



O sistema conceitual químico como um sistema de atividade

- The Chemical Conceptual System as an Activity System
- El sistema conceitual químico como un sistema de actividad

Forma de citar este artigo:





Ritter, J. e Ligorio, M. B. (2025). O sistema conceitual químico como um sistema de atividade, *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, (58), 240 - 256. <https://doi.org/10.17227/ted.num58-22175>

Resumo

Este trabalho de investigação apresenta resultados de análise documental do Decreto Interministerial nº 211, de 2010, da Itália, com foco nos sentidos e significados atribuídos aos conceitos de “habilidades” e “competências”. O objetivo foi identificar possíveis relações entre esses conceitos e os objetos do conhecimento do componente curricular Química, na etapa final da educação pré-universitária. A pergunta norteadora foi: qual é o sistema conceitual básico subentendido no Decreto e como ele se relaciona com os constructos de competência e habilidade? Em outras palavras, o que é considerado básico no ensino de Química voltado ao desenvolvimento humano? A investigação está fundamentada na Teoria Histórico-Cultural (THC) de Vigotski e de autores contemporâneos, o que permitiu sistematizar conceitos químicos na forma de um “Sistema Conceitual Químico”. Esse sistema pode ser reconhecido, em contextos educacionais específicos, como um “sistema de atividade”, em que os conceitos atuam como “signos auxiliares” de uma “atividade mediada”, voltada ao desenvolvimento de competências humanas entendidas como funções psicológicas superiores.

Palavras-chave

conceitos científicos; ensino de química; educação básica

Jaqueline Ritter*  
Maria Beatrice Ligorio**  

1 Doutorado em Educação nas Ciências e Pós-doutorado em Scienze della formazione - psicologia – comunicazione. Universidade Federal do Rio Grande – FURG. jaqueline.ritter@furg.br

2 Doutorado e pós-doutorado em Educação. Università degli Studi di Bari (UniBa), Itália. mariabeatrice.ligorio@uniba.it

Artigo de pesquisa

Data de recebimento: 26/09/2025
Data de aprovação: 10/06/2025
Data de publicação: 01/07/2025



Abstract

This paper presents the results of a documentary analysis of Italy's Interministerial Decree No. 211 of 2010, focusing on the meanings attributed to the concepts of "skills" and "competences." The aim was to identify possible relationships between these concepts and the knowledge objects of the Chemistry curriculum component at the final stage of pre-university education. The guiding question was: what is the basic conceptual system implied in the Decree, and how does it relate to the constructs of competence and skill? In other words: what is considered foundational in Chemistry teaching aimed at human development? The investigation is grounded in Vygotsky's Cultural-Historical Theory and contemporary authors, which allowed the systematisation of chemical concepts in the form of a "chemical conceptual system." This system may be recognised, in specific educational contexts, as an "activity system," in which concepts function as "auxiliary signs" within a "mediated activity" geared toward the development of human competences understood as higher psychological functions.

Keywords

scientific concepts; chemistry education; basic education

Resumen

Este trabajo presenta los resultados de un análisis documental del Decreto Interministerial n.º 211 de 2010, de Italia, centrado en los sentidos y significados atribuidos a los conceptos de "habilidades" y "competencias". El objetivo fue identificar posibles relaciones entre estos conceptos y los objetos de conocimiento del componente curricular Química, en la etapa final de la educación preuniversitaria. La pregunta orientadora fue: ¿cuál es el sistema conceptual básico implícito en el Decreto y cómo se relaciona con los constructos de competencia y habilidad? En otras palabras: ¿qué se considera básico en la enseñanza de Química orientada al desarrollo humano? La investigación se fundamenta en la Teoría Histórico-Cultural (THC) de Vigotsky y de autores contemporáneos, lo que permitió sistematizar conceptos químicos en forma de un "sistema conceptual químico". Este sistema puede ser reconocido, en contextos educativos específicos, como un "sistema de actividad", en el que los conceptos actúan como "signos auxiliares" de una "actividad mediada", orientada al desarrollo de competencias humanas entendidas como funciones psicológicas superiores.

Palabras clave

conceptos científicos; enseñanza de la química; educación básica

Uma breve contextualização acerca do significado das palavras/conceitos

Conceitos, para a Teoria histórico-cultural (THC), na definição de Vigotski (2001), são palavras com significados. Todo conceito carrega em si uma história cujo significado evolui — contrapondo-se assim à ideia de uma definição dicionarizada e cristalizada, por muito tempo defendida e aceita academicamente.

Não é nossa intenção aqui abordar mudanças que marcaram a queda do estruturalismo linguístico, até porque ele ainda opera em muitas pesquisas. Nossa motivação, nesse âmbito, é tão somente reafirmar que há sempre uma história na formação dos conceitos. O mesmo se aplica a “habilidade” e “competência”, termos que já investigamos sob a ótica da sua evolução sócio-histórica e cultural em normativas brasileiras nas últimas duas décadas. Esse percurso nos permitiu aproximá-los das capacidades humanas nomeadas por Vigotski (2001) como Funções Psicológicas Superiores, também chamadas de Funções Mentais Superiores (Ritter, 2017).

O que objetivamos agora, quase uma década depois, é interpretar neste manuscrito em que medida o uso desses conceitos, na perspectiva normativa internacional, tem se mantido — ou não. Para isso, buscamos responder à seguinte problemática geral de pesquisa: *o que tem sido legitimado como currículo mínimo ou conteúdos básicos para o Ensino da disciplina de Química no nível pré-universitário?* Para enfrentar esse desafio, elegemos o contexto das normativas italianas, a partir do qual desdobramos outros problemas específicos que serão desenvolvidos na sequência deste texto.

De acordo com Ludke e André (1986, p. 38), a presente pesquisa é de natureza qualitativa, com produção de dados baseada

na Análise Documental. “A análise documental pode se constituir numa técnica valiosa de abordagem de dados qualitativos, seja complementando as informações obtidas por outras técnicas, seja desvelando aspectos novos de um tema ou problema”. Nosso olhar investigativo busca os sentidos e significados atribuídos aos conceitos de “habilidade” e “competência”, bem como aos conteúdos de Química previstos no documento analisado.

