela Universidade de Lisboa.

Professor da Univesidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB/Brasil).

 <https://orcid.org/0000-0002-0968-2103>

### Reductive physicalism in the chemistry teaching

#### Informações do Artigo

Recebido: 04/06/2021

Aceito: 10/05/2022

#### Palavras-chave:

História da Ciência; Sociologia da Ciência; Filosofia da Ciência; Ensino de Ciências; Reduccionismo.

#### Key words:

History of Science, Sociology of Science, Philosophy of Science, Science Teaching, Reductionism.

E-mail: [diogoricardo@live.com](mailto:diogoricardo@live.com)

#### ABSTRACT

The history, philosophy and sociology of science are basic principles in the construction of scientific knowledge. And, from the interaction of this triad, fundamental questions emerge for the consolidation process of the Natural Sciences (Chemistry, Physics and Biology). In this context, the present theoretical study seeks to understand the origins of reductive physicalism, from the perspective of historical facts and activities that permeate the constitution of knowledge in each area. For that, reductionism is understood as an ideology presented on the agenda of the philosophy of chemistry, physics and biology, and can be characterized as a philosophical current inserted in the Sciences of Nature, in Physics and special Chemistry. From the survey done, the facts pointed out that the issue of reductionism, had a very relevant impact in the confrontation related to the autonomy of each science, however, in the philosophy of chemistry it is still an open question.

## INTRODUÇÃO

As metaciências (História, Filosofia e Sociologia) são campos disciplinares fundamentais para a pesquisa em Educação em Ciências (ADURIZ-BRAVO, 2001; RIBEIRO, 2014; SCERRI, 2002; SCHUMMER, 2006; RIBEIRO, 2014).

O fisicalismo reduutivo se apresenta na literatura de diversas formas. Pode ser visto como sinônimo de “reducionismo” e indica uma crença na universalidade da Física (EL-HANI e SEPÚLVEDA, 2001), o que confere a esta Ciência certo tipo de prioridade, e ao tempo que subjugava outras Ciências a um papel secundário. Além de ser uma corrente filosófica (ZYLBERSZTAJN, 2013) é, muitas vezes, tornada uma ideologia (RIBEIRO, 2014).

No campo da Química, o reducionismo é paradoxalmente, central para a Filosofia da Química (SCHUMMER, 2006) e na organização curricular desde, pelo menos, início do século XX e marginal para os objetos de pesquisas da comunidade de pesquisadores em Educação Científica.

Logo, problematizar o fisicalismo reduutivo é imprescindível para o Ensino das Ciências, objetivo deste trabalho. Para tanto, exploraremos a dimensão histórica da definição do fisicalismo reduutivo, através de fontes da História, Filosofia e Sociologia da Ciência, explicitando o problema da Unidade da Ciência, o positivismo lógico e, por fim, algumas influências do fisicalismo reduutivo no currículo de Química. Para esta discussão, tomaremos a análise feita por Van Berkel (2005) acerca da estrutura dominante do currículo de Química em todo o mundo, sem especificar os casos particulares.

## O PROBLEMA DA UNIDADE DA CIÊNCIA

O problema da Unidade da Ciência é uma das teses mais importantes da Filosofia da Ciência, principalmente após o Círculo de Viena (LORENZANO, 2001). Entretanto, para Pombo (2006), a Unidade da Ciência é um problema referente a toda História da Ciência, sendo pensada de diversas formas: pela unidade teológica, na idade média, por meio da Filosofia na contemporaneidade; pela Física, através do empirismo lógico no século XX e pelo movimento da interdisciplinaridade, no contexto atual (POMBO, 2006). Restringiremos nossa análise ao movimento do Positivismo Lógico.

Na contemporaneidade, a Unidade das Ciências tendeu a ser um ideal fracamente materializado em função da hiperespecialização. A especialização é sem dúvida uma via que contribui para o progresso da Ciência. Mas, há de se levar em consideração que os investimentos cognitivos, sociais e políticos têm certa dependência do movimento oposto, a Unidade da Ciência (MORIN, 2014).

À medida que a Ciência foi evoluindo, ela foi perdendo a sua unidade primitiva e, quanto mais desenvolvida, mais especializada. E quanto mais aperfeiçoada e especializada, mais deixa de ter o mundo como seu objeto de estudo (POMBO, 2006), e menos interessada em entendê-lo em sua totalidade. Parafrazeando Ortega e Gasset (2000, p.45), “o especialista ‘sabe’ muito bem seu mínimo rincão de universo; mas ignora basicamente todo o resto.” Perde-se, assim, a noção de totalidade e unidade de conhecimento.

Reflexões sobre a especialização e/ou Unidade da Ciência organiza a reflexão em torno da relação pesquisa/ensino e fundamenta práxis curriculares e pedagógicas, são assim, problemas centrais e paradoxais para a pesquisa, mas principalmente para o ensino, que se orienta por princípios de seletividade e completude.

### **AS IDEIAS POSITIVISTAS E O INÍCIO DE UM PROBLEMA**

Uma das raízes do fiscalismo reduutivo está associada ao ideário positivista que surgiu a partir da terceira década do século XIX, derivado do movimento iluminista (MARTINS, 2006). O movimento positivista dominou expressões artísticas, filosóficas e literárias em grande parte da cultura europeia, desde aproximadamente 1842 até a primeira guerra mundial. O termo “positivo” faz menção ao período de paz na Europa e devido à expansão colonial nos continentes africano e asiático, que afirmou a ideia de um progresso humano e sociável de forma irrefreável (SILVINO, 2007). E, por consequência, a crença na razão e na Ciência, que tendeu a sofrer grandes ataques e, no contexto atual, negação.

Apesar de Comte ser o principal nome do positivismo e considerado o pai da Sociologia, outros nomes importantes são: John Stuart Mill e Hebert Spencer, na Inglaterra; Ernst Heckel, na Alemanha; Roberto Argidò, na Itália (BRANDÃO, 2011). O positivismo ressalta o cientificismo<sup>1</sup> e a ordem social como principais fundamentos para a organização e progresso de uma sociedade, ou seja, a crença no saber científico como único capaz de resolver os problemas da humanidade (SILVINO, 2007; SILVA, 2008).

