

Os sentidos de futuros professores de Química sobre conceitos químicos no ensino: um olhar sob o enfoque da Escola Histórico-Cultural

Isauro Beltrán Núñez

Luiz Fernando Pereira

Universidade Federal do Rio Grande do Norte (Brasil)

Resumo

Neste trabalho, apresentam-se os resultados de uma pesquisa cujo objetivo geral foi caracterizar os sentidos que futuros professores de Química atribuem aos conceitos no contexto da aprendizagem da educação básica, tomando como pressuposto o referencial lógico-cognoscitivo da escola Histórico-Cultural da Psicologia. Participaram da pesquisa 46 estudantes de licenciatura. Para a coleta de dados, utilizou-se uma prova pedagógica. As informações obtidas foram tratadas segundo a Análise do Léxico e a análise baseada no protocolo de Núñez e Silva (2020). Os resultados evidenciaram que os licenciandos, no geral, confundem o conceito químico com sua definição, referem-se a ele como *algo* ou *alguma coisa* e não como uma imagem de uma classe determinada pelas características e relações essenciais dela. Por sua vez, não os relacionam aos processos do pensamento lógico dialético. Essa situação evidencia a importância de a formação inicial de professores contemplar diversas possibilidades desse conhecimento epistemológico e profissional docente.

Palavras-chave: Sentidos. Conceitos Químicos. Formação inicial. Pensamento Químico.

The meanings future Chemistry teachers give to chemical concepts in teaching: a look from the Cultural-Historical School's perspective

Abstract

This paper presents the results of a research whose general objective was to characterize the meanings that future Chemistry teachers attribute to concepts in the context of learning in basic education, based on the logical-cognitive framework of the Cultural-Historical School of Psychology. 46 undergraduate students participated in the research. Data collection was conducted using a pedagogical test. The information obtained was analyzed according to Lexicon Analysis and the analysis based on the protocol by Núñez and Silva (2020). The results showed that, in general, the undergraduates confuse the chemical concept with its definition, referring to it as *something* or *one thing* and not as an image of a class determined by its essential characteristics and relations. Furthermore, they do not relate them to the processes of dialectical logical thinking. This situation highlights the importance of initial teacher formation contemplate various possibilities of this epistemological and professional teaching knowledge.

Keywords: Meanings. Chemical Concepts. Initial formation. Chemical Thinking.

Los sentidos de los futuros profesores de Química sobre conceptos químicos en la enseñanza: una mirada desde la perspectiva de la Escuela Histórico-Cultural

Resumen

En este trabajo presentamos los resultados de una investigación cuyo objetivo general fue caracterizar los sentidos que los futuros docentes de Química atribuyen a conceptos en el contexto del aprendizaje de la educación básica, tomando como presupuesto el marco lógico-cognitivo de la Escuela Histórico-Cultural de Psicología. 46 estudiantes de pregrado participaron en la investigación. Para la recolección de datos se utilizó una prueba pedagógica. La información obtenida fue tratada según Análisis de Léxico y el análisis basado en el protocolo de Núñez y Silva (2020). Los resultados mostraron que los estudiantes de pregrado, en general, confunden el concepto químico con su definición, refiriéndose a él *como algo o alguna cosa* y no como una imagen de una clase determinada por sus características y relaciones esenciales. A su vez, no los relacionan con los procesos del pensamiento lógico dialéctico. Esta situación resalta la importancia de la formación inicial docente contemplando diferentes posibilidades de este conocimiento epistemológico y profesional docente.

Palabras clave: Sentidos. Conceptos químicos. Formación inicial. Pensamiento químico.

2

Introdução

Os estudos do pensamento de professores de Química, como um tipo de pensamento profissional para o ensino dessa disciplina na educação básica, têm sido realizados por vários autores, sob diferentes perspectivas teóricas. Dentre esses estudos, destacamos duas perspectivas: a das ciências cognitivas (Talanquer, 2019; Taber, 2019) e a da denominada por nós de Escola Histórico-Cultural da Psicologia (EHCP), na qual incluímos as pesquisas de Gilmanshina (2005a), Volkova (2018), Núñez e Bandeira (2024) e Núñez e Ramalho (2020).

Sob a perspectiva da EHCP, fundamentada nas contribuições sobre o pensamento de Vygotski (2009), Leontiev (2021), Davidov (1998), Galperin (2023), o pensamento químico do professor de Química, junto com o pensamento pedagógico e o metodológico desenvolvimentista, configuram o Pensamento Profissional Docente. A relevância dos estudos sobre esse tipo de pensamento docente é justificada pela importância que a ele se atribui na prática profissional do professor bem como nos seus processos de aprendizagem, formação e desenvolvimento profissional (Núñez; Ramalho, 2020).

No entendimento de Ilienkov (2007), quem deseja ensinar a pensar deve aprender e saber pensar também. Para o autor, não se pode ensinar ao outro a fazer aquilo que não se sabe. Se a escola almeja ensinar a pensar, os professores devem, antes que tudo, aprender a pensar, o que supõe desenvolver seu pensamento profissional.

Para Gilmanshina (2008), as principais características do pensamento profissional de um professor de Química bem como os critérios para sua formação são: domínio da matéria de atividade pedagógica; pensamento lógico, implementado durante a explicação científica nessa disciplina; e domínio do método de pesquisa aplicado à resolução de problemas da disciplina que ensina, resolvendo problemas lógicos dialéticos específicos da formação pedagógica. Dessa forma, o pensamento lógico (formal e dialético) é um aspecto essencial na formação do professor de Química sob essa perspectiva.

Esse pensamento implica pensar caracterizado pelas possibilidades que oferecem os conceitos científicos, integrados em sistemas teóricos, com consistência lógica e validade, reconhecendo os limites de aplicação dos conceitos como construções históricas e sociais humanas. Dessa forma, evidencia-se a relevância que têm os conceitos químicos no desenvolvimento do pensamento lógico-verbal (formal e dialético), para a formação do professor de Química.

O ensino de conceitos químicos demanda do professor o domínio de diferentes perspectivas e fundamentos sobre o que são e como se ensinam. Núñez e Bandeira (2024) têm chamado a atenção para a importância de os professores de Química saberem que a formação de conceitos é um processo diferente de conhecer informações, na qual se exige menos esforço intelectual dos estudantes. Por sua vez, Taber (2019) enfatiza que o professor precisa conhecer a natureza dos conceitos científicos, seu lugar na estrutura da ciência e no pensamento químico, assim como ter conhecimentos profissionais que possam fundamentar a aprendizagem dos estudantes. O conhecimento sobre o que é um conceito químico ajuda os professores dessa disciplina a compreender, sob a lógica (formal e dialética), formas do pensamento com os conceitos químicos, como juízos, raciocínios e teorias.

