

Diagnóstico do nível de desenvolvimento da orientação de uma ação, em Química Geral, com futuros professores: contribuições da Teoria de P. Ya. Galperin¹

Diagnosis of the development level of an orienting basic of action, in general chemistry, with future teachers: contributions from P. Ya. Galperin theory

Isauro Beltrán Núñez

Betânia Leite Ramalho

RESUMO

O artigo apresenta resultados de um estudo cujo objetivo foi caracterizar a base orientadora da ação “explicar propriedades das substâncias e de materiais” com licenciandos de Química. O diagnóstico e a caracterização da orientação inicial da ação são condições necessárias para sua formação ou atualização segundo a teoria de P. Ya. Galperin, que compreende a aprendizagem como internalização da orientação da nova ação ou de conceitos que permite ao estudante planejá-la, executá-la e regulá-la, segundo etapas planejadas pelo professor. Para tanto, usou-se de uma Prova Pedagógica e as respostas dos licenciandos foram comparadas com o modelo do Esquema da Base de Orientação Completa da Ação definida pelo professor. Os resultados revelaram dificuldades na compreensão sobre a ação em estudo, para explicitar de forma consciente o que é a ação e sua estrutura operacional, o que se revelou numa orientação limitada na solução de uma tarefa que demandava a ação “explicar propriedades das substâncias e de materiais”.

Palavras chaves: Base Orientadora da Ação. Ensino de Química. Teoria de Galperin.

ABSTRACT

The article presents results of a study whose objective was to characterize the guiding base of the action "explain properties of substances and materials" with chemistry graduates. The diagnosis and characterization of the initial orientation of the action are necessary conditions for its formation or updating according to the theory of P. Ya. Galperin, who understands learning as the internalization of the orientation of the new action or concepts that allows the student to plan, execute and regulate it according to steps planned by the teacher. For that, the study applied a Pedagogical Test and the graduate answers were compared with the teacher's Schema for Complete Orienting Basis of Actions. The results revealed difficulties in understanding the action under study, in order to consciously explain what the action and its operational structure were which was revealed in a limited orientation in the solution of a task that demanded the action "explain properties of substances and materials".

Keywords: Orienting Basics of Action. Teaching of Chemistry. Theory of Galperin

¹ Apoio financeiro CNPQ.

¹ Doutor em Ciências Pedagógicas pela Universidade de Habana (1992). Professor Titular do Centro de Educação - UFRN. E-mail: isaurobeltran@yahoo.com.br.

¹ Doutora em Ciências da Educação pela Universidade Autônoma de Barcelona (1993). Professora Titular do DPEC/UFRN. Brasil. E-mail: betania.ramalho@terra.com.br.

1 Introdução

Na atividade da aprendizagem no contexto escolar, os estudantes precisam elaborar representações sobre suas ações para interagirem e se apropriarem dos objetos do conhecimento, algo que geralmente não se considera na atuação de muitos professores, a qual é pautada nas práticas tradicionais de ensino, como explica Talízina (2000). Para a autora, isso se relaciona à pouca atenção dada ao aspecto operacional da psique, pois há uma preocupação maior com o conteúdo dos conceitos quando a formação destes implica não só construir uma imagem especial, como também as ações nas quais são assimilados e se formam.

Ao criticar o ensino considerado tradicional de base behaviorista, Galperin, Zaporózhets e Elkonin (1987) afirmam como limitação dessa perspectiva de ensino o desconhecimento do autêntico conteúdo do processo pelo qual se realiza a assimilação de conhecimentos, capacidades e hábitos. Para esses autores, o mecanismo geral da assimilação, nessa perspectiva, é a formação de conexões condicionadas, que têm lugar apenas nos casos de reforço da reação através de uma tarefa objetiva que a ela responde. Galperin (2001a), ao considerar o papel da orientação da ação que o estudante deve realizar na aprendizagem, refere-se ao ensino tradicional destacando também o fato de os professores, muitas vezes, limitarem-se a explicitar os objetivos da atividade, no momento inicial, como parte de uma suposta motivação e, pela via da exposição verbal, disponibilizar para os estudantes, de forma “pronta”, uma dada representação das tarefas sem que eles possam elaborar a compreensão adequadas destas.