Comte, impressionado com o avanço das Ciências Naturais do momento histórico do qual estava inserido, adotou os métodos dessa área para estudar a sociedade (LACERDA, 2009). Essa viabilidade seria movida por anseio semelhante ao da aplicação prática dos saberes científicos, contribuindo assim para a consolidação da Sociologia, com bases positivas.

Na visão de Silvino (2007), Comte concebia a ideia de Ciência como uma importante alavanca para avanço da sociedade, e que o saber científico tinha por objetivo, investigar as tendências e as leis que regem esses fenômenos. Nesse sentido, a Sociologia como “Física

---

<sup>1</sup> Somente após o pós-guerra, iniciou-se uma crítica mais contundente à Ciência e à Técnica, principalmente na escola de Frankfurt e nos trabalhos de Habermas.

social” combate à explicação dos fenômenos naturais e sociais com bases metafísicas. O autor esclarece ainda que:

Por coerência, a Sociologia, como Física social, baseia-se no conhecimento feito de leis provadas com base nos fatos. Para a Sociologia, através do raciocínio e da observação, é possível estabelecer as leis dos fenômenos sociais, como a Física pode estabelecer as leis que guiam os fenômenos físicos (SILVINO, 2007, p.280).

Augusto Comte esclarece que as bases científicas poderiam auxiliar as explicações dos fenômenos sociais com base em critérios alicerçados nos processos de averiguação das Ciências da natureza: Biologia, Física, Química, Matemática e Astronomia. A Sociologia ou “Física social” de Comte adota métodos experimentais, de observação do real, como ponto de partida para as investigações. Comte utilizou-se das Ciências Naturais como base metodológica para seus estudos, devido ao seu contexto de evolução (COMTE, 1983).

Considerando o panorama apresentado, cabe destacar que a interface de surgimento da Sociologia positivista, apresenta um detalhe importante ao configurar a nova Ciência como uma “Física social”, e, nesse ponto, cabe esclarecer que a Física era uma das Ciências Naturais mais respeitadas devido a sua autonomia nos processos de investigação. Sua metodologia era colocada em destaque em relação as outras disciplinas (SILVINO, 2007).

## O NEOPOSITIVISMO DO CÍRCULO DE VIENA

As ideias positivistas ganharam força e, apesar de críticas, até hoje representam fundamentos importantes nas discussões sociológicas. No século XX nasce outro movimento intelectual importante, o Círculo de Viena. Este movimento teve suas primeiras reuniões por volta do ano de 1920 e integrou pensadores de diversas localidades. Essa organização não possuía uma estrutura rígida, e era composta por indivíduos que possuíam formações diversas, mas que demonstravam interesses semelhantes. Havia no grupo uma atitude científica de igualdade, mesmo diante de tantas diferenças, considerando as formações em que o Círculo de Viena sofreu influência de Wittgenstein e da lógica matemática de Russell e Whitehead (OUELBANI, 2009).

Um marco que representa de fato a formalização das reuniões desse grupo foi a nomeação de Moritz Schlick, alocado no cargo de docente, da disciplina de Filosofia da Ciência, em Viena. Dentre os vários membros do círculo, podemos destacar o físico alemão Moritz Schlick (1882-1936), os matemáticos alemães Hans Hahn (1879-1934), Rudolf Carnap

(1891-1970) e o sociólogo e economista austríaco Otto Neurath (1882-1945) (OUELBANI, 2009).

Aranha (1993) ao elencar esses autores, afirma que eles representam a tendência neopositivista ou empirismo lógico. Os membros do círculo de Viena, influenciados pelas ideias positivistas, acreditam na premissa de que o pensamento lógico, a Matemática e as Ciências empíricas são capazes de esgotar o domínio do conhecimento possível, ou seja, de dar resposta para as perguntas mais complexas da sociedade. Considerando o princípio da verificabilidade como base para estabelecimento de um conhecimento concreto.

Durante os primeiros anos de reunião do grupo, as discussões sobre vários temas foram abordadas, mas foi em 1929 que o Círculo de Viena ganhou notoriedade, com a publicação do manifesto intitulado “A Concepção Científica do Mundo”, que foi organizado por Hans Hahn, Otto Neurath e Rudolf Carnap. Esse documento estabelecia uma proposta de eliminação rigorosa da metafísica, além do domínio do pensamento racional e a implementação da Ciência unificada, que se daria por meio de uma redução lógica aos termos da experiência imediata (HAHN, NEURATH e CARNAP, 1986).

Neste contexto, diante da publicação de um documento tão importante, o termo “fiscalismo redutivo” aparece na literatura da Filosofia da Ciência, sendo defendido principalmente por Neurath e Carnap. Esses filósofos tinham a intenção de levantar argumentos que tornassem claro a necessidade de que as Ciências empíricas deveriam adotar métodos semelhantes de investigação. De fato, há de se perceber que esses ideais dialogam com uma perspectiva de origem positivista, considerando que Comte destacava a importância do método nas Ciências Naturais e destaque para a “matematização” da Física, sempre a colocando em lugar de destaque (CUNHA, 2015).

É importante ressaltar que o Círculo de Viena não se põe em um processo de recusa ao positivismo, mas de refinamento de suas ideias. Os termos “neopositivismo” e “positivismo lógico” pelo qual o movimento também é conhecido, representa, de fato, esse processo de purificação dos pensamentos positivistas, que já buscavam a negação da metafísica.

Segundo os membros do grupo, o positivismo comteano era visto como metafísico de certa maneira. Isso levou o grupo a rejeitar o termo “positivo”. Os argumentos trazidos pelo grupo exaltavam o pensamento racional, sem dar margem para explicações abstratas e com viés metafísico. Tal característica corroborou e deu sentido ao nome pelo qual o movimento ficou conhecido: “positivistas lógicos”.

Os integrantes do Círculo concebem que o conceito de conhecimento real é resultado da observação, e não simplesmente concepções predefinidas, que independem da observação.

O Círculo de Viena apropriou-se das questões de linguagem, sob influência de Wittgenstein e Russell, e voltou-se para a solução de problemas teórico-científicos. A novidade que o Círculo de Viena traz é a necessidade de uma linguagem estritamente empírica aplicada à Ciência, bem como apresenta um ponto comum à todas as áreas científicas, pretendendo alcançar à Ciência unificada.