Toda a discussão anterior nos conduz a afirmar o quão é importante que os professores tenham uma postura clara sobre o que é um conceito

químico para a formação e o desenvolvimento do pensamento lógico dialético nas aulas de Química. Esse tipo de pensamento contribui para os raciocínios científicos assim como para o seu ensino.

Face às reflexões explicitadas com base na EHCP, foi definido o seguinte problema de estudo: Que sentidos são atribuídos por estudantes de um curso de licenciatura em Química aos conceitos químicos como formas de pensamento lógico, no contexto do ensino dessa disciplina? Que representações têm os licenciandos sobre o que é um conceito científico, no contexto do ensino da Química? Que conhecimentos, por sua vez, são manifestados por eles quando definem um conceito químico e apresentam a justificativa para a aprendizagem deste pelos estudantes, nas aulas de Química?

Os conceitos químicos sob a perspectiva da Escola Histórico-Cultural da Psicologia

4

Sob o enfoque da EHCP, iniciada por L. S. Vigotsky como marco teórico e interpretativo, os conceitos químicos e sua formação no contexto escolar têm um fundamento lógico-cognoscitivo baseado na filosofia do materialismo dialético e estão vinculados ao pensamento lógico-verbal, como atividade cognoscitiva da personalidade.

No entendimento de Vigotsky (2009), os conceitos são resultados de uma atividade mental superior que se realiza atrelada à história de cada indivíduo, sendo os significados generalizados considerados como resultado de processos de internalização/externalização, no contexto da atividade social e da comunicação. Para Galperin (2023), o conceito é a forma de atividade mental por intermédio da qual se reproduz, de forma ativa, o objeto idealizado e o sistema de suas relações essenciais que, em sua unidade, refletem a universalidade ou a essência do movimento do objeto no seu desenvolvimento. O conceito atua, simultaneamente, como forma de reflexo do objeto na consciência do sujeito e como meio de imagem mental, de sua estruturação, isto é, vinculado a uma ação mental especial. Ilienkov (1977) compreende que o conceito é o principal produto, no pensamento, do reflexo das qualidades gerais e substanciais dos objetos e fenômenos da realidade. Assim, os conceitos se apresentam interligados em sistemas dialéticos complexos bem como são formadores de novas configurações teóricas, nas quais

conceitos particulares se relacionam a outros de maior poder epistêmico e nestes se integram.

Para Núñez, Pereira e Barros (2024), os conceitos científicos correspondem a uma imagem generalizada que reflete, de forma subjetiva e dialética, na consciência humana, uma multiplicidade de objetos, fenômenos, processos de uma mesma classe, na base de suas características e conexões essenciais, resultado da atividade científica. O conhecimento científico se organiza e se sistematiza em sistemas de conceitos, como uma totalidade sistêmica dialética. De acordo com os autores, nos conceitos científicos, a contradição essencial está na unidade do objetivo com o subjetivo. Dessa forma, o conceito é subjetivo, como abstração mental elaborada pelos sujeitos, mas também objetivo, na medida em que se relaciona com a atividade social humana, direta ou indiretamente, ou seja, por seu conteúdo.

Davidov (1998) destaca que a ciência se esforça para passar da descrição dos fenômenos à descoberta de sua essência, como conexão interna destes, sendo que a essência tem um conteúdo diferente do dos fenômenos e das propriedades senso-perceptivas decorrentes da forma como os indivíduos percebem os objetos. O conceito químico propicia o pensamento químico, que, conforme as ideias de Davidov (1998), trata-se de um pensamento teórico.

Esse conceito, diferentemente de uma representação, na lógica dialética, deve revelar não apenas os nexos essenciais entre os objetos, mas também seu movimento como resultado de contradições dialéticas que influenciam a sua historicidade. Esses conceitos não se referem a objetos concretos, mas são formulações teóricas que expressam as características e as relações essenciais entre classes de objetos, num movimento dialético de essência-fenômeno. Dessa forma, a conceitualização (definição) é um processo de abstração-generalização próprio da atividade científica, por meio da linguagem verbal.

Na linguagem, os conceitos são expressos por palavras ("átomo", "molécula", "entropia") ou expressões nominais ("energia de ativação", "grupos analíticos funcionais"). O conceito reflete apenas as características essenciais dos objetos. Cada característica essencial, separadamente das outras, é necessária, e todas juntas são suficientes para distinguir um determinado objeto de todos os outros.

Conforme a lógica dialética, é possível identificar, em um conceito, seu conteúdo e sua extensão (Talízina, 2023). O conteúdo é determinado pelo número de propriedades necessárias e suficientes que entram na definição do conceito. Já a extensão se refere ao número de objetos, processos ou fenômenos que entram na classe determinada ao qual se refere o conceito.

Do ponto de vista da estrutura, os conceitos químicos podem apresentar as seguintes estruturas lógicas: conjuntiva, na qual as características essenciais se unem pela conjunção “e”; disjuntiva, na qual elas se relacionam pela conjunção “ou”; disjuntiva-conjuntiva, na qual elas ora se unem pela conjunção “ou” ora pela “e”. Essas formas estruturais dos conceitos são importantes para se compreender a natureza dos químicos. Os conceitos da Química, na forma de pensamento químico, são ferramentas psicológicas necessárias aos processos de raciocínios e juízos nessa área, o que leva à determinada gama de relações conceituais e de novos conhecimentos.

Tipologias de conceitos químicos no contexto do ensino na escola

6

Os conceitos químicos, considerados como conceitos das ciências, podem ser classificados segundo diversos critérios, o que ajuda no próprio aprofundamento de sua natureza como produto da prática científica em Química. Dentre as classificações possíveis, relacionada à EHCP e seus fundamentos lógico-dialéticos, podem-se discutir os estabelecidos por Vygotski (2009), Davidov (1998) e Hedesá (2014).

Vygotski (2009) classifica os conceitos em científicos e do cotidiano (espontâneos), baseado no critério de sua formação. Os primeiros são os conceitos da cultura científica, que são objeto da aprendizagem na escola, enquanto os segundos se formam no cotidiano, a partir da experiência no nível sensorial-perceptivo. Assim, os conceitos químicos, estudados na escola, de acordo com Vygotski (2009), pertencem aos científicos.