É com base nesse sentido e na evolução do significado dos conceitos de “habilidade” e “competência” — relacionados aos conceitos e conteúdos mínimos da Química — que o objetivo deste manuscrito consistiu em interpretar o que prevê o Decreto-Lei da Itália, Decreto Interministerial nº 211, de 7 de outubro de 2010. A partir dessa análise documental, sugerimos à comunidade de Educação Química e Ensino de Ciências um possível “Sistema Conceitual da Química”, estruturado de forma sub e super (ou supra) ordenada, conforme definido por Vigotski (2001).

De origem diversa e com diferentes motivações, o conceito de “competência” surge no campo empresarial por volta da década de 1990, sendo posteriormente incorporado às políticas curriculares mundiais após a Conferência Mundial de Educação para Todos (UNESCO, 1990; 2000), como tentativa de reorientar a educação formal no contexto da escolarização pós-Segunda Guerra (Ritter, 2015). O currículo por competências, orientado por grandes corporações econômicas, foi uma diretriz político-ideológica assumida em escala global, inicialmente ancorada em uma concepção tecnicista de ciência, voltada à formação de um jovem cientista funcional. Com o tempo, essa motivação inicial foi incorporando novos aportes teóricos, ganhando proporções curriculares globais e agregando outros sentidos e significados. A própria academia e seus pesquisadores passaram a atribuir novos

significados ao termo, conforme seus referenciais. Um exemplo importante é o do pesquisador espanhol César Coll Salvador, que assessorou as reformas curriculares brasileiras nos anos 1990 (Ritter, 2015; Ritter, 2017).

Dentre esses novos sentidos e significados atribuídos aos conceitos de “competências” e “habilidades”, identificamos que, desde sua origem, agregaram-se elementos do campo da Psicologia, o que contribuiu para a aproximação de seus significados à noção de capacidade humana. Foi assim que reconhecemos que o desenvolvimento de competências básicas se dá mediante um conjunto de habilidades específicas, as quais potencializam o desenvolvimento de capacidades humanas — a exemplo da memória voluntária, do pensamento lógico, entre outras Funções Psicológicas Superiores (FMS) (Ritter, 2015; 2017).

Com o intuito de conferir funcionalidade à linguagem científica e ao que se aprende, os significados desses constructos curriculares evoluíram de um sentido mais técnico para um sentido mais funcional da cognição humana. Ou seja, os conceitos de “habilidades” e “competências” deixaram de operar simplesmente no campo de suas aplicações técnicas — como um saber-fazer — para assumirem um sentido mais ampliado, com implicações e funcionalidades intelectuais específicas em cada área do conhecimento.

Para Perrenoud (2000), competência é a faculdade de mobilizar um conjunto de recursos cognitivos — como saberes, capacidades, informações, entre outros — com vistas a solucionar uma série de situações. Nesse sentido, demonstrar determinada competência pressupõe a mobilização conceitual e prática de habilidades, postas em relação a um determinado contexto, que, por meio de um sistema de conceitos científicos específicos e internalizados, manifestam a atividade da mente humana em processo de apropriação de uma nova palavra e de seus significados. Foi nesse âmbito que encontramos aproximações entre as competências e o significado atribuído por Vigotski (2001) aos conceitos científicos, concebidos como “meios auxiliares” para o desenvolvimento das Funções Psicológicas Superiores. Como capacidades estritamente humanas, sua maturação se dá numa relação dialética de aprendizagem e desenvolvimento, que com auxílio da “Atividade Mediada” por signos/conceitos e instrumentos, constitui os artefatos culturais do Ensino que foram internalizados.

Para Michael Cole (2004), a Teoria Histórico-cultural, firmou suas bases na concepção de atividade prática, adotada por Hegel e desenvolvida por Marx, e que de certa forma resolveu a dualidade existente entre o materialismo e o idealismo. “É na atividade que os indivíduos experimentam o resíduo ideal/material da atividade das gerações anteriores” (p.104). Também se manifesta a acumulação histórica dos artefatos historicamente criados para mediar a relação do homem com a natureza. O autor prefere usar o conceito de “artefato” ao conceito de “instrumento”, adotado por Hegel e Marx.

Como afirmou Vygotsky (1929), todos os meios de comportamento cultural (artefatos, na minha terminologia) são sociais na sua essência. São também sociais

na dinâmica da sua origem e mudança, expressa no que Vygotsky definiu como “a Lei geral do desenvolvimento cultural”. Qualquer função no desenvolvimento cultural das crianças aparece duas vezes, ou em dois níveis. Aparece primeiro no nível social e depois no psicológico. (Cole, 2004, p. 104)

Com base neste aporte teórico, ampliamos as interpretações acerca do significado dos conceitos de “habilidade” e “competências” para além do mundo do trabalho — muito embora essa relação já tivesse sido inserida há muito tempo, com outras palavras e outras intenções, em outros contextos.

Em suma, o animal simplesmente usa a natureza, provocando nela mudanças, com a sua simples presença; o homem, com as suas mudanças, escraviza a natureza para os seus próprios fins, domina-a. entre o homem e os outros animais e mais uma vez é o trabalho que causa esta distinção” (citado em Vygotsky e Luria, p. 76). Os ingredientes finais a serem adicionados à capacidade dos primatas de usar ferramentas são a linguagem e a mediação simbólica, “ferramentas para o domínio do comportamento”. O produto desta nova combinação é uma forma de mediação qualitativamente novo, no qual ferramentas e linguagem se unem em um artefato. (Cole, 2004, p. 106)

Para este autor, foi a passagem da memória natural para a memória cultural que inaugurou, qualitativa e quantitativamente, a condição humana em sua escala evolutiva. Desde o homem primitivo até os dias atuais, tal transição tem gerado uma forma de comportamento característica da espécie humana, com funções da memória em um nível mais elevado.