O neopositivismo é um movimento de discussão dessa unidade vinculado à ideia da Ciência unificada. E nesse contexto, em defesa de uma Ciência unificada, nasceu o projeto fisicalista ou simplesmente fisicalismo reduutivo, que é a tese que defende que todos os acontecimentos de qualquer Ciência podem ser reduzidos à Física.

O fisicalismo sofreu críticas ao concentrar principalmente a subordinação da Química e da Biologia à Física. Diante disso, pautado na prerrogativa da existência desse problema como algo que ainda hoje provoca discussões, gerando a formação de uma polaridade composta entre reducionistas e não reducionistas, Pombo (2006) ressalta que essa exaltação da Física pode estar atrelada ao fato de que os grandes sábios do século XVII e XVIII eram filósofos e físicos sendo a Filosofia Natural tratada como ramo da Física, e os grandes êxitos científicos do século estariam associados à Física e a Matemática.

### **O positivismo lógico na epistemologia do século XX**

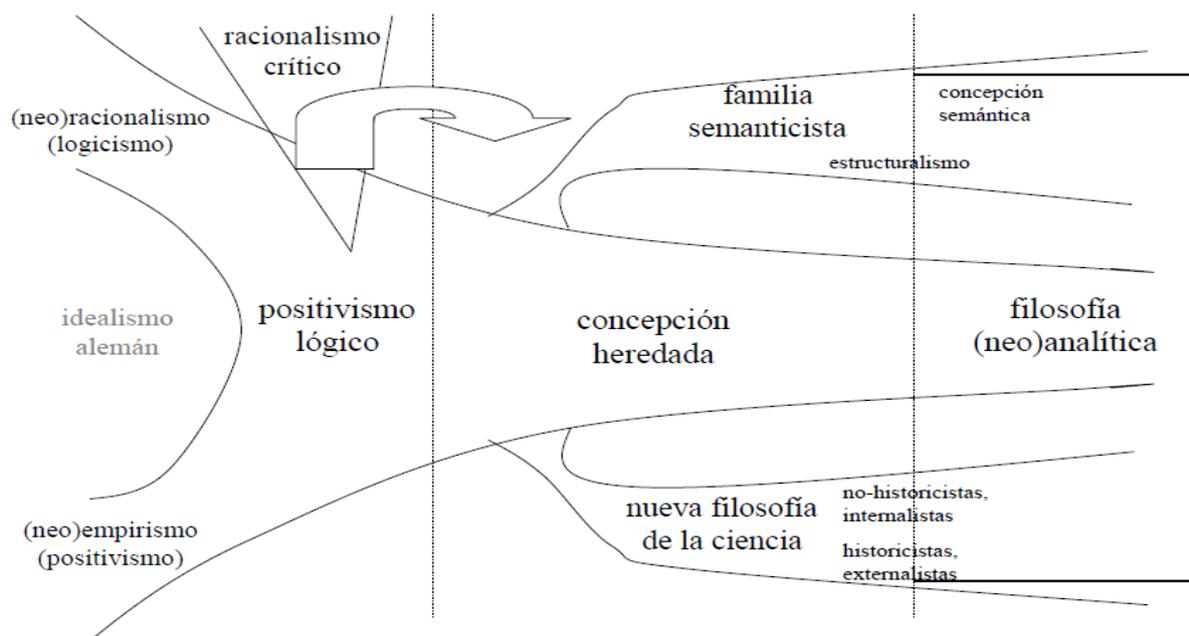
Na figura abaixo mostraremos as principais correntes epistemológicas do século XX. Aduriz-bravo (2001), ao analisar a epistemologia na formação de professores, defende esta como uma corrente de pensamento originada do idealismo alemão que problematiza, dentre outras coisas, a formação pela Ciência. Ainda neste período se recontextualiza o positivismo lógico e suas correntes críticas.

O autor a divide em três épocas (Figura 1). A primeira corresponde ao positivismo lógico e à concepção herdada correspondente ao início e institucionalização da Filosofia da Ciência como disciplina autônoma. Em 1920, a constituição do Círculo de Viena e a publicação do livro de Tomas Kuhn, em 1962.

A segunda é constituída pelo racionalismo crítico e pela nova Filosofia da Ciência. Esse movimento foi iniciado com as críticas ao positivismo lógico pelo Círculo de Viena, na França, por Gaston Bachelard, e na Alemanha por Karl Popper, até a absorção definitiva na Sociologia da Ciência do enfoque historicista e externalista, proposta por Tomas Kuhn, na década de 1980.

Na contemporaneidade, o terreno da epistemologia explodiu em uma pluralidade de correntes e paradoxalmente no terreno da prática científica e curricular. Apesar das críticas e

sua superação enquanto fundamento teórico, o positivismo lógico ainda é importante para fundamentação do currículo e prática escolar.



**Figura 1** - Correntes epistemológicas do século XX.

Fonte: Ribeiro (2014).

Dos grandes epistemólogos do século XX, Popper se debruçou sobre o problema do fisicalismo. Em Viena, ele teve contato com a Filosofia empirista e com vários membros do Círculo de Viena. Contudo, ele nunca chegou a participar de reuniões. O pensador foi até citado como uma referência que poderia auxiliar o grupo nas questões relacionadas ao projeto de unificação da Ciência, porém Popper se manteve distante e traçou críticas ao Círculo (GOMES, 2011).

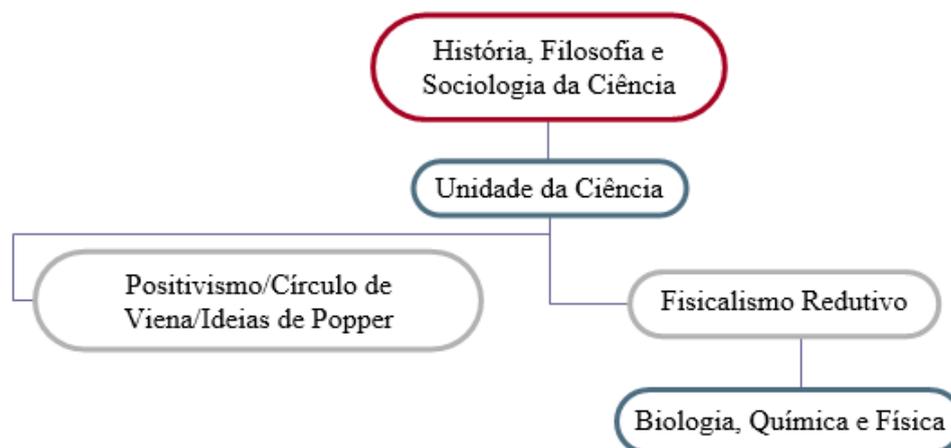
Popper afirma ainda a ideia de um método que esteja à disposição da solução de problemas e que contribua para o bem-estar pertinente ao social. Diante dessas premissas, Popper propõe a falseabilidade como novo critério de demarcação científica. O conhecimento para Popper, tem uma natureza provisória, pois não existe a possibilidade de demonstrar que aquele conhecimento é verdadeiro, mas ele pode ser confrontado com outras evidências podendo ser revelado com incoerências. Por isso, a Ciência demonstra esse caráter evolutivo de ajuste e aprimoramento, a partir da dinâmica de submissão às hipóteses refutáveis, nesse processo de negação e aceitação das teorias que foram constituídas (SILVINO, 2007).