Davidov (1998) categoriza os conceitos em empíricos (cotidianos ou científicos empíricos) e teóricos (científicos). Os primeiros estão baseados na lógica formal, e os segundos, na lógica dialética, o que, por sua vez, se relaciona com o tipo de generalização ou de ações mentais que entram nos processos de sua formação. Para ele, os conceitos teóricos têm como

conteúdo específico a relação objetiva do universal com o singular. Neles, descobrem-se as inter-relações em um todo dos objetos isolados, dentro do sistema de sua formação. Eles são resultado do pensamento teórico, típico da atividade científica. Por sua vez, os conceitos empíricos se formam pelos mecanismos da generalização empírica, por meio do processo de comparação dos objetos, apoiado na observação da realidade, o que se concretiza em relação aos exemplos e às ilustrações. Eles refletem os aspectos fenomenológicos da classe que representam.

Na Química, os conceitos também têm sido classificados de outras formas no âmbito da EHCP. Hedesa (2014) tipifica os conceitos da Química em primários e secundários. Os primários ou fundamentais, os quais formam a base para elaborar o sistema conceitual da Química e a partir dos quais derivam os secundários, são: substância, reação química, elemento químico, estrutura química e quantidade de substâncias.

Hedesa (2014) se refere a uma outra tipologia de conceitos químicos de importância para o ensino, dos quais se destacam os que dizem respeito a: a) objetos químicos (enxofre); b) eventos ou processos químicos (combustão); c) qualidades de objetos e processos químicos (condutividade); d) metaconceitos (lei química), aos quais se relacionam outros conceitos.

7

Metodologia da pesquisa

O estudo é de natureza qualitativa e exploratória, na medida em que procura caracterizar um objeto de estudo pouco discutido no contexto da formação inicial de professores de Química, segundo Núñez e Bandeira (2024). A pesquisa foi realizada com 46 estudantes do quarto ano de um curso de licenciatura em Química, na disciplina Estágio Supervisionado para o Ensino da Química IV, de uma universidade pública. Os estudantes encontram-se na faixa etária entre 18 e 46 anos, com média de 25 anos (63,0%), sendo 42,6% do sexo feminino e 57,4% do masculino. Todos cursaram as disciplinas teóricas e pedagógicas da formação inicial. Deles, 25,6% têm experiência de até 3 anos em atividades de ensino. Os outros não têm experiência alguma nesse sentido. Para efeito de análise dos resultados, eles foram identificados numericamente, como Licenciando 1 até Licenciando 46.

Para a coleta de dados, foi utilizada uma Prova Pedagógica, aplicada no contexto da disciplina. A prova pedagógica, segundo Núñez (2018), permite revelar representações e níveis de conhecimentos relacionados aos sentidos que os sujeitos atribuem a um determinado conteúdo de estudo. A prova foi elaborada de acordo com os objetivos de pesquisa e validada por outro pesquisador, de forma tal a garantir a credibilidade do estudo. O plano da prova está explicitado no Quadro 1.

Quadro 1: Plano da Prova Pedagógica

Objetivo	Questões (perguntas)
Caracterizar representações dos licenciandos sobre o que é um conceito científico no ensino da Química.	Em relação ao ensino da Química, no contexto escolar:
Caracterizar conhecimentos dos licenciandos sobre o que é um conceito científico no ensino de Química.	a) O que é um conceito científico? b) Definir um conceito da Química que se ensina na escola. c) Quando se pode afirmar que o estudante tem domínio de um conceito da Química? d) No curso de Química, em alguma(s) disciplina(s), discutiu-se o que são conceitos químicos e sua importância na educação científica dos estudantes? Sim _____ Não _____ Justifique sua resposta em caso afirmativo.

Fonte: Elaborado pelos autores (2023)

A prova foi aplicada na sala de aula com um tempo disponível de 3 horas. Foram apresentadas e esclarecidas algumas dúvidas dos estudantes, após terem assinado o termo de compromisso de confidencialidade das informações. Todos os estudantes manifestaram interesse para responder as perguntas da prova pedagógica.

As respostas à primeira questão da prova — O que é um conceito científico? — foram tratadas segundo a Análise do Léxico e a Análise de Similitude (Camargo; Justo, 2013). Essas análises foram realizadas com auxílio do Programa IRAMUTEQ — do francês "*Interface de R pour les Analyses Multidimensionnelles de Textes et de Questionnaires*" — (Ratinaud; Dejean,

2008), o qual permitiu caracterizar representações dos licenciandos sobre o que são conceitos científicos.

O Programa IRAMUTEQ foi usado para a elaboração de uma nuvem de palavras, na qual se agruparam e se organizaram, graficamente, as palavras em função de sua frequência nas respostas à primeira pergunta (O que é um conceito químico?). Como o tamanho da fonte é proporcional à frequência das palavras no *corpus* analisado, essa análise lexical é graficamente interessante, apesar de mais simples. Por sua vez, a Análise de Similitude permitiu a elaboração da árvore de similitude, pela identificação das combinações entre as palavras e o resultado, indicando as conexões entre elas bem como destacando os agrupamentos mais representativos no conjunto das respostas dadas à pergunta em questão, conforme discutido por Camargo e Justo (2013), o que possibilitou complementar as informações representadas na nuvem de palavras e a partir desta, evidenciar as representações em estudo por parte dos licenciandos.

Em relação à análise da questão “Definir um conceito da Química”, foi realizada uma análise de acordo com o protocolo utilizado por Núñez e Silva (2020), estabelecendo-se categorias teóricas para avaliar o conhecimento dos licenciandos. Com base no conteúdo das categorias, foram usados os critérios de: adequação, clareza e distinção. A definição é adequada quando permite a representação mental da classe na qual estão presentes todas as características essenciais desta. É clara quando possibilita identificar qualquer objeto que pertence à classe. É distinta quando possibilita discriminar bem os atributos da classe. De acordo com relações possíveis das citadas categorias, as respostas, por sua vez foram classificadas em: a) corretas (quando obedecem, de forma satisfatória a três critérios), b) parcialmente correta (se dois critérios são adequados e um, inadequado), c) incorreta (pelo menos dois critérios estão incorretos) e d) não define o conceito. Por sua vez, os conceitos foram classificados de acordo com as tipologias discutidas por Hedesa (2014).

Para a análise das respostas da pergunta “Quando se pode afirmar que o estudante se apropriou do conceito científico nas aulas de Química”, foi realizada também uma análise com base em um tipo de protocolo desenvolvido por Núñez e Silva (2020). Foram elaboradas categorias empíricas determinando-se suas frequências, o que permitiu obter dados que dizem

respeito a conhecimentos a serem integrados com as análises da questão anterior.