No entendimento de Galperin (2014), a questão da orientação dos sujeitos como parte de sua atividade mental é um dos problemas mais complexos dos estudos da Psicologia. Galperin (2011b) considera que a orientação, ou bases orientadoras, que o sujeito elabora sobre a ação que deve realizar tem um papel decisivo em qualquer atividade e comunicação humana, em especial, durante o processo de ensino-aprendizagem. A orientação que elaboram os estudantes sobre suas ações, que permite antecipar, planejar, realizar e controlar as ações na

aprendizagem no contexto escolar, tem sido objeto de estudo de diversos pesquisadores nas áreas de Didática Geral e do Ensino de Ciências.

No ensino das Ciências Naturais, as bases orientadoras das ações que os estudantes devem aprender têm sido estudadas como ferramentas mediadoras nos processos da aprendizagem, a partir das ideias de Galperin (1982) e Talízina (2000). Os trabalhos de Prat e Izquierdo (2000) discutem as bases orientadoras como recursos para habituar os estudantes a antecipar e planejar ações de elaboração de textos escritos com estudantes do ensino médio. Nesse mesmo sentido, Jorbas (2000) as usa para a formação de habilidades cognitivo-linguísticas nos casos de estudantes e professores. Karpov (2013) constatou um aumento na motivação e nas aprendizagens dos estudantes do ensino fundamental que resolviam as tarefas segundo uma dada orientação da ação, elaborada de forma compartilhada, o que garantia uma melhor compreensão e a aplicação das aprendizagens. Constatou, também, que os professores preparados para ensinar desse modo avaliavam como muito positiva essa forma diferente de ensinar.

Os estudos de Pereira e Núñez (2017) com estudantes universitários mostraram como as aprendizagens baseadas na compreensão consciente de bases orientadoras na formação da habilidade de interpretar gráficos em Química promovem maior sentido às aprendizagens e maiores potencialidades de transferência a situações novas. Semelhantes resultados foram obtidos por Mendoza *et al.* (2016) com estudantes universitários, no ensino de conteúdos da Química, a partir da perspectiva da Teoria de Galperin.

Diversos trabalhos, como os de Núñez e Ramalho (2015a), apontam para a importância de o profissional docente conhecer as orientações de que dispõem os estudantes sobre as ações a serem formadas, o que, na sua essência, é uma condição necessária para o ensino e para a aprendizagem. Em todas essas pesquisas, evidenciou-se que o processo de formação ou de atualização de uma habilidade, enquanto ação da qual o estudante deve ter domínio, é precedido pela identificação e pela caracterização da base orientadora dessa ação de que dispõe cada estudante.

Talízina (2000) considera que a atividade cognoscitiva dos estudantes não é algo amorfo, mas sim um sistema de ações determinadas e de conhecimentos que se incluem nelas, o que implica a necessidade de a atividade cognoscitiva ser formada conscientemente, considerando a estrutura das ações. Aprender a ensinar como explicar, como habilidade para a apropriação de conteúdos na Química, impõe o conhecimento profissional dos professores sobre a estrutura dessa ação e sobre as etapas de sua formação, nas quais a orientação, ou a compreensão que têm os que aprendem, é elaborada ou reelaborada, num processo didaticamente planejado.

Neste trabalho, apresentamos uma discussão sobre o diagnóstico das bases de orientação de estudantes de um curso de licenciatura em Química, da ação “explicar propriedades de substâncias e materiais”, tomando como referência um Esquema de Base Orientadora Completa da Ação (EBOCA) enquanto conhecimento profissional desejado para o ensino.