A memória “cultural” desenvolve-se, no entanto, através da elaboração de “ferramentas de memória” mais complexas

associadas a formas historicamente novas de experiência mediadas por artefactos, e é também acompanhada por uma mudança no papel que os processos naturais desempenham no sistema funcional geral criado graças aos sistemas de mediação mais complexos. O desenvolvimento histórico da memória não é uma mudança na capacidade de lembrar”, mas sim a evolução da memória que aperfeiçoa o “meio de mediação” através do qual a memória é alcançada. (Cole 2004, p.106)

É nessa condição histórica da memória e de suas funções mais complexas que a escrita desempenhou — e ainda desempenha — um papel importante. Segundo o pensamento histórico-cultural, “a escrita é uma das primeiras novas formas de mediação persistentes e muito visíveis, que permite novos modos de interação humana através da reorganização da atividade mnemónica dos seres humanos. O conhecimento sistemático e os conceitos científicos são adquiridos através da escrita” (Cole, 2004, p.106). Ou seja, é através da instrução e de suas formas mais complexas de mediação, via artefatos (signos e instrumentos) que desenvolvemos nossa memória cultural. Foi a partir disso que Vigotski (2001) explicou o desenvolvimento das funções psicológicas superiores, como a memória voluntária, o pensamento lógico, entre outras.

Nesse sentido, concebemos determinada habilidade como a capacidade da mente humana em pensar e tomar decisões com base naquilo que os conceitos científicos — e seu sistema supraordenado — são capazes de proporcionar em termos de interpretação e uso. Seja para resolver uma problemática específica, como propor soluções para a melhoria do ambiente físico, social e cultural-tecnológico, ou simplesmente para o ato de pensar com o auxílio das palavras, constituintes de determinada linguagem. É essa condição humana

de apropriação da linguagem científica que se tornou o centro do processo criativo e intencional da atividade pedagógica voltada ao desenvolvimento humano — a qual, pela via da instrução e do ensino, teve saltos qualitativos importantes com as contribuições da THC. Pensamento e linguagem estiveram no centro das discussões vigotskianas, demandando um conjunto de relações para expressar aquilo que se mostra capaz de fazer do humano uma espécie animal diferenciada. Afinal, o social os outros animais também possuem, mas o cultural é próprio apenas da condição humana.

Alguns autores do campo da educação, no Brasil, já conseguiram realizar a virada linguística que esse movimento sofreu ao longo das últimas décadas (Libâneo, 2014). Embora outros ainda resistam em mudar suas percepções, orientados por um sentido fixo do significado das palavras ou pela condição ideológica que motivou a origem de competências no currículo — o que torna quase impossível adentrarem em outra esfera de interpretação.

É por essa razão que propomos reconhecer os sentidos e significados atribuídos às palavras/conceitos de “habilidades” e “competências” no documento orientador do currículo em território italiano, bem como identificar sua relação com os objetos do conhecimento no componente disciplinar da Química, fundamentalmente na Etapa final da Educação Básica ou pré-universitária.

A pergunta que orienta esta investigação é: o que tem sido legitimado como currículo mínimo ou conteúdos básicos para o ensino da disciplina de Química nesse nível? Nesse sentido, a problemática documental mais específica que orienta esta pesquisa consiste em reconhecer: qual o sistema conceitual básico inferido pelas normativas italianas? E este sistema apresenta alguma relação com os constructos de competência e habilidade? Afinal, o que é considerado básico no ensino de Química quando o objetivo é o desenvolvimento de capacidades humanas do campo das Funções Psicológicas Superiores (FMS)?

Para isso, nos pautamos na Análise Documental (Lüdke & André, 1986) com o objetivo de identificar os conceitos de Química e os significados atribuídos aos termos “competência” e “habilidade”, mediados pela THC de Vigotski (2001) e pela psicologia da educação e da aprendizagem, na perspectiva da Teoria da Atividade (TA) de Leontiev (2012). No tópico que segue, apresentamos os resultados dessa análise, a qual possibilitou a elaboração de um Sistema Conceitual Químico e a definição de seus fundamentos.

O Sistema Conceitual básico da Química, segundo a concepção documental italiana

Independentemente de estarmos regidos por uma normativa ou outra, o Brasil apresentou, na última década, uma série de resultados de pesquisas que retratam a dificuldade de professores das escolas em propor aulas mais interdisciplinares e contextualizadas, com vistas ao desenvolvimento de habilidades e competências.

Segundo esses estudos, essa dificuldade está relacionada tanto à formação inicial recebida nas licenciaturas quanto à ausência de formação continuada e de condições favoráveis para promover tal mudança (Ritter, 2017; Souza, 2020; Souza, Monteiro & Ritter, 2020). Dessa forma, ainda predominam aulas teóricas baseadas em uma concepção descontextualizada de Ciência ou, por outro lado, percebe-se um esforço em aproximar os conteúdos do cotidiano dos estudantes, o que, por vezes, resulta no esvaziamento da linguagem conceitual e científica (Souza, 2020).

O sistema italiano de educação e formação está organizado de acordo com os princípios da subsidiariedade e da autonomia das instituições educativas (Decreto Interministerial nº 211, 2010). Segundo o *Decreto Interministeriale 211 del 7 ottobre 2010*, o Estado detém competência legislativa exclusiva para estabelecer as “regras gerais da educação” e definir os níveis essenciais de desempenho a serem garantidos em todo o território nacional. Além disso, o Estado determina os princípios fundamentais que cada Comunidade Autónoma deve assegurar para o exercício de suas competências específicas.

Para adentrarmos na análise documental, apresentamos, a seguir, um quadro conceitual de referência para o território italiano.

Compreensão italiana para os conceitos de “habilidade” e “competência”

De acordo com o documento acima referido, entende-se que:

Ao final do ensino secundário, o aluno deve possuir os conhecimentos disciplinares fundamentais e as metodologias típicas das Ciências Naturais, nomeadamente ciências da terra, química e biologia. Essas diferentes áreas

disciplinares se caracterizam por conceitos e métodos de investigação próprios, mas todas assentam seus objetivos na mesma estratégia: a investigação científica voltada para a dimensão da “observação e experimentação”.

A apropriação desse método e de seus domínios, juntamente com o domínio dos conteúdos disciplinares fundamentais, constitui a vertente formativa e orientadora do processo de ensino-aprendizagem das Ciências, segundo a normativa italiana. Este é o contributo específico que o conhecimento científico oferece como formação geral a todas as demais áreas do saber: “ferramentas culturais e metodológicas para uma compreensão aprofundada da realidade” (Decreto Interministerial nº 211, 2010, p.145).