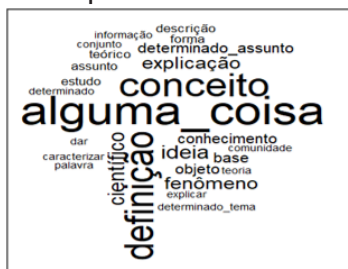
Os sentidos que os licenciandos atribuíram ao que é um conceito científico, no contexto de ensino de Química, no currículo da educação básica, foram inferidos a partir da triangulação dos dados das análises do léxico e de conteúdo dos três itens (a, b e c) da prova pedagógica. Esse procedimento, como explica Núñez (2018), permite uma maior credibilidade nas análises dos resultados referentes às respostas dadas às questões de estudo.

Resultados e discussão

A primeira questão da prova pedagógica teve como objetivo caracterizar representações dos licenciandos sobre o que é um conceito científico, no contexto do ensino de Química, na educação básica. Como foi explicitado na metodologia, as respostas a essa pergunta foram analisadas segundo Análise do Léxico, com a elaboração de uma Nuvem de Palavras e da Árvore de Similitude Máxima. Numa análise inicial do léxico, foi constatada a presença significativa das palavras “algo” e “alguma coisa”.

Essa nuvem para a resposta à pergunta permitiu agrupar e organizar as palavras de forma gráfica, em função de sua frequência. Como mostrado na Figura 1, as palavras conceito, definição e científico bem como a expressão nominal alguma coisa, a mais destacada delas, são as que aparecem com maior frequência no léxico.

Figura 1: Nuvem de Palavras para as respostas à pergunta “O que é um conceito científico?”



Fonte: Elaborado pelos autores no IRAMUTEQ (2023)

Na árvore, percebem-se três núcleos relevantes de relações entre conceitos, formados pela expressão nominal *alguma coisa* (na qual se inclui a palavra *coisa*), pelos termos *definição* e *conceito*, que constituem os elementos a partir do qual se organizam e se relacionam as demais palavras no que se supõe ser a estrutura de representações mais presentes nas respostas dos licenciandos. No Quadro 2, é possível observar os maiores valores de coocorrência dos três núcleos de palavras.

Quadro 2: Pares de palavras e expressão nominal de maiores coocorrências

Pares	Valor de coocorrência
definição – alguma coisa	19
conceito – definição	5
definição e científico	4

Fonte: Elaborado pelos autores (2023)

12

Das 46 respostas, 19 usaram a palavra *algo* ou a expressão nominal *alguma coisa* nesses tipos de relações. Nos textos abaixo, estão explicitadas algumas respostas desse tipo:

Algo que explica, fundamenta, um fenômeno (licenciando 21, 2023).

[...]

Consiste em uma descrição sobre *algo* desenvolvido por uma comunidade que desenvolve pesquisas/estudos sobre tal tema/ assunto (licenciando 23, 2023).

[...]

É quando existe uma ideia por meio de *alguma coisa*, ou seja, quando se tem uma opinião sobre alguma coisa (licenciando 37, 2023).

[...]

Conceito é um conjunto de palavras elaboradas para caracterizar e/ou dar significado há *algo* (licenciando 40, 2023).

Ao se referirem aos conceitos científicos como “*algo*” ou “*alguma coisa*”, os licenciandos não os relacionam com o que é um conceito, no sentido da lógica dialética, como uma imagem da realidade rotulada por signos

específicos, não de um objeto, fenômeno ou processo, mas de um conjunto ou classe que compartilham propriedades e relações essenciais e são resultado, entre outros, de processos de generalização teórica da atividade científica dos químicos (Núñez; Pereira; Barros, 2024). Essa ausência diz respeito a uma dada compreensão epistemológica dos licenciandos sobre a natureza do conhecimento científico e sua produção. No geral, considera-se que os conceitos construídos pela ciência correspondem a uma classe “especial” de conceitos abstratos, devido a seu caráter geral e a sua impossibilidade de percepção direta, pois muitos deles correspondem a entidades teóricas.

A ideia do conceito como algo, como uma coisa, é sustentada por professores como argumenta Taber (2019). Para ele, um conceito é uma ideia por meio da qual um objeto é representado, como um sinal imediato deste, sendo uma referência direta ao objeto real, em consonância com os conceitos empíricos, conforme o entendimento de Davidov (1998). Dessa forma, tem-se uma referência à coisa, a algo de maneira representativa e substitutiva, passando o objeto a existir para a inteligência bem como a ser pensado. No entendimento do autor, o conceito representa e substitui a coisa no nível da inteligência. Nesse caso, segundo Taber (2019), trata-se de um conceito empírico.

De acordo com os fundamentos lógico-cognoscitivos da EHCP, uma característica de um conceito é ser uma imagem mental de uma classe de objetos como forma do pensamento lógico (Talízina, 2023). No caso dos conceitos científicos ensinados na escola, eles são resultado de processos de generalização teórica (Davidov, 1998), de forma a expressar, segundo a lógica dialética, a essência da classe, e não apenas o comum externo, própria da generalização empírica. Não obstante, essa análise exige um maior aprofundamento no sentido de se conhecer o significado de “algo” para os licenciandos.

Como foi constatado nas respostas, não há o estabelecimento de relações entre a palavra *algo* ou a expressão nominal *alguma coisa* e as palavras *representação*, *pensamento*, *essência*, *generalização* e *lógica dialética*. O fato de os licenciandos não estabelecerem uma relação com os conceitos científicos, mais especificamente com a expressão nominal *representação mental*, pode sinalizar um certo realismo ingênuo, no dizer de Gilmanshina (2008), no tocante ao conhecimento dos licenciandos sobre o que são conceitos químicos. Isso pode se manifestar nas atividades elaboradas por eles

nas aulas de Química com consequências negativas para a educação científica dos estudantes.

Na EHCP, esse tipo de representação dos licenciandos pode interferir no ensino de conceitos científicos da Química na escola, uma vez que se singulariza o conceito, ao ser reduzido a algo ou alguma coisa ou a uma certa forma “substancializada”, algo concreto. Esse entendimento dos licenciandos pode estar permeado por uma visão ontológica que os leva a confundir o conceito (enquanto imagem) com um objeto da classe que representa. Sendo assim, o conceito, não podendo ser uma imagem sensorial concreta, é, antes de tudo, uma imagem abstrata que é plasmada pelo pensamento em estreita relação com as palavras e a linguagem. É, portanto, uma imagem generalizada que tem em si, não as características de algum objeto isolado, mas as características de toda uma classe de objetos.