Segundo Aranha (1993), Popper defende o ponto de vista de que o cientista deve estar mais empenhado não em dar explicações e justificativas da sua teoria, mas com a catalogação de outras possibilidades teóricas que possam refutar a sua ideia. A racionalidade defendida

por Popper sugere ideias que exaltam a crítica no processo de corroboração de leis e teorias para explicação de fenômenos, sendo seu sistema chamado de racionalismo crítico. Diante disso, o que dá garantia da verdade ao discurso científico são as condições de irrefutabilidade. Somente uma teoria consistente pode passar pelo crivo da refutação, sendo este o principal parâmetro do discurso de Popper.

## O FISCALISMO REDUTIVO E SUA INFLUÊNCIA NAS CIÊNCIAS NATURAIS

Diante do que foi exposto até aqui, construímos a Figura 2, que apresenta uma síntese que auxilia na compreensão das origens do fiscalismo reduutivo a partir da ideia de unidade da Ciência, que é o seu problema fundante. Neste sentido, o fiscalismo é apenas uma forma de pensar a unidade da Ciência.



**Figura 2** - Origens do fiscalismo reduutivo.

Fonte: Autor.

A unidade da Ciência, nasce da História, Filosofia e Sociologia da Ciência e reverbera em várias questões, dentre elas, o fiscalismo reduutivo, que influenciou/influencia as Ciências Naturais de forma muito evidente. Detalharemos a seguir a atual condição dessa discussão em cada uma dessas áreas, além de trazer algumas reflexões acerca do ensino.

### Fiscalismo reduutivo e Biologia

A Filosofia da Biologia era vista como uma subárea da Filosofia da Ciência e só se tornou autônoma nas últimas décadas do século XX (ABRANTES, 2018). Neste campo, o

Fisicalismo Redutivo esteve presente de forma muito evidente e influenciou a constituição da Biologia enquanto Ciência.

Atualmente, essa temática já não é mais uma questão em aberto na agenda da Filosofia da Biologia, pois a consolidação desta proporcionou argumentos sólidos em defesa da sua autonomia. Em contrapartida, alguns argumentos ainda estabelecem uma proposição reducionista, mas que não coloca em questão a autonomia da área. Como por exemplo, “certo grau de reducionismo na compreensão da Biologia pode ser justificado quando se trata da Biologia moderna, visto que a nível molecular muitos processos podem ser compreendidos em termos físico-químicos” (FLACH; DEL PINO, 2016, p.241). O argumento trazido pelos autores tem um respaldo teórico que não dá margem para uma discussão de cunho filosófico e em defesa dos princípios de autonomia da Biologia, pois já existe um consenso a respeito disso na comunidade científica.

### **Fisicalismo redutivo e Química**

O problema do reducionismo foi central na constituição do campo disciplinar da Filosofia da Química nos anos 1990 (RIBEIRO, 2014) e segue sendo um tema importante e em aberto, proporcionando várias discussões no âmbito da Filosofia e na área de Educação Química (LABARCA, 2005; LEMES; PORTO, 2013; RIBEIRO, 2014).

Quanto a compreensibilidade da Química, o reducionismo é ambíguo e contraditório. Por exemplo, um dos principais conceitos da Química: a estrutura molecular não pode ser deduzida da Mecânica Quântica, bem como as muitas condições de contorno a que as Ciências reais, assim como a Química estão expostas e que não são derivadas da Física (POLANYI, 1958). Contudo, o reducionismo fisicalista continua a ser um fundamento importante.

A Química se desenvolveu ao longo da História de forma independente da Física. Contudo, com o grande sucesso da teoria quântica, a discussão de que a Química poderia ser reduzida à Física evidenciou um cenário de inquietações acerca da autonomia da Química (LOMBARDI; PEREZ, 2010). A conquista do átomo pela Física e a intensa matematização da Química no século XX bem como o desenvolvimento instrumental fundamentado de teorias físico-matemáticas, fez com que a Química Teórica também conquistasse o coração do currículo da Química, sendo, na atualidade, o principal marco teórico, problema pouco investigado paradoxalmente.

Ao se referir ao problema do reducionismo, Scerri (2002, p. 3) reconhece que:

...a abordagem analítica e seu foco no *reducionismo* representa apenas uma pequena parte do campo. Em vez disso, ela defendeu uma *abordagem mais prática* centrada na natureza Química como uma Ciência de laboratório e

uma Ciência da transformação de substâncias. O consenso da reunião foi que a Filosofia da Química pode abraçar uma variedade de abordagens e só pode beneficiar de uma aproximação entre os autores das duas principais tradições que dividem a Filosofia em Analítica – Continental

Logo, o reducionismo ainda é um tema aberto e central na agenda da Filosofia da Química, apesar de não ser o único, ou nem mesmo o mais central.

### **Fisicalismo redutivo na Física**

Na Física, a questão do reducionismo não é desenvolvida da mesma forma como nas outras Ciências, considerando que é um problema que põe em risco a autonomia de outras áreas. Num estudo feito por Zylbersztajn (2003), o autor vai apontar a opinião da comunidade brasileira de Física, e diante dos resultados apurados na pesquisa, as falas registradas revelaram um estranhamento em relação a esse assunto, e estes assumem uma contrapartida que versa sobre a discussão da unificação da Ciência como um ponto positivo, principalmente nas questões concernentes ao ensino de Ciências.