Nesse contexto, a dimensão experimental — constitutiva destas disciplinas — deve contemplar algumas atividades experimentais particularmente significativas, a serem realizadas em laboratório, em sala de aula ou em atividades de campo, como exemplos de método específico das disciplinas, a serem privilegiados em detrimento de abordagens puramente teóricas ou mnemónicas.

“As etapas de um percurso de aprendizagem em Ciências não seguem uma lógica linear, mas sim recursiva” (Idem, p. 145). Assim, no ensino secundário, além da introdução de novos temas e tópicos, é possível explorar em maior profundidade conceitos já trabalhados em anos anteriores, introduzindo novas etapas interpretativas. Em termos metodológicos, “de uma abordagem inicial predominantemente fenomenológica e descritiva podemos passar para uma abordagem que centra a atenção nas leis, nos modelos, na formalização e nas relações entre os vários fatores de um mesmo fenómeno e entre fenómenos diferentes” (p.145). Ao final do curso, o aluno deverá ter desenvolvido as seguintes competências:

saber fazer ligações lógicas, reconhecer ou estabelecer relações, classificar, formular hipóteses com base nos dados fornecidos, tirar conclusões com base nos resultados obtidos e hipóteses verificadas, resolver situações-problema utilizando linguagens específicas, aplicar os conhecimentos adquiridos a situações da vida real, sendo também crítico e consciente das questões científicas e tecnológicas da sociedade atual. (p.145)

Conforme supracitado, o pensamento lógico-relacional, assim como capacidade de classificar, formular hipótese com base nos conhecimentos científicos e saber contextualizá-los em situações reais, são capacidades humanas da ordem das FMS, essenciais a serem desenvolvidas nas Ciências Naturais por meio de uma linguagem científica específica. Esta, por sua vez, concebe a Ciência como artefato mediador para tal desenvolvimento — como será demonstrado no tópico seguinte. Com base nesses artefatos mediacionais, o documento também apresenta uma concepção de ensino e aprendizagem que se aproxima da perspectiva defendida por Vigotski (2001), especialmente no que se refere à evolução do significado das palavras/conceitos. Segundo o documento, recomenda-se que a aprendizagem disciplinar siga “uma sequência inspirada em critérios de graduação, recursividade, ligação entre os vários temas e tópicos abordados, sinergia entre as disciplinas que compõem o curso de ciências” (p.145).

Igualmente, destaca-se a importância da “ligação com outras áreas disciplinares, em particular com a física e a matemática, sublinhando também as influências mútuas desenvolvidas ao longo do tempo entre os vários campos do pensamento e da cultura” (p.145). Tais aportes são considerados particularmente significativos para estes campos de estudo, uma vez que pressupõem um ensino que favoreça a gradual apropriação da linguagem científica. Para isso, o sistema conceitual é o mesmo; o que muda são os artefatos culturais inseridos na Atividade Mediada, os quais permitem que os significados evoluam — tanto dentro da própria área do conhecimento quanto nas relações interdisciplinares e intercomplementares. O tópico a seguir nos permitirá identificar essa proposta de evolução do primeiro para o segundo ciclo, em termos dos objetos do conhecimento.

Sistema conceitual Químico: objetivos específicos de aprendizagem

Primeiro ciclo

Nos dois primeiros anos, prevalece uma abordagem fenomenológica e observacional-descritiva. São introduzidas algumas atividades experimentais, como observações microscópicas, explorações geológicas de campo e observação de reações químicas fundamentais; com especial atenção à utilização de unidades de medida e aos critérios de coleta e registro de dados. Para as ciências da Terra, os conteúdos previamente desenvolvidos são completados e aprofundados, ampliando o quadro explicativo dos movimentos da Terra, com o estudo geomorfológico das

estruturas que compõem a superfície terrestre (rios, lagos, geleiras, mares, etc.). A Química e a Biologia são concebidas como complementares e, por essa razão, mantemos a mesma lógica e inserimos em nosso manuscrito ambas as descrições com base no documento italiano, conforme segue.

Para a biologia, os conteúdos referem-se à observação das características dos organismos vivos, com especial atenção à sua constituição fundamental (a célula) e às diferentes formas como se manifestam (biodiversidade). Para tanto, são utilizadas técnicas experimentais básicas na área biológica e observação microscópica. A variedade dos seres vivos e a complexidade de suas estruturas e funções introduzem o estudo da evolução e da sistemática, da genética mendeliana e das relações organismo-ambiente, com vistas à valorização e manutenção da biodiversidade.

O estudo da química inclui a observação e descrição de fenômenos e reações simples (seu reconhecimento e representação), com referência também a exemplos retirados da vida cotidiana; os estados de agregação da matéria e as transformações relacionadas; a classificação da matéria (misturas homogêneas e heterogêneas, substâncias simples e compostas) e as definições operacionais relacionadas; as leis fundamentais e o modelo atômico de Dalton, a fórmula química e seus significados, e uma primeira classificação dos elementos (sistema periódico de Mendeleev).

Sem prejuízo dos conteúdos de Ciências da Terra, que serão abordados na primeira aula e desenvolvidos de forma coordenada com os cursos de Geografia, os conteúdos indicados serão desenvolvidos pelos professores de acordo com os métodos e ordem considerados mais adequados à turma, ao contexto territorial, à fisionomia da escola e às escolhas metodológicas por eles feitas (p. 146).

Segundo ciclo

No segundo biênio, os conteúdos disciplinares são ampliados, consolidados e relacionados, introduzindo, de forma gradual mas sistemática, os conceitos, modelos e formalismos próprios das disciplinas em estudo, que permitem uma explicação mais aprofundada dos fenômenos.

Na *Biologia*, a ênfase é colocada sobretudo na complexidade dos sistemas e fenômenos biológicos, nas relações que se estabelecem entre os componentes desses sistemas e entre diferentes sistemas e na base molecular dos próprios fenômenos (estrutura e funções do DNA, síntese proteica, genética e seus códigos). O estudo aborda a forma e as funções dos organismos (microrganismos, plantas e animais, inclusive humanos), tratando de aspectos anatômicos e fisiológicos, sobretudo, com especial atenção ao corpo humano e aos aspectos de educação em saúde.