Em relação ao conceito científico (nesse caso, o químico), como uma forma de pensamento, não aparece, nas respostas, a ideia de que os conceitos estabelecem novas relações as quais permitem novos conhecimentos, como juízos e raciocínios, conforme é destacado na lógica dialética.

É interessante perceber, com certa frequência, o estabelecimento da relação entre *definição* e *alguma coisa*. Isso pode ser explicado devido ao fato de os licenciandos entenderem o termo conceito como sendo a *definição* de *algo* (*alguma coisa*), como se expõe nas respostas a seguir:

É uma *definição* estabelecida à respeito de *algo* concreto e/ou abstrato (licenciando 11, 2023).

[...]

É a *definição* teórica sobre *algo* (licenciando 13, 2023).

[...]

O conceito trata-se de uma *definição* sobre *algo* (licenciando 16, 2023).

Nas respostas dos licenciandos, o termo *definição* aparece em 28 coocorrências, segundo o Quadro 2. De acordo com a lógica dialética, diferencia-se o conceito de sua definição. Núñez e Bandeira (2024) e Núñez e Silva (2020) chamam a atenção para o fato de pessoas, incluindo professores, confundirem o que são conceitos (entendidos como formas de pensar) com as operações lógicas do pensamento, como a definição, e ensinam

conforme esse erro, desconsiderando que esta permite apenas revelar o conteúdo do conceito, e não sua totalidade.

O conceito, como explica Núñez e Silva (2020), é uma forma do pensamento abstrato e reflete os aspectos essenciais de uma classe de objetos. A definição é uma operação lógica que revela o conteúdo do conceito e estabelece a significação deste por intermédio da linguagem verbal, garantindo a sua precisão. O conceito é um reflexo mental, e a definição é sua formulação verbal. O professor de Química deve ter consciência das especificidades do conceito químico e da diferença entre essa forma de pensar e uma ou outra operação do pensamento, como a definição.

Reduzir o conceito à sua definição, ao que parece, pode estar associado a processos de memorização do significado do conceito, e não a processos de pensamento mais elaborado. =

Vários estudos, como os de Travieso e Hernández (2017) bem como os de Núñez e Silva (2020), mostram essa dificuldade, não só de estudantes dos níveis básicos e universitários como também de professores. No entendimento de Núñez e Silva (2020), alguns professores incluem, em suas aulas, formas de pensar, como as operações lógicas, e, entre elas, a definição de conceitos, mas muitos as desenvolvem de forma errônea, desconhecendo as relações lógicas existentes entre conceitos e sua definição. Essa situação pode estar, em certa medida, associada à pouca atenção que se dá, na educação científica, à natureza dos conceitos científicos quando se centra a atenção nas fórmulas matemáticas, nos falsos problemas, na reprodução das definições dos conceitos, como argumenta Oviedo e Perez (2018).

De forma geral, pode-se afirmar que, no núcleo das representações dos licenciandos sobre o que é um conceito científico, no contexto de ensino de química, está a ideia de este ser alguma coisa a qual relacionam com a definição.

Na segunda questão da prova pedagógica, os licenciandos deviam definir um conceito da Química, o que possibilitou revelar conhecimentos sobre a temática em questão. No Quadro 3, são apresentadas as categorias das análises das respostas que mais apareceram. Percebe-se que 39,1% dos licenciandos definem, de forma correta, um conceito da química, o que significa que respondem a conceitos claros, adequados e distintos. No entanto, na resposta de 13,0%, a definição está incorreta segundo a forma lógica, e

na de 32,6%, em relação aos conteúdos da Química. Já 15,2% não definem um conceito, mas fazem referência a uma lei ou a um princípio das ciências, que constituem sistemas mais complexos de conceitos químicos.

Quadro 3: Definição do conceito

Categorias de resposta	Percentual
Correto (adequado, claro, distinto)	39,1
Incorreto (em relação à forma lógica)	13,0
Incorreto (em relação ao conteúdo da Química)	32,6
Não define um conceito	15,2

Fonte: Elaborado pelos autores (2023)

16

Importante destacar que os conceitos definidos corretamente se restringem a um conteúdo específico (número de características essenciais) e também foram expressos com simplicidade linguística (embora sejam claros, adequados e distintos) na explicitação de sua estrutura lógica. Entre os que foram apresentados, não há nenhum conceito estruturante da Química. As que mais apareceram foram definições dos conceitos de base, de massa e de ácido, como o exemplo a seguir.

Ácido de Arrhenius. Um ácido é uma substância capaz de aumentar a concentração do ion H^+ no meio aquoso (licenciando 7, 2023).

Nesse exemplo, constata-se clareza, por se ter uma imagem mental em que estão presentes todas as características essenciais da classe que representa como também por ser possível identificar qualquer ácido incluído nessa classe. O critério de distinção está presente nessa definição por ela discriminar bem as características que são essenciais ao conceito referido.

Foram considerados conceitos incorretos segundo a lógica, aqueles que, fundamentalmente, não apresentavam definições corretas e, por isso, conseqüentemente, não eram claras nem adequadas. Além disso, evidenciou-se que os licenciandos elaboraram textos simples, nos quais se incluíram características necessárias e suficientes da definição assim como outras não

essenciais à classe em questão. Dois exemplos desses conceitos incorretos são:

Ciência que estuda os fenômenos da natureza. Contribui para elucidar a composição da matéria, seus benefícios e manuseio (licenciando 36, 2023).

[...]

Ligações químicas: são interações estabelecidas entre dois ou mais átomos para formarem moléculas, ou no caso de ligações iônicas ou metálicas agregados atômicos organizados de forma a constituírem a estrutura básica de uma substância (licenciando 46, 2023).

Os dados ratificam uma dada incompreensão do que é um conceito científico sob o referencial no qual nos apoiamos para as análises. Ao se incluírem características não essenciais para definir um conceito químico, os licenciandos desconsideram a ideia de o conceito científico revelar a essência da classe que representa, e não o comum ou o geral, conforme a lógica dialética.

As definições incorretas em relação aos conteúdos da Química, apresentadas por 32,6% dos licenciandos, dizem respeito a erros conceituais, ou seja, conteúdos incompatíveis com o conhecimento da Química como disciplina científica. São exemplos dessas definições:

Energia de ionização é aquela necessária para retirar um elétron de um átomo gasoso (licenciando 28, 2023).