### **IMPLICAÇÕES DO FISCALISMO REDUTIVO NA EDUCAÇÃO QUÍMICA**

A perspectiva fisicalista na práxis Química se consolidou a partir de 1920 com a conquista do átomo pela Física e a constituição da Química Teórica. A partir de então tornou-se um fundamento predominante do currículo da Química (Van Berkel, 2005; Van Aalsvoort, 2004). Entretanto, este não é fundamento eficaz na solução do carácter enciclopédico dos conteúdos químicos, fruto do seu crescimento exponencial; da natureza sistêmica e organizacional; da polissemia e da multiplicidade de esquemas, modelos e representações; do pluralismo constitutivo; das contradições e circularidade dos conceitos centrais; do carácter inobservável e da falta de referentes das entidades Químicas que faz o laboratório ter um carácter de conversão teológica e necessitar da transdição; do carácter icônico da linguagem Química, que constrói uma semiótica própria e faz trabalhar com a abdução e necessitar da visualização e competência representacional; bem como do carácter histórico e mesmo idiográfico da Química. (LASZLO, 2012; RIBEIRO, 2014)

Lemes e Porto (2013) apontam que a questão do reducionismo tem como impacto “a ênfase nas quantificações, cálculos e aplicação de algoritmos, em detrimento de aspectos qualitativos, relacionais e classificatórios que são essenciais no conhecimento químico” (LEMES; PORTO, p.2, 2011). Os autores reforçam ainda o argumento de que uma possibilidade para melhorias no Ensino de Química poderia se dar a partir da introdução de elementos

sólidos da Filosofia da Química nos cursos de formação de professores, considerando a importância da Filosofia da Química como fenda para questionar ideias estruturantes da Química.

### **O currículo oculto de Química: rígido internamente e isolado externamente**

Uma das principais influências do positivismo lógico no ensino de Química é produzir um currículo oculto. Ou seja, currículo constituído por aqueles aspectos que, sem fazer parte do currículo oficial, explícito contribuem, de forma implícita, para aprendizagens. Ou seja, o currículo oculto, mas não transmite explicitamente importantes características. No caso da Química, isso é bem investigado por Ribeiro (2014) que caracteriza alguns estilos cognitivos como as classificações, a fenomenotecnia, processos, relações, heurísticas, pensamento diagramático, dentre outros que são transmitidos tacitamente. Van Berkel (2005) defende que o fisicalismo redutivo instancia uma estrutura dominante em todo o currículo de Química, em todo o mundo. Essa estrutura, que por ser oculta, tem sido pouco refletida. Chamizo (2009, p. 16) coloca que,

O ensino de Química, praticamente em todo o mundo, pressupõe um currículo quimicamente puro que os alunos devem aprender. Independentemente do nível de escolaridade, indica-se que a Química é uma Ciência (como um ato de fé), que a matéria é composta de átomos e moléculas, que existem alterações Físicas e Químicas e que uma forma de reconhecê-las é através da reação Química, sem dúvida, o coração de qualquer currículo. No entanto, a energia e o tempo associados às reações Químicas parecem ser questões de segunda importância e geralmente são relegadas ou ocupam menos espaço. É esta a estrutura conceitual coerente da Química? Você pode aprender Química de outra maneira? Quais, se houver, são as idéias fundamentais que devem ser consideradas em um currículo básico de Química para que todos os cidadãos possam apreciá-lo? Aprenda, compreenda, aprecie palavras que muitas vezes são vazias de conteúdo.

Mesmo que muitas propostas curriculares em Química<sup>2</sup> tenham sido lançadas em todo o mundo<sup>3</sup> (PILOT; BULTE, 2006), o currículo continua fundado em uma imagem de Ciência reduzida e num cientificismo positivista, rígido internamente e isolado externamente (VAN BERKEL, 2005; VAN BERKEL et al., 2000; VAN BERKEL; DE VOS, 1993; VAN AALSVOORT, 2000,

<sup>2</sup> No caso do Brasil temos algumas posições centradas na prática com foco na cidadania e no protagonismo para citar alguns exemplos.

<sup>3</sup> Ver como exemplo *The Royal Society of Chemistry: Annual Report 1991*. No mesmo espírito a *American Chemical Society* desenvolveu projetos como *ChemCom* e *Chemistry in Context* e a Alemanha desenvolveu *Chemie Im Kontext*.

2004). Essa foi a conclusão do projeto CSSC (Conceptual Structure of School Chemistry) (VAN BERKEL, 2005) que consistia em reconhecer se havia uma estrutura comum no ensino de Química nos diferentes países, identificando suas origens, estrutura e, se necessário, maneiras para modificá-la.

Todo currículo escolar atual de Química tem uma estrutura dominante baseada na teoria corpuscular, que é rigidamente combinado com uma estrutura filosófica, positivismo educacional e uma estrutura pedagógica, a preparação do futuro químico profissional. (CHAMIZO, 2009, P.17)

A síntese do grupo foi apresentada em 10 teses (CHAMIZO, 2007; VAN BERKEL et al., 2000; VAN BERKEL, 2005) e indica que a Educação Química normal está isolada de sete principais contextos: do sentido comum, da vida cotidiana, da sociedade, da História e Filosofia da Ciência, da tecnologia, da Química Escolar e da investigação Química atual. O currículo de Química em todo o mundo é caracterizado, portanto, por um positivismo pedagógico e um cientificismo redutor, sendo estas abordagens filosóficas implícitas na prática curricular, o que caracteriza o currículo de Química como oculto. Esta estrutura oculta do currículo de Química é determinada tacitamente pelo positivismo lógico.