A formação da habilidade “explicar propriedades físicas das substâncias e dos materiais” se constitui uma ação adequada para a assimilação dos conteúdos de estrutura atômica, ligação química, tabela periódica e estrutura e propriedades físicas das substâncias e dos materiais, de forma a integrar esses conteúdos numa ação que permita a solução de um conjunto de situações-problemas vinculadas a perguntas gerais, tais como: por que existe uma grande variedade de substâncias e materiais? Por que as substâncias e os materiais apresentam determinadas propriedades físicas que permitem sua identificação e aplicações diversas (Hedesa, 2014)? Que tipo de estrutura química se deve criar para se ter uma substância ou material com uma propriedade física desejada (Núñez; Ramalho, 2015b)?

2 A orientação da ação como condição necessária à aprendizagem segundo a teoria de P. Ya Galperin

As investigações de P. Ya. Galperin tinham como uma das preocupações estudar as condições que o professor deve criar para favorecer a formação das imagens mentais e dos conceitos segundo etapas planejadas de formação, sendo a

ação de orientação uma categoria estruturante de sua teoria. De acordo com Núñez e Ramalho (2015b), o Programa de Pesquisa de Galperin toma como pressupostos as ideias: sobre a mediação, a internalização das ações externas em internas e o da Zona de Desenvolvimento Próximo de L. S. Vygotsky; e da atividade humana e sua estrutura, essencialmente, de A. N. Leontiev. Essas concepções são tomadas sob os fundamentos filosóficos do materialismo dialético e histórico.

Como se destaca na teoria de Galperin, um objetivo da aprendizagem é o desenvolvimento de ações mentais de orientação que garantam a qualidade de habilidades, hábitos e novos conhecimentos, segundo determinados indicadores definidos nos objetivos. Conforme Galperin (2001d, p. 85), aprendizagem é “toda atividade que resulta na formação de novos conhecimentos e habilidades em quem aprende, ou a incorporação de novas qualidades aos conhecimentos e habilidades que já se possuem”. Esse autor explica que a aprendizagem se produz quando o estudante elabora ou reelabora uma base orientadora como modelo mental da ação que permite planejar, resolver e autorregular a solução correta de situações-problema, dentro dos limites de generalização definidas, assim como poder transferir as aprendizagens para outras situações fora dos referidos limites. Isso se insere no compromisso com o desenvolvimento integral da personalidade dos estudantes.

A aprendizagem humana implica a assimilação dos conhecimentos em união indissolúvel com as ações, de forma ativa e mediada, e transita por várias etapas: a de orientação; a das formas externas com apoio materializado ou material; a de forma colaborativa e com a ajuda dos mais experientes, com apoio da linguagem externa; a da forma de ações mentais que orientam a realização, no plano mental, de ações objetivas de forma autônoma. Conseqüentemente, o diagnóstico e a caracterização inicial das orientações para a formação da nova ação, que os estudantes dispõem no plano mental, instituem-se numa etapa do processo de ensino.

Em conformidade com a teoria de assimilação de Galperin (2001a), a formação de uma nova ação mental e de conceitos é um processo de internalização, segundo determinados indicadores de qualidade, que se produz

por etapas, do plano externo (materializado) para o plano mental. Esse processo, baseado nas ideias sobre a internalização, o caráter social e o papel da linguagem na aprendizagem, de Vygotsky, assim como nas sobre a atividade, de Leontiev, é favorecido quando segue um conjunto de etapas devidamente planejadas pelos professores.

Baseado na Teoria de A. N. Leontiev, Galperin (1982) considera que a ação está formada por componentes estruturais e funcionais: os componentes estruturais da ação compreendem seus objetivos, os motivos, as operações, o processo e o sujeito que a realiza; os componentes funcionais da ação compreendem a orientação, a execução e o controle, os quais se encontram inter-relacionados. Em face de uma situação-problema que exige de uma nova ação, ou de uma ação que deve ser aplicada de uma nova maneira, embora não seja nova, o primeiro que uma pessoa faz é orientar-se para a procura de respostas. Para dominar uma nova ação, é necessário partir de uma representação, de um modelo que permita planejar e realizar a ação. A orientação é uma etapa inicial no processo de solução de novas tarefas e, para Galperin (2001b), toda ação humana se realiza com base em algum tipo de orientação.