[...]

Matéria é tudo o que tem massa e ocupa um lugar no espaço (licenciando 34, 2023).

Os conceitos científicos devem ser claros, adequados e distintos, pois disso depende a compreensão compartilhada de seus significados assim como o rigor e a objetividade no marco teórico aos quais pertencem. Observam-se, nessas definições, erros conceituais amplamente destacados por diversos estudos, dentre eles os de Gilmanshina (2005b), tais como afirmar que um átomo está no estado gasoso e confundir matéria com substância.

No caso de 15,2% dos licenciandos, confunde-se o conceito com uma lei ou um princípio, e, dessa forma, apresentam falta de clareza quanto

à natureza epistemológica, o que revela dificuldades na compreensão do conhecimento da Química como ciência. Essa situação tem sido assinalada por vários estudos que revelam as dificuldades de estudantes e professores na compreensão das ciências e sua natureza assim como da natureza epistemológica dos conceitos (Taber, 2019). Ao confundirem, no sentido da lógica, o conceito, como forma básica do pensamento lógico-verbal, com os conceitos de lei ou de princípio científico, constata-se um erro do tipo lógico, uma vez que desconsideram o *status* epistemológico e as relações entre o conceito, a lei e o princípio científico na Química. Isso se manifesta nas respostas a seguir:

Lei da conservação da massa: toda matéria presente nos reagentes, é conservada nos produtos (licenciando 41, 2023).

[...]

O princípio da incerteza, diz que se você souber a velocidade do átomo, não tem como saber sua localização e vice versa (licenciando 8, 2023).

18

Com a terceira pergunta da prova pedagógica, objetivamos conhecer, na opinião dos licenciandos, quando se pode afirmar que os estudantes têm domínio de um conceito científico no contexto da aprendizagem, nas aulas de Química. As análises das respostas podem contribuir para entender o conhecimento de licenciandos sobre o que é um conceito químico e, quando, de certa forma, o relacionam com suas funções no ensino. No quadro 4, apresentam-se as categorias mais encontradas nas respostas dos licenciandos.

Quadro 4: Quando o estudante tem domínio do conceito científico

Categoria de resposta	Percentual
Quando utiliza o conhecimento na prática	39,1
Quando define o conceito ou o caracteriza	21,8
Quando resolve problemas	21,7
Quando pode explicar o conceito ou fenômeno	19,5
Quando identifica o conceito	4,3
Quando associa o conceito com palavras	4,3

Fonte: elaborado pelos autores (2023)

Observa-se, no quadro 4, que, para 39,1% dos licenciandos, o estudante se apropria do conceito científico quando o utiliza na prática, não obstante, pelas respostas limitadas, não aprofundam o sentido da prática nessa aplicação. Essa visão está muito presente nas ideias de muitos professores, como argumentam Oviedo e Perez (2018). A tendência, nesse sentido, é associar a aprendizagem do conceito com sua aplicação sem relacioná-la ao desenvolvimento de formas do pensamento científico, o qual, por sua vez, é uma fonte privilegiada que propicia o desenvolvimento integral do estudante, segundo Galperin (2023). Para 19,5% dos licenciandos, a apropriação conceitual ocorre quando se é capaz de explicar o conceito, e, para 21,8%, quando se sabe definir o conceito.

Em relação ao domínio do conceito, quando se é capaz de defini-lo, é importante destacar que, na EHCP, não é desejável apenas essa operação lógica do pensamento, considerada uma das etapas nos processos complexos do pensamento com conceitos científicos. Quando esse processo se detém na definição, como alerta Vigotsky (2009, p. 54): “[...] o conceito é retirado de sua relação natural, em forma estagnada, fora do vínculo com os processos reais de pensamento em que surge, é descoberto e vive”. No mesmo sentido, Núñez e Silva (2020) têm discutido, amplamente, ser a definição do conceito científico uma etapa inicial de sua apropriação pelos estudantes, no qual se estabelece o conteúdo e a sua estrutura. Posteriormente, o conceito deve integrar-se ao conteúdo do pensamento na abordagem e resolução de situações-problema, como destaca Galperin (2023).

Portanto, dominar um conceito não é só conhecer e reproduzir sua definição ou a linguagem verbal pela qual ele se expressa, como destaca Hedesa (2014), mas é também compreendê-lo ao aplicá-lo, de forma consciente, na solução de tarefas do tipo produtivas ou criativas, o que exige pensar com o referido conceito. Nessa direção, Leontiev (2021) alerta para o fato de se dominar um conceito quando se sabe agir conceitualmente com ele, ou seja, a prática é conceitual.

Do total dos licenciandos, 21,7% associam o domínio do conceito à resolução de problemas. Não se observam, nas respostas, informações que possibilitem uma melhor compreensão do que significa para eles resolver um problema. Consequentemente, as respostas ficam no plano do declarativo, sendo esse resultado objeto de exploração em outras pesquisas.

Para ilustrar as análises anteriores, apresentam-se algumas das respostas dos licenciandos:

Quando o estudante demonstra que sabe aplicar o conceito visto em uma situação, resolvendo um problema. A partir daí, vemos que ele não decorou o conceito, mas aprendeu e pode utilizá-lo com uma finalidade (licenciando 21, 2023).

[...]

A partir do momento que o aluno define o conceito e apresenta suas aplicações com segurança (licenciando 8, 2023).

[...]

Quando o aluno consegue reproduzir com suas palavras o que foi ensinado (licenciando 3, 2023).

Constata-se, nas categorias estabelecidas e nas respostas dos licenciandos a ausência de referências ao domínio de conceitos relacionados com o desenvolvimento do pensamento químico dos estudantes como sendo capaz de contribuir com a formação da personalidade integral, algo essencial no enfoque da EHCP. Nesse enfoque, entende-se que, com a apropriação dos conceitos, formam-se e se desenvolvem também modos qualitativamente diferentes de pensar e de agir com eles no sentido evidenciado por Vigotsky (2009). A aprendizagem de conceitos científicos pelos estudantes, no contexto escolar, implica a capacidade de dar sentido a eles, segundo os significados estabelecidos pelas ciências, de compreendê-los bem como de generalizá-los, o que, por sua vez, leva ao estabelecimento de novas relações com outros conceitos científicos, num entramado de relações complexas de significados.