Na *Química*, é introduzida a classificação dos principais compostos inorgânicos e a respectiva nomenclatura. São também abordados o estudo da estrutura da matéria e os fundamentos da relação entre estrutura e propriedades, os aspectos quantitativos das transformações, a teoria atômica, os modelos atômicos, o sistema periódico e as propriedades periódicas, as ligações químicas e a química orgânica básica. Os conteúdos indicados são desenvolvidos pelos docentes de acordo com os métodos e a ordem considerada mais adequada, conforme já estabelecido para os dois primeiros anos.

Considerando a Ciências da Terra são introduzidas dicas de mineralogia e petrologia, sobretudo em conexão com as realidades locais e de forma coordenada com a química e a física. E como sugerido em Química e Biologia, os conteúdos

indicados também são sugeridos pelos docentes de acordo com os métodos e pela ordem considerada mais adequada. (Idem, p.147)

O que se percebe é que, no primeiro ciclo do Ensino Médio ou secundário — seja ele de orientação clássica ou científica —, a Química inicia, nos dois primeiros anos, priorizando a observação e descrição de fenômenos, tanto em transformações envolvendo matérias e substâncias que constituem *misturas* quanto as *reações químicas* que ocorrem nessas transformações. Sugere-se, para isso, a ênfase no reconhecimento desses fenômenos em termos de propriedades e suas representações por meio de *modelos, fórmulas e equações químicas*.

Diante desses apontamentos e sugestões, foi possível elaborar e apresentar um esboço para o “sistema conceitual” químico. No que diz respeito ao conceito de reação química — a exemplo da oxidação de metais —, sugere-se estabelecer relações com o cotidiano, em diferentes contextos de aplicação prática (como o fenômeno da ferrugem). Outro exemplo para apropriação do significado de reação química é a combustão de hidrocarbonetos, como gasolina, etanol e gás de cozinha. Para ambas as reações de oxirredução, decidimos situá-las no plano das linhas paralelas ao Meridiano de Greenwich. Tal analogia, como sugere Vigotski (2001), refere-se ao sistema como um plano de coordenadas — latitude e longitude — que, comparado ao globo terrestre, apresenta pontos de convergência entre as linhas.

Assim, o conceito de *reação química* situado na linha paralela ao Meridiano de Greenwich, no sistema de contagem das horas, permite-nos expressar os diferentes tempos de ensino e aprendizagem para esse mesmo conceito fundamental, que pode ser apresentado no primeiro ciclo (para interpretar a ferrugem) e no segundo ciclo (para interpretar combustão), de forma recursiva e evolutiva, em termos dos significados atribuídos em cada etapa.

Já para a transformação em nível de *mistura*, a “solubilidade” se apresenta como o conceito de maior generalidade, em analogia à reação química, e também está associada em nosso sistema à lógica das linhas paralelas ao Meridiano. Para tal mediação, propomos trabalhar com a solubilidade de diferentes substâncias inorgânicas em água, apresentando aos estudantes do primeiro ciclo os compostos iônicos com suas fórmulas e propriedades. Posteriormente, retorna-se ao conceito de solubilidade envolvendo compostos moleculares, cujas propriedades se alteram em função do tipo de ligação entre seus átomos. No segundo ciclo, como recomenda o documento, é possível manter o mesmo sistema, porém com aprofundamento, considerando a classificação dos compostos orgânicos e inorgânicos segundo os fundamentos da estrutura da matéria, os modelos de ligação química e as propriedades qualitativas e quantitativas dessas duas formas distintas de transformação — as misturas e as reações químicas — que constituem dois conceitos-chave no ensino de Química.

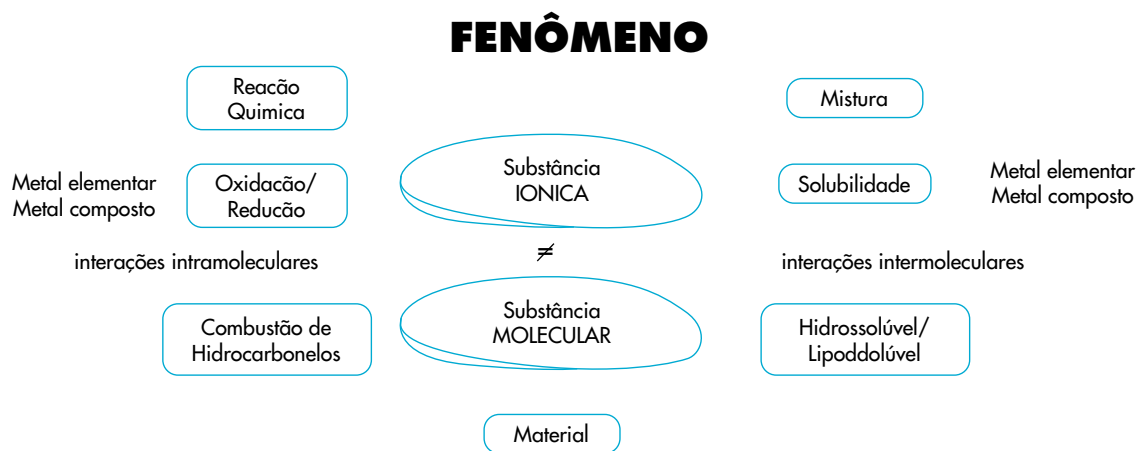
Seguindo nossa analogia de sistema conceitual, comparando-o ao plano das latitudes e longitudes, também sugerimos outros conceitos de maior generalidade

paralelos à Linha do Equador, a qual é orientada pelo eixo de rotação. Esse movimento, por sua vez, em nossa analogia com o sistema conceitual, atribui um grau de importância e recursividade ao conceito de substância química. Ou seja, na recursividade explicitada pelo nosso sistema, a centralidade é atribuída ao conceito de substância química (iônica, molecular ou atômica), como um conceito de maior generalidade, sendo o fundamento mental para a apropriação dos conceitos de reação química e mistura de substâncias químicas.