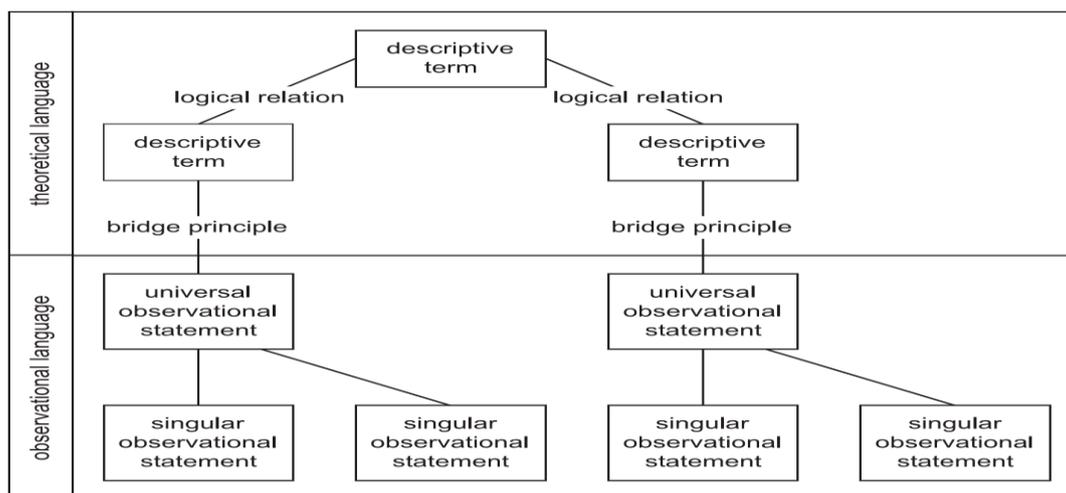
Van Aalsvoor (2004) é um dos poucos autores a problematizar este tema no ensino de Química, ele considera algumas características importantes da Educação Química influenciada pelo Positivismo Lógico.

Primeiramente, os conteúdos de Química são representados pelo modelo teórico do positivismo lógico a partir de duas linguagens distintas: observacional (declaração singular e universal) e teórica (cálculo, termos descritivos e princípios de ponte) e as estratégias baseadas na teoria do ciclo empírico. Neste contexto, o aluno é considerado como cientista e a formação profissional é considerada como primordial. O cientista é o modelo para o cidadão. A Educação Química como sinônimo de Ciência normal, ou seja, ensina-se os produtos da Ciência e não o processo. Por fim, a Ciência e Tecnologia são debatidas de forma racional, ou seja, no currículo, Ciência e Tecnologia são aceitas como ato de fé, sendo a Ciência a que detém maior hierarquia em relação à Tecnologia.

Van Koningsveld (1987) divide em duas linguagens distintas, observacional e teórica. A linguagem observacional é dividida em duas declarações, sendo elas singulares, que são consideradas a base de toda Ciência possuindo aspectos empíricos, devendo ser imparcial e livre de preconceitos e as universais que são mais palpáveis e detalhadas, obtidas pela generalização das declarações observacionais singulares.

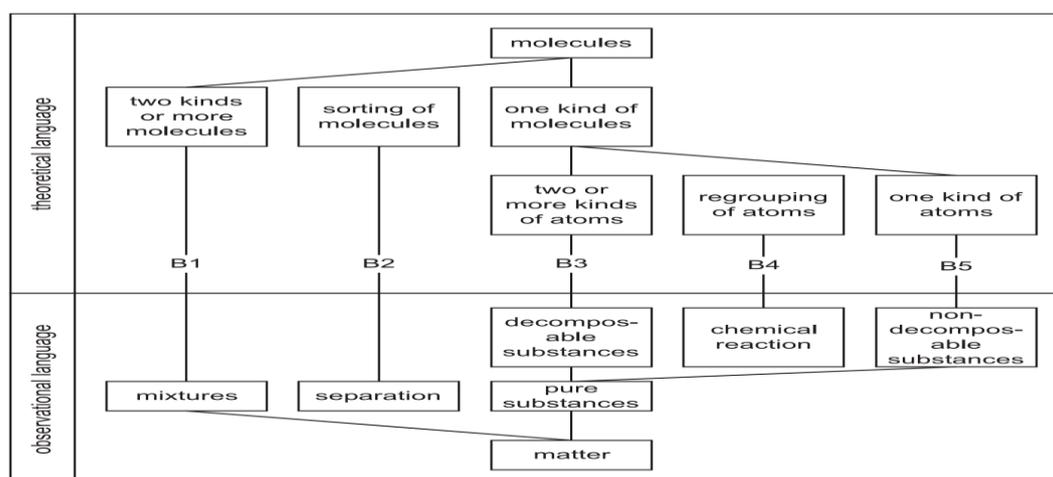
A linguagem teórica, diz respeito aos cálculos e pode ser classificada como termos descritivos (Nagel) ou princípios (Hempel), regras de correspondência (Nagel) ou princípios de

ponte (Hempel). A relação lógica ocasionada pelo Positivismo Lógico influencia diretamente no modo como o ensino de Química opera, realizando mudanças sutis nos conceitos e forma de classificação dos processos (Van Aalsvoort, 2004). Nas figuras abaixo são apresentados os conteúdos de Química conforme o positivismo lógico, priorizando duas linguagens, observacional e teórica e apresentado os princípios de ponte.



**Figura 3** - Organização dos conteúdos científicos conforme o positivismo lógico.

Fonte: Van Aalsvoort (2004, p. 45)



- B1: mixtures consist of two or more kinds of molecules
- B2: a separation is the sorting of molecules
- B3: decomposable substances consist of one kind of molecules which consist of two or more kinds of atoms
- B4: a chemical reaction is the regrouping of atoms
- B5: non-decomposable substances consist of one kind of atoms

**Figura 4:** Organização dos conteúdos de acordo com o positivismo lógico - exemplo da Química.

Fonte: Van Aalsvoort (2004, p. 47)

Outras influências do positivismo lógico podem ser evidenciadas por muitos indicadores, iremos discuti-las brevemente. Primeiramente, todo o ensino de Química apresenta um caráter dedutivo. Apesar da Química, reiteradamente ser uma Ciência experimental e indutiva, o ensino é marcadamente dedutivista. Pensamos que isto seja influência da Química teórica e da crença de que, aprende-se Química, tendo compreensão antes, das grandes ideias da Química, como bem defendido por Atkins (1999): Geometria e estrutura; estrutura Eletrônica; Forças intermoleculares; Termodinâmica; cinética e reações. Pensando dedutivamente, estas noções devem ser apreendidas antes de serem experimentadas.

Outra evidência do positivismo lógico está no lugar que ocupa a Matemática e a Física no currículo, normalmente no início do curso, primeiro ou segundo semestre. Outra evidência pode ser vista na organização em disciplinas de créditos teóricos e práticos.