Conforme Hedesa (2014), dominar um conceito químico é utilizá-lo não só para estabelecer novas relações conceituais (raciocínios químicos), derivadas e opostas para a análise, mas também para explicar fenômenos concretos, numa transição do abstrato ao concreto, o que não aparece nas respostas dos licenciandos.

Considerando os conceitos químicos como formas de pensamento químico na elaboração de juízos e raciocínios da Química, constata-se, nas respostas, a ausência desses aspectos quando se referem ao domínio do conceito químico pelos estudantes. Sob a lógica dialética, esse é um aspecto importante na compreensão do que é um conceito químico pelos professores

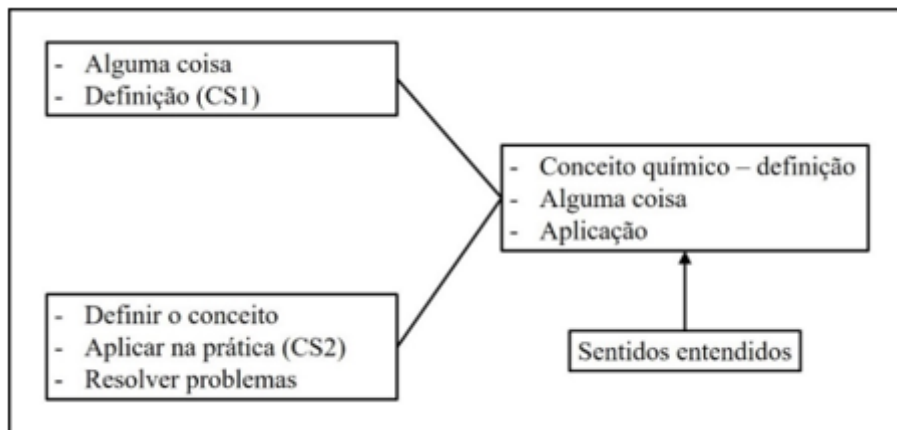
dessa disciplina. Resultados desse tipo têm sido obtidos por autores como Taber (2019), Núñez e Silva (2020), Núñez e Bandeira (2024), os quais atribuem essa situação a um ensino não explícito e nem consciente do pensamento lógico (formal e dialético), na formação de professores de Química.

Nas respostas, não há menção aos processos de elaborar novos conceitos (conhecimentos) como via de se aprender conteúdos novos. É revelado, essencialmente, o aspecto da aplicação dos conceitos. Percebe-se que os licenciandos separam a aprendizagem dos conceitos científicos de sua aplicação, o que, de certa forma, exclui a relação entre o surgimento dos conceitos científicos nos processos de resolução de problemas e evidencia a ideia errônea, no sentido epistemológico, de que os conceitos surgem primeiro e os problemas depois, para eles serem aplicados posteriormente, como explica Talízina (2023). O conhecimento dessa relação é um elemento importante na compreensão epistemológica das ciências com implicações para seu ensino.

Por fim, na prova pedagógica, foi indagado aos licenciandos se, durante a formação, em alguma das disciplinas (componentes curriculares) da formação, foram discutidos os aspectos relacionados ao que é um conceito químico, sua natureza, sob alguma perspectiva. A resposta foi unânime: todos responderam que esse conteúdo não foi objeto de formação.

A fim de se inferir os sentidos mais presentes nas respostas dos licenciandos referentes ao que é um conceito químico no contexto de seu ensino, no contexto escolar, foram elaborados dois campos semânticos: CS1 (relacionado ao das representações) e CS2 (relacionado ao do conhecimento profissional), os quais foram triangulados, conforme explicitado na figura 03.

Figura 3: Campos semânticos dos sentidos dos licenciandos sobre o que é um conceito químico



Fonte: Elaborado pelos autores (2023)

22

Da triangulação das respostas apresentadas, pode-se inferir um sentido geral (que não exclui as singularidades menos presentes) inferido a partir dos sentidos atribuídos, pelos licenciandos, aos conceitos químicos, como sendo algo – alguma coisa, confundindo estes com a sua definição e aplicando-os em processos, com destaque para solução de problemas.

Conclusões

As análises das respostas dos licenciandos na prova pedagógica evidenciaram aspectos importantes em relação à compreensão epistemológica sobre conceitos químicos, no contexto de seu ensino na escola. As respostas revelaram que, no geral, eles não se referem aos conceitos como imagens mentais, e sim como *algo* ou *alguma coisa*. Um número significativo de licenciandos confunde o conceito com sua definição. Nas respostas, por sua vez, ficaram ausentes algumas questões relevantes, como as relações dos conceitos químicos com o pensamento químico dos estudantes.

Ficou evidente o fato de um reduzido número de licenciandos definir corretamente um conceito, segundo as exigências da lógica dialética, e de outros cometerem erros conceituais, de natureza lógica, e até de confundirem

conceito científico com lei ou princípio científico, o que pode ser revelador de conhecimentos epistemológicos e conceituais inadequados em relação ao referencial adotado da EHCP. Foi interessante observar que, no geral, atribuíram, de forma declarativa, à solução de problemas o indicador essencial da apropriação de conceitos pelos estudantes. Todos esses resultados evidenciam um certo desconhecimento das possibilidades da lógica dialética como referencial para as funções dos conceitos no pensamento químico.

Os resultados obtidos podem contribuir para que se considere a inclusão da EHCP, referente à natureza dos conceitos químicos, no currículo de formação de professores de Química, como um conhecimento profissional para o ensino e aprendizado dessa disciplina na educação básica.

Referências

CAMARGO, Brígido Vizeu; JUSTO, Ana Maria. IRAMUTEQ: a free software for analysis of textual data. **Temas em Psicologia**, Ribeirão Preto, v. 21, n. 2, p. 513-518, dez. 2013.

DAVIDOV, Vasili Vasiliévitch. **La enseñanza escolar y el desarrollo psíquico**. Moscou: Editorial Progreso, 1998.

GALPERIN, Piotr Yakovlevich. **Lectures on psychology**. Moscou: Series Classic University Textbook, 2023.

GILMANSHINA, Suriya Irekovna. **Aspecto didático da formação do pensamento científico e pedagógico de um futuro professor de química**. Metodologias para melhorar a formação do corpo docente. Kazan: Tat. Livro Editora, 2005a.

GILMANSHINA, Suriya Irekovna. **Pensamento profissional do professor de química e sua formação**: monografia. Kazan: Editora Kazansk, 2005b.

GILMANSHINA, Suriya Irekovna. **The development of professional thinking of future teachers through a competency-based approach**. Synopsis of doctoral dissertation. Kazan, 2008.