Os demais conceitos formam um sistema supraordenado, com conceitos como ligação química, afinidade química, solubilidade (hidrossolúvel ou lipossolúvel), interações

intermoleculares envolvidas nas soluções e interações intramoleculares decorrentes de reações de oxidação-redução, entre outros. De menor generalidade, mas não menos importantes, outros conceitos podem compor um segundo plano, sobreposto tridimensionalmente ao nosso modelo de sistema recursivo. É o caso de conceitos como: eletro-negatividade e eletropositividade, relacionados aos conceitos de íon ânion e íon cátion, bem como reatividade, volatilidade, espontaneidade e outros conceitos relacionados à mediação e apropriação de ideias como elétron, próton, átomo, elemento, molécula, orbital, ácido, base, metal, ametal, gás nobre, entalpia, etc.

Figura 1 – Resultado da Análise Documental: Sistema Conceitual supra ordenado para o Ensino de Química básica



Fonte: elaboração própria.

Sistema Conceitual Químico compondo um Sistema de Atividade

Aqui, queremos compor um modo de interpretar o sistema conceitual em contexto de ensino, o qual, quando posto em ação e operação, com a mediação cultural por signos e instrumentos, desencadeia uma forma evolutiva de conceber a Ciência — e o humano — em processo de aprendizagem.

Para Cole, (2004), Karl Marx já pretendia reordenar a separação ontológica entre humanos e artefatos como forma de substituir a dicotomia entre o material e o ideal. Concordando com a interpretação de Bernstein (1971), o autor assegura que “o objeto ou produto gerado não é algo meramente externo e independente à natureza daquele que o produz, mas constitui a Atividade do produtor na forma objetivada ou congelada” (p. 125). A

realidade objetiva existe independente do humano, contudo, a atividade — como prática humana sobre a natureza — emerge como meio e resultado do pensamento humano. Sendo assim, é no território das práticas culturais humanas que os artefatos são criados e utilizados; ou seja, o sujeito, ao agir sobre o objeto, o transforma e transforma-se a si mesmo dialeticamente.

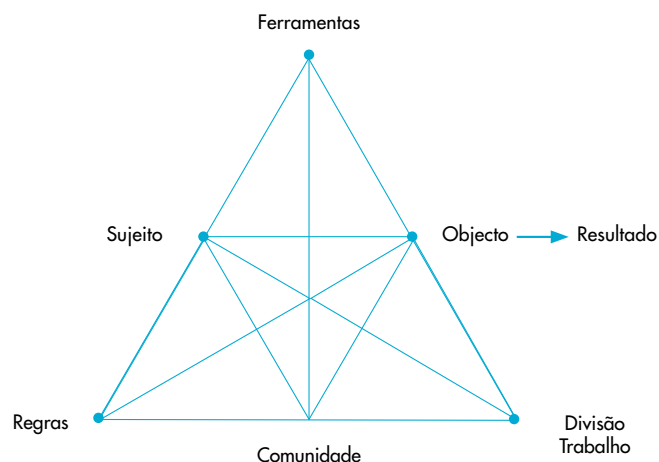
Esse é, sem dúvida, o método dialético que a THC importa fortemente do materialismo — e tem orientado nossas interpretações acerca do sistema conceitual científico, como objeto que constitui capacidades humanas e, na mesma medida, é reconstruído e transformado ao longo dos anos. Mas qual é o “meio” mais favorável para que esses artefatos culturais, legitimados como Ciência ou conhecimento científico possam ser “transmitidos” às novas gerações? O sentido de transmissão cultural é aqui concebido como produção de significados e sentidos, com vistas a uma vida mediada pela Ciência e capaz de alfabetizar cientificamente a sociedade.

Partimos do pressuposto de que o meio mediacional, segundo a Teoria da Atividade — iniciada pela geração de psicólogos como Vigotski e Leontiev —, ganhou novos adeptos e debatedores que, posteriormente, explicitam com ainda mais detalhes essas ideias presentes em Marx e Hengel. Tais bases sustentaram a construção da primeira geração vigotskiana e foram ampliadas pela Teoria da Atividade proposta por Leontiev e seus contemporâneos. Partindo desse arcabouço teórico, buscamos interpretar tanto os sistemas de ensino quanto os sistemas conceituais científicos, que constituem as chamadas disciplinas formais do currículo escolar.

Para Engeström (1993, p. 67) citado por Cole (2004),

um sistema de atividade integra o sujeito, o objeto e as ferramentas (ferramentas materiais, mas também sinais e símbolos). Um sistema de atividade incorpora tanto o aspecto da comunicação orientada à objetos quanto o aspecto da comunicação à pessoa de comportamento humano. Produção e comunicação são inseparáveis. Na realidade, um sistema de atividade humana contém sempre os subsistemas de produção, distribuição, troca e consumo. (p. 127)

Figura 2 – Triângulo de mediação segundo Engeström



Fonte: Engeström (1987) citado em Cole (2004, p.127).

Nessa concepção, da Teoria da Atividade (TA) e da Teoria dos Sistemas de Atividade (TSA) como território mediacional, expande-se a noção de mediação dos primeiros psicólogos histórico-culturais. Ou seja, outros elementos passam a compor o triângulo da mediação de Vigotski (2001).

Conforme a figura acima, os artefatos mediacionais da “Atividade Mediada” constituem uma teia de relações objetivas que envolvem os sujeitos de uma determinada comunidade com os objetos/assuntos comuns a essa comunidade, bem como as relações entre os próprios sujeitos, mediados por esses e outros elementos, como as regras e a divisão do trabalho. Contudo, existe sempre uma relação específica, detalhada e interpretável entre os sujeitos que compartilham um mesmo objeto, como é o caso do Sistema Conceitual da Ciência Química, cuja comunidade de educadores e pesquisadores compartilha saberes, práticas e sentidos.