Uma evidência importante e pouco investigada é sobre os saberes negligenciados pela práxis Química. Ribeiro (2014) aponta várias delas. Aqui daremos um exemplo: as classificações. No campo da Química, as classificações representam um lugar comum e, paradoxalmente, não são problematizadas no ensino. Atualmente, a Ciência tem se deparado com desafios para restaurar o estatuto das classificações, que perpassa pelos campos disciplinares e pela razão histórica do discurso científico, inclinando os sistemas de classificações e descrições para uma razão ideográfica (LAMZA, 2010).

Com isso, observou-se que possuem “lugar comum” na Química, sendo considerada a Ciência das classificações. Portanto, faz-se necessário compreender as classificações como centrais na Química de maneira pragmática e pluralista, na tentativa de se treinar a habilidade e a competência em classificar, dando prioridade ao aprendizado dos critérios de classificação (SANTOS, 2016).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O fisicalismo redutivo está presente como problema ideológico e filosófico nas Ciências naturais, em especial na Química. Suas origens se encontram situadas ao longo de diversos discursos, tendo por base os ideais de uma Ciência Unificada e contemporaneamente no positivismo lógico.

Ressaltamos que trabalhos dessa natureza contribuem para o estado da arte da área, além de promover discursões concernentes aos fundamentos filosóficos do ensino de Ciências. Acreditamos que a inclusão de abordagens como essas, nos cursos de formação de

professores, pode trazer grandes contribuições para a construção de práticas curriculares e formativas mais esclarecidas.

Apesar do Positivismo Lógico ter sido problematizado e superado em termos teóricos, é tratado como um fundamento teórico que pode ser utilizado para fundamentar a organização curricular, bem como as práticas didáticas e formativas.

Aalsvoort (2004) relata que o Positivismo Lógico considera como válido aqueles conhecimentos que permeiam a universalidade, objetividade, lógica, descritivo e teórico. Já os conhecimentos negligenciados são aqueles que possuem contextos culturais e históricos, sendo apresentados de forma superficial às características universais desses conceitos.

Caracterizamos aqui que o positivismo lógico lega para o currículo de Química uma estrutura dominante e oculta, torna hegemônico uma visão dedutivista no ensino, apesar de reiteradamente reconhecer-se a Química como Ciência experimental e indutiva. Existe uma necessidade de desenvolver uma abordagem “quimista” do currículo de Química que poderia problematizar o pensar, fazer e ensinar desta Ciência?

## REFERÊNCIAS

ABRANTES, P. C. C. **Introdução: o que é Filosofia da Biologia?**. In: ABRANTES, Paulo C. (Org.). *Filosofia da Biologia*. 2.ed. Seropédica, RJ: PPGFIL-UFRRJ, p. 2-36. 2018.

ADÚRIZ-BRAVO, A. A. **Integración de la epistemología en la formación del profesorado de ciencias**. Trabalho de conclusão de curso (tese de Doutorado) - Universitat Atonoma de Barcelona, Barcelona. 2001.

ARANHA, M. L. de A.; MARTINS, M. H. P. **Filosofando – Introdução à Filosofia**. São Paulo: Moderna, 1993.

ATKINS, P. Chemistry: the great ideas. *Pure Appl. Chem.*, [S.l.], v.71, n.6, p.927-929, 1999.

BRANDÃO, A. R. P. A postura do positivismo com relação às Ciências humanas. **Theoria – Revista Eletrônica de Filosofia**, v. 3, n. 6, p. 80-105, 2011.

CHAMIZO J. A. (2009). A Filosofia de la química: Sobre el método y los modelos. **Educacion quimica**, [S.l.], v.20, n.1, p.6-11.

CHAMIZO, J. (2007). El curriculum oculto en la enseñanza de la Química. In: JACOB, Bachelard, C.; E., Scerri (eds.). **La esencia de la Química**. México: Universidad Nacional Autónoma de México.

COMTE, A. Curso de Filosofia Positiva. Em: Os Pensadores. Tradução de José Arthur Giannotti. 2.ed. São Paulo: **Abril Cultural**, 1983.

- CUNHA, I. F. da. Uma discussão sobre a unidade da Ciência: Neurath e a utopia da Ciência unificada. **Scientiae Studia**, v. 13, n. 1, p. 97-122, 2015.
- EL-HANI, C. N.; SEPÚLVEDA, C. Analisando as relações entre educação científica e educação religiosa. II. O uso de casos históricos de cientistas com crenças religiosas como ferramentas na formação de professores. **Atas do III Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC)**, 2001.
- FLACH, P. Z. S.; DEL PINO, J. C. Afinal, para que servem a História e a Filosofia da Biologia?. **Educação Por Escrito**, v. 7, n. 2, p. 236-252, 2016.
- GOMES, N. Os progressos da Filosofia no século XX. **Um Século de Conhecimento: Arte, Filosofia, Ciência e Tecnologia no século XX**. Brasília: Editora Universidade de Brasília, p. 795-871, 2011.
- HAHN, H; NEURATH, O.; CARNAP, R. A concepção científica do mundo— O círculo de Viena. **Cadernos de História e Filosofia da Ciência**. vol.10, p. 5-20, 1986.
- LABARCA, M. La filosofía de la Química en la filosofía de la ciencia contemporánea. **Redes**, v. 11, n. 21, p. 155-171, 2005.
- LACERDA, G. B. de. Augusto Comte e o “positivismo” redescoberto. **Revista de Sociologia e Política**, v. 17, n. 34, p. 319-343, 2009.
- LAMŽA, L. How much history can chemistry take? **HYLE – International Journal for Philosophy of Chemistry**, Berlin, v.16, n.2, p.104-120, 2010.
- LASZLO, P. Towards teaching chemistry as a language. **Science & Education**, New York, online first, 23 mar. 2012.
- LEMES, A. F. G.; PORTO, P. A. Introdução à Filosofia da Química: uma revisão bibliográfica das questões mais discutidas na área e sua importância para o ensino de Química. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 13, n. 3, p. 121-147, 2013.
- LEMES, A. F. G.; PORTO, P. A. **Particularidades estruturadoras da Ciência Química: alguns pontos explicitados por doutorandos em Química**. VIII ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS—VIII ENPEC—Campinas, São Paulo—5 a, v. 9, 2011.
- LOMBARDI, O.; PÉREZ, A. R. En defensa de la autonomía de la Química frente a la Física. Discusión de un problema filosófico. **Historia y Filosofía de la Química**, p. 195-209, 2010.
- LORENZANO, P. Sobre la unidad de las ciencias biológicas. **Signos filosóficos**, v. 3, n. 5, 2001.
- MARTINS, C. B. **O Que é Sociologia**. São Paulo: Brasiliense, 2006.
- MORIN, E. *et al.* **Os setes saberes necessários à educação do futuro**. Cortez Editora, 2014.
- ORTEGA Y GASSET, J. **A rebelião das massas**. São Paulo: Martins Fontes. 2000.