HEDESA, Ysidro Pérez. **Didáctica de la química**. La Habana: Editorial Pueblo y Educación, 2014.

ILIENKOV, Evald Vasiliévitch. **Lógica dialéctica**. Moscou: Editorial Progreso, 1977.

ILIENKOV, Evald Vasilievich. Our schools must teach how to think. **Journal of Russian and East European Psychology**, Moscou, v. 45, n. 4, p. 9-49, 2007.

LEONTIEV, Alexis Nikolaevich. **Atividade, consciência, personalidade**. Bauru: Mireveja, 2021.

LICENCIANDO 3. **Relato**. Natal (Rio Grande do Norte), 7 mar. 2023.

LICENCIANDO 7. **Relato**. Natal (Rio Grande do Norte), 7 mar. 2023.

LICENCIANDO 8. **Relato**. Natal (Rio Grande do Norte), 7 mar. 2023.

LICENCIANDO 11. **Relato**. Natal (Rio Grande do Norte), 7 mar. 2023.

LICENCIANDO 13. **Relato**. Natal (Rio Grande do Norte), 7 mar. 2023.

LICENCIANDO 16. **Relato**. Natal (Rio Grande do Norte), 7 mar. 2023.

LICENCIANDO 21. **Relato**. Natal (Rio Grande do Norte), 7 mar. 2023.

LICENCIANDO 23. **Relato**. Natal (Rio Grande do Norte), 7 mar. 2023.

LICENCIANDO 28. **Relato**. Natal (Rio Grande do Norte), 7 mar. 2023.

24

LICENCIANDO 34. **Relato**. Natal (Rio Grande do Norte), 7 mar. 2023.

LICENCIANDO 36. **Relato**. Natal (Rio Grande do Norte), 7 mar. 2023.

LICENCIANDO 37. **Relato**. Natal (Rio Grande do Norte), 7 mar. 2023.

LICENCIANDO 40. **Relato**. Natal (Rio Grande do Norte), 7 mar. 2023.

LICENCIANDO 41. **Relato**. Natal (Rio Grande do Norte), 7 mar. 2023.

LICENCIANDO 46. **Relato**. Natal (Rio Grande do Norte), 7 mar. 2023.

NÚÑEZ, Isauro Beltrán. O diagnóstico dos níveis de orientação da ação classificar: contribuições da teoria de P. Ya. Galperin. In: FEITOSA, Raphael Alves; SILVA, Solonildo Almeida (org.). Metodologias emergentes na pesquisa em ensino de ciências. Porto Alegre: Editora Fi, 2018.

NÚÑEZ, Isauro Beltrán; BANDEIRA, Francisco Assis. O conhecimento de licenciandos em Química sobre a habilidade lógica identificar: reflexões com base no Enfoque Histórico-Cultural. **Educação**, Santa Maria, v. 49, n. 1, p. 1-29, 2024.

NÚÑEZ, Isauro Beltrán; PEREIRA, Luiz Fernando; BARROS, Sandra Cristina Bezerra de. **Formação do pensamento conceitual como atividade cognoscitiva da personalidade no contexto escolar**: aproximações da Escola de P. Ya. Galperin. Goiânia: Phillos Academy, 2024.

NÚÑEZ, Isauro Beltrán; RAMALHO, Betania Leite. Learning, professional development and teacher personality: contributions of the historic-cultural approach. **Educação em Perspectiva**, Viçosa, v. 11, p. 1-14, 2020.

NÚÑEZ, Isauro Beltrán; SILVA, Sandro Damião Ribeiro. O conhecimento de futuros professores de química sobre o procedimento lógico de definir conceitos. **Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias**, Bogotá, v. 15, n. 2, p. 322-338, 2020.

OVIDO, Olga Luisa Armas; PEREZ, Francisco Abel Álvarez. El proceso de enseñanza-aprendizaje de los conceptos en Química y su contribución a la cultura científica de los estudiantes. In: CONGRESO INTERNACIONAL DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS. XV TALLER INTERNACIONAL SOBRE A ENSEÑANZA DE LA FÍSICA, 10. 2019. La Habana, 2018.

RATINAUD, Pierre; DEJEAN, Sébastien. **IRAMUTEQ** – Interface de R pour les Analyses Multidimensionnelles de Textes et de Questionnaires. Toulouse: Laboratoire LERASS, 2008.

TABER, Keith S. **The Nature of the Chemical Concept**. Re-constructing Chemical Knowledge in Teaching and Learning. London: The Royal Society of Chemical, 2019.

TALANQUER, Vicente. Assessing for Chemical Thinking. IN: SCHULTZ, Madeleine; SCHMID, Siegbert; LAWRIE, Gwendolyn A (eds.). **Research and Practice in Chemistry Education**. Singapore: Springer Nature Singapore Pte Ltd, 2019.

TALÍZINA, Nina Fiódorovna. **Pedagogical psychology**. Moscou: Yurayt Publishing House, 2023.

TRAVIESO, Dayana Valdes; HERNANDEZ, Adela Dias. El desarrollo del pensamiento lógico através del proceso enseñanza-aprendizaje. **Revista Cubana de Educación Superior**, La Habana, v. 36, n.1, p. 53-68, abr. 2017.

VOLKOVA, Elena Veniaminovna. **O universal do desenvolvimento das estruturas cognitivas do conhecimento químico e das habilidades químicas**. Yekaterinburg: Editora da Universidade de Ural, 2018.

YVGOTSKI, Lev Semionovitch. **A construção do pensamento e da linguagem**. 2. ed. Tradução Paulo Bezerra. São Paulo: Editora Martins Fontes, 2009.

Prof. Dr. Isauro Beltrán Núñez

Universidade Federal do Rio Grande do Norte (Brasil)

Programa de Pós-graduação em Educação

Coordenador do Grupo de Estudos sobre o Sistema de Formação Planejada das Ações
Mentais e dos Conceitos

Orcid id: <https://orcid.org/0000-0003-3224-4694>

E-mail: isauobeltran@yahoo.com.br

Ms. Luiz Fernando Pereira

Doutorando no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática

Universidade Federal do Rio Grande do Norte (Brasil)

Secretaria de Estado da Educação, da Cultura, do Esporte e do Lazer do Rio Grande do
Norte (Brasil)

Grupo de Estudos sobre o Sistema de Formação Planejada das Ações Mentais e dos
Conceitos

Orcid id: <https://orcid.org/0000-0003-2247-3717>

E-mail: luizfernandoifrn@hotmail.com