Segundo a TSA, entro de uma mesma comunidade, existem regras, normas e convenções explícitas que legitimam as ações dentro desse sistema de atividades, e cujas ações convergem para um objeto comum. É justamente esse objeto comum da comunidade de Educação Química que pretendemos discutir ao propor o Sistema Conceitual apresentado no tópico anterior. Reiteramos que os conceitos científicos que compõem esse sistema, enquanto elementos de mediação, não existem isoladamente. Por se tratarem de conceitos científicos básicos, segundo o critério de maior generalidade em relação a outros conceitos do sistema, são constantemente construídos, renovados e transformados como resultado e causa da Atividade Humana. Um exemplo claro disso é a própria evolução dos modelos atômicos ao longo da história do conhecimento químico. Para melhor conceber no que consiste esse sistema, partimos do sistema conceitual interpretado com base no Decreto italiano, que

nos permitiu construir o *Sistema conceitual supra ordenado para Química Básica*, em que substância é o conceito de maior generalidade e, que é significado e ressignificado na relação com os conceitos de mistura e reação química, conforme Figura 1.

O Sistema Conceitual Químico (Figura 1), segundo a TA, quando apresentado sistematicamente a uma determinada turma ou classe escolar por meio de um contexto fenomenológico compartilhado, torna-se um Sistema de Atividade. Esse, por sua vez, envolve um complexo conjunto de artefatos mediacionais e signos auxiliares que, em relação dialética, mobilizam uma comunidade, com regras, divisão do trabalho, sujeitos-professores e sujeitos-estudantes, a interpretar um objeto comum em um dado contexto. Um exemplo desse objeto pode ser a reação de oxidação do ferro (substância elementar presente em superfícies metálicas), que, na relação dialógica entre os sujeitos envolvidos no processo de ensino-aprendizagem, é interpretada à luz de outros conceitos científicos mediadores, como: a equação química que representa as substâncias elementares e em solução; a natureza e composição química dessas substâncias; e suas propriedades antes e depois da transformação. Esse é apenas um dos diversos subsistemas — “o subsistema associado às relações existem na relação com os demais elementos do sistema” (Cole, p. 127).

Em um sistema de Atividade, a ênfase desloca-se para o caráter dialético das relações que constituem a experiência humana, ainda insuficientemente compreendido no contexto real das salas de aula. Ao suprimir o contexto fenomenológico e suas mediações culturais no ensino de Ciências, esvazia-se o sentido e o significado dos conceitos para os estudantes. Segundo Cole (2004), é por meio do contexto cultural, entendido como território da Atividade envolvendo sujeitos em torno de

objetos comuns, que ocorre uma mudança nas fronteiras entre os processos cognitivos e o ambiente — estendendo-se à mente, ao corpo e à própria Atividade. Essa perspectiva já vem sendo compreendida por alguns autores como cognição distribuída (p.128).

Ainda segundo Cole (2004), a cognição distribuída resulta de uma interação interpessoal situada num contexto de Atividade Comum, e concebe a cultura como um sistema de artefatos culturais mediadores. Como desdobramento, reconhece-se o poder das instituições sociais, como a escola, e o papel do ensino dos conceitos científicos como meio de desenvolvimento das FMS e potencial agente de transformação social. O autor também argumenta que o contexto deve ser considerado como unidade básica de análise, algo descon siderado pelas dinâmicas de testes que medem o QI. Com base nisso, ousamos estender a crítica aos exames universais padronizados, como os testes PISA, que medem o conhecimento de crianças em determinadas áreas sem considerar as dinâmicas mediacionais reais da aprendizagem — o que, a nosso ver, merece ser seriamente questionado.

Afinal, é o contexto que revela o que pode ou não interligar os sujeitos em torno de objetos comuns, “tanto com o polo macro da sociedade e suas instituições, quanto com o nível micro dos pensamentos e ações humanas individuais” (Cole, 2004, p. 129). Assim, a mediação cultural implica uma forma de mudança evolutiva que religa passado e futuro — sem prescrever métodos, mas instaurando sentidos. É por meio da cultura do conhecimento científico, escolar e universitário, que podemos criar condições concretas para o desenvolvimento humano e apostar que a Educação em Ciências possa ocorrer sob novas bases teóricas, gerando novos motivos, ações e operações, como propõem a TA e a TSA.

Considerações finais

Não importa se o currículo normativo se apresenta como um decreto estruturado em objetivos de aprendizagem e conteúdos mínimos, ou se adota uma organização por competências e habilidades — como nos documentos curriculares brasileiros mais recentes (Ministério da Educação, 2018). O que realmente qualifica uma boa atividade docente é a concepção de Ciência, ensino, aprendizagem e desenvolvimento humano (Umpierre, 2022).

Afinal, o que se busca ao apresentar aos estudantes um objeto de conhecimento historicamente legitimado? Queremos alfabetizar cientificamente a sociedade para o exercício de uma vida consciente — social, cultural e tecnocientífica — em linha com os princípios da Educação Científica (Santos, 2011). Mesmo que esse sentido político e ideológico nem sempre esteja declarado, não se pode abrir mão do ensino intencional e sistemático como motor do desenvolvimento humano (Young, 2007) especialmente no que tange às Funções Mentais Superiores (Vigotski, 2001).

Com isso, defendemos o desenvolvimento de competências humanas num plano ampliado e contextualizado, como propõe a Teoria Histórico-Cultural, resultado do ensino de conceitos científicos organizados em sistemas interligados. A via para esse desenvolvimento é o contexto cultural, entendido como um sistema de atividade comum, em que o docente mobiliza habilidades específicas para pôr em discussão um objeto conceitual, interpretado a partir de um fenômeno. Esse fenômeno, por sua vez, transita do plano empírico para o plano conceitual e representacional como vimos no documento italiano. Por meio desse modo de desenvolvimento da Ciência é o sistema conceitual concebido e apresentado como um sistema de atividade comum entre os sujeitos de determinado nível de ensino, que constitui a Educação científica esperada e almejada às novas gerações.