OUELBANI, M. **O círculo de Viena**. 2ªed. Parábola Editorial, 2009.

PILOT, A.; BULTE, A. M. W. (2006). The use of —contexts|| as a challenge for the chemistry curriculum: its successes and the need for further development and understanding. **International Journal of Science Education**, [S.l.], v.28, n. 9, p.1087-1112.

POLANYI, M. **Personal Knowledge: Towards a Post-Critical Philosophy**. Chicago: The University of Chicago Press. 1958.

POMBO, O. **Unidade da Ciência: programas, figuras e metáforas**. Lisboa: Duarte Reis, 2006.

RIBEIRO, M. A. P. **Integração da Filosofia da Química no currículo de formação inicial de professores. Contributos para uma Filosofia do ensino**, 2014. Tese (Doutorado em Educação. Desenvolvimento Curricular) – Universidade de Lisboa, Lisboa, 2014.

SANTOS, S. de J.; RIBEIRO, M. A. P.; LABARCA, M. **Filosofia da classificação no ensino de Química**. In: XVIII ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 2016, Florianópolis. Anais [...]. Florianópolis: Dpto de Química da Universidade Federal de Santa Catarina (Qmc/Ufsc), 2016. p. 1-12.

SCERRI, E. **Foundations of Chemistry**. New York, Editorial 10, v. 4, p. 1–4, 2002.

SCHUMMER, J. The philosophy of chemistry: From infancy towards maturity. In: **Philosophy of chemistry: Synthesis of a new discipline**, ed. D. Bair, E. R. Scerri, & L. MacIntyre, 19-39, 2006.

SILVA, J. C. **O amor por princípio, a ordem por base, o progresso por fim: as propostas do apostolado positivista para a educação brasileira (1870-1930)**. Tese (Doutorado em Educação). Universidade Estadual de Campinas - Faculdade de Educação. São Paulo. 2008.

SILVINO, A. M. D. Epistemologia positivista: qual a sua influência hoje? **Psicologia Ciência e profissão**, v. 27, n. 2, p. 276-289, 2007.

VAN AALSVOOR, J. J. **Chemistry in products: A cultural-historical approach to initial chemical education**. Breukelen, NL: Proefschrift Universiteit Utrecht. 2000

VAN AALSVOOR, J. J. Logical positivism as a tool to analyze the problem of Chemistry's lack of relevance in secondary school chemical education. **International Journal of Science Education**, Washigton, v.26, p.1151–1168, 2004.

VAN BERKEL, B. *et al.* Normal science education and its dangers: The case of school chemistry. **Science & Education**, New York, v.9, p.123–159. 2000.

VAN BERKEL, B. **The structure of current school chemistry: A quest for conditions for escape**. Tekst. Proefschrift Universiteit Utrecht. 2005.

VAN BERKEL, B.; DE VOS, W. Structures in School Chemistry. In: H. Kramers-Pals; G. Niehaus (eds.), **Chemiedidactische Forschung, Lopend Onderzoek in de Chemiedidactiek, Proceedings of the Euregio-Conference 1992**, Westarp Wissenschaften, p. 25-33. 1993.

VAN KONINGSVELD, H. *et al.* Structure of a new deoxygenated etorphine analogue. **Acta Crystallographica Section C: Crystal Structure Communications**, v. 43, n. 12, p. 2384-2386, 1987.

ZYLBERSZTAJN, A. Teoria final, unificação e reducionismo: opiniões da Comunidade Brasileira de Física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 25, n. 1, p. 1-17, mar. 2003.

## RESUMO

A História, Filosofia e Sociologia da Ciência são campos fundamentais na construção do conhecimento científico. E, dá interação dessa tríade emergem questões importantes para o processo de consolidação das Ciências naturais (Química, Física e Biologia). Considerando esse contexto, o presente estudo teórico busca compreender as origens do fisicalismo reduutivo, sob a ótica dos fatos históricos e das discussões que perpassam a constituição do saber de cada área. Para tanto, entende-se o reducionismo, como uma ideologia apresentada na agenda da Filosofia da Química, da Física e da Biologia, e pode ser caracterizada como uma corrente filosófica inserida nas Ciências da Natureza, em especial Física e Química. A partir do levantamento feito, os fatos analisados apontam que a questão do reducionismo, teve implicações e discussões muito pertinentes no confronto relacionado à autonomia de cada uma dessas Ciências, contudo, na Filosofia da Química ainda é uma questão em aberto. Palavras chave: História da Ciência; Sociologia da Ciência; Filosofia da Ciência; Ensino de Ciências; Reduccionismo.

## RESUMEN

La historia, la filosofía y la sociología de la ciencia son campos fundamentales en la construcción del conocimiento científico. Además, de la interacción de esta tríada, surgen cuestiones importantes para el proceso de consolidación de las ciencias naturales (Química, Física y biología). Considerando la contextualidad, este estudio teórico busca comprender los orígenes del fisicalismo reduutivo, desde la perspectiva de hechos históricos y discusiones que permean la constitución del conocimiento en cada área. Por lo tanto, el reduccionismo se entiende como una ideología presentada en la agenda de la filosofía de la Química, la Física y la biología, y puede caracterizarse como una corriente filosófica insertada en las Ciencias Naturales, en especial, la Física y la Química. A partir de la encuesta realizada, los hechos analizados indican que el tema del reduccionismo tubiera implicaciones y discusiones muy pertinentes en el enfrentamiento relacionado con la autonomía de cada una de estas ciencias, sin embargo, la filosofía de la Química sigue siendo una cuestión abierta. Palabras clave: Historia de la ciencia; Sociología de la ciencia; Filosofía de la Ciencia; Enseñanza de las ciencias; Reduccionismo.