E portanto, desenvolver competências pressupõe pensar em objetivos de aprendizagem que podem dar significado às ações cotidianas e cujo, meio para tal, nada mais é que um conjunto de habilidades específicas recorrentes inseridas num Sistema de Atividade. Espera-se que esse, por sua vez, considere o contexto fenomenológico teórico ou o contexto fenomenológico do cotidiano como situação-problema local ou global acerca dos quais os sujeitos se entendem mediados pelos signos e instrumentos (artefatos) de cada comunidade/área de conhecimento. O contexto sobre o qual a Atividade Docente permite a cognição distribuída eleva o sentido da habilidade como um meio ou condição de indicar a funcionalidade mental e prática do que fazer com determinado conceito, símbolo ou representação (equação química). A exemplo da oxidação de metais ou reações de oxidações, devo ensiná-la por que? Para interpretar fenômenos, propor soluções e desenvolver a mente dos sujeitos de determi-

nada comunidade que pensam coletivamente acerca de tal transformação. Esse é um bom caminho a ser perseguido pela comunidade de Ensino de Ciências!

O que fica na lembrança do estudante, não é o significado dicionarizado das palavras, mas o seu sentido e o que isso pode provocar na mente humana em termos de ação e operação como prevê a Teoria da Atividade e a Teoria dos Sistemas de Atividade. Por isso, reconhecemos que sim, é mantido o foco no desenvolvimento de competências básicas, contudo com ênfase num sistema de conceitos interligados entre si como um sistema e mediados pelos artefatos do contexto tecno-sociocultural mais próximos da vida dos estudantes. Afinal, não esperamos encontrar em normativas curriculares um conjunto de habilidades como forma de prescrição do que fazer com cada conceito isolado, mas que sinalize 'o lugar' que os objetos da ciência devem ocupar no mundo dos artefatos culturais, para a formação humana segundo as contribuições das Ciências da Natureza.

Para tal desafio, se os professores conceberem a Ciência como um sistema cujo significado dos conceitos evoluem, e não como conceitos isolados igual ervilhas num saco, independente do que seja apresentado como normativa, o ensino será contextualizado por fenômenos do campo disciplinar, mas com potencial às ações interdisciplinares e intercomplementares com outras áreas e fenômenos. Nessa perspectiva, certamente o ensino de conceitos científicos resultará em competências humanas no sentido de FMS. Este é, sem dúvida, um objetivo importante a ser defendido pela Educação Científica a ser perseguido tanto pelos gestores quanto pelos professores e pesquisadores da área de ensino. E competência é o resultado desse desenvolvimento institucional e do seu ensino por meio da Atividade mediada.

Referências

- Cole, M. (2004). *Psicologia culturale: Uma disciplina del passato e del futuro* (M. B. Ligorio, Ed.). Edizione Carlo Amore.
- Decreto Interministeriale 211 de 7 de outubro de 2010. (2010). *Il sistema di istruzione*. <https://www.miur.gov.it/web/guest/il-sistema-di-istruzione>
- Leontiev, A. N. (2012). Uma contribuição à teoria do desenvolvimento da psique infantil. In L. S. Vigotski, A. R. Luria & A. N. Leontiev, *Linguagem, desenvolvimento e aprendizagem* (M. da P. Vilalobos, Trad., 12ª ed., pp. 59–84). Ícone.
- Libâneo, J. C. (2014). Internacionalização das políticas educacionais: Elementos para uma análise pedagógica de orientações curriculares para o ensino fundamental e de propostas para a escola pública. In M. A. da Silva & C. da Cunha (Orgs.), *Educação básica: Políticas, avanços, pendências*. Autores Associados.
- Lüdke, M. & André, M. E. D. A. (1986). Métodos de coleta de dados: Observação, entrevista e análise documental. In M. Lüdke & M. E. D. A. André, *Pesquisa em educação: Abordagens qualitativas* (pp. 25–44). EPU.
- Ministério da Educação. (2018). *Base Nacional Comum Curricular – Ensino Médio*. http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/historico/BNCC_Ensino-Medio_embaixa_site_110518.pdf
- Perrenoud, P. (2000, setembro). Construindo competências. *Nova Escola Online*, 19–31. https://www.unige.ch/fapse/SSE/teachers/perrenoud/php_main/php_2000/2000_31.html
- Ritter, J. (2015). *Processos de recontextualização das compreensões da educação para o século XXI em políticas públicas e práticas educacionais: Sentidos e significados para a formação de competências* [Tesis de doctorado, Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul – Unijuí].
- Ritter, J. (2017). *Recontextualização de políticas públicas em práticas educacionais: Novos sentidos para a formação de competências básicas* (1ª ed.). Appris.
- Santos, W. L. P. (2011). Significados da educação científica com enfoque CTS. In W. L. P. Santos & D. Auler (Orgs.), *CTS e educação científica: Desafios, tendências e resultados de pesquisas* (pp. 21–48). Editora da Universidade de Brasília.
- Souza, T. B. G., Monteiro, L. & Ritter, J. (2020). A situação de estudo: Significados e sentidos produzidos no contexto escolar. In J. Ritter & O. Maldaner (Orgs.), *Situação de estudo em práticas diversificadas* (pp. 41–60). Ed. Unijuí.
- Souza, T. B. G. (2020). *Produção curricular: Decisões e significados para práticas interdisciplinares e coletivas* [Dissertação de mestrado, Universidade Federal do Rio Grande – FURG].

- Umpierre, A. B. (2022). *A Teoria da Atividade como fundamento do desenvolvimento da formação docente na prática do ensino de Física* [Tese de doutorado, Universidade Federal do Rio Grande – FURG].
- UNESCO. (1990). *World Declaration on Education for All and the Framework for Action to Meet Basic Learning Needs*. Jomtien, Tailândia.
- UNESCO. (2000). *O marco de ação de Dakar: Educação para todos – Cumprindo nossos compromissos coletivos*. Fórum Mundial de Educação, Dakar, Senegal. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000121147>
- Vigotski, L. S. (2001). *A construção do pensamento e da linguagem* (P. Bezerra, Trad.). Martins Fontes.
- Vygotsky, L. S. (1991). *A formação social da mente* (4ª ed., Grupo de Desenvolvimento e Ritmos Biológicos – Departamento de Ciências Biomédicas USP, Trad.). Martins Fontes.
- Young, M. (2007). Para que servem as escolas? *Educação e Sociedade*, 28(101), 1287–1302. <https://doi.org/10.1590/S0101-73302007000400009>