A orientação, ou Base Orientadora da Ação (BOA), segundo Galperin (2001a), constitui a instância diretiva e, fundamentalmente, dela depende a qualidade da execução e da regulação desse processo. É a representação que o sujeito tem da ação e do conjunto de condições necessárias para uma realização com sucesso. De acordo como Galperin (2001c), a Base Orientadora da Ação articula a imagem da ação com a do meio no qual se realiza, num elemento estrutural único que possibilita planejar, executar e regular a ação.

Enquanto representação mental, a orientação da ação permite planejar e acompanhar a execução da ação, de acordo com um dado modelo mental, possibilitando as correções necessárias. A execução permite as transformações do objeto da ação (ideal ou material) pelo sujeito, segundo a orientação, realizando as operações necessárias e os conhecimentos necessários. Por sua vez, o controle se dirige ao acompanhamento e à autorregulação da ação ao serem comparados os

resultados parcial e final com o modelo da ação definido na orientação, para que sejam feitas as correções necessárias.

Esses momentos são interdependentes, e a orientação é a que determina a qualidade da realização da ação e de seu controle, os quais, por sua vez, possibilitam o aperfeiçoamento da orientação e da execução. Na compreensão de Galperin (2001b), a essência da atividade mental radica no fato de ser ela uma atividade de orientação. A base orientadora é um modelo da ação, um modelo para o pensamento, vinculada ao conceito de atividade. Ela não é estática, pois, no próprio desenvolvimento da atividade, ela se reconfigura, atualiza-se e se integra a outras representações mentais em função das novas experiências do estudante. É elaborada quando este tem uma necessidade, um desejo de ter uma nova imagem compreensiva e com sentido pessoal, de uma forma racional, de uma nova ação, que pode conduzir à satisfação da necessidade em questão (solução com sucesso de uma nova tarefa ou situação-problema). A base orientadora da ação deve ser estruturada na base de três modelos integrados: o modelo do objeto (o que é a ação, uma dimensão conceitual), o modelo da ação (que representa o sistema das operações necessárias à execução da ação, possibilitando a transformação do objeto da ação) e o modelo do controle (no qual se explicitam os critérios para o acompanhamento, o controle e a correção da execução).

Considerar o lugar da orientação na Teoria de Galperin permite evidenciar que, para ele, a aprendizagem e a formação de uma habilidade, ou sua atualização, são um processo no qual o estudante elabora e reelabora sua base de orientação, conscientemente, em situação de comunicação e interação com os outros, na Zona de Desenvolvimento Próximo (ZDP). Ou seja, quando em face de novas tarefas ou situações-problema, o estudante sabe representar os objetivos, antecipar e planejar sua ação para solucioná-las, e dispõe de critérios para monitorar e autorregular a aprendizagem. Esta representa a internalização de uma orientação externa, socialmente construída, para uma orientação interna, no plano mental, que lhe permite resolver as situações-problema com autonomia intelectual.

Na interação com os conteúdos, como ferramentas culturais e objeto de assimilação, não é suficiente incluir o estudante em interações inespecíficas, espontaneístas. Faz-se necessário guiar os estudantes na elaboração de atividades adequadas que, como referências, proporcionem bases orientadoras que permitam o seu desenvolvimento psicológico. Há muitas variantes de base orientadora da ação, e todas têm uma determinada importância, mas o professor deve destacar qual pode ser uma referência com potencial que contribua à solução de um amplo número de tarefas e que tenha um alto poder de transferência a novas situações. Embora os estudantes possam elaborar diversas orientações para uma dada ação, nem todas são adequadas e eficientes. Nesse sentido, Galperin (1992) introduz o conceito de Esquema da Base Orientadora Completa da Ação (EBOCA) como uma referência do professor para o ensino e dos estudantes para a aprendizagem.

Enquanto a BOA é a orientação real do estudante, subjetiva, o EBOCA é a base de orientação desejada e estruturada pelo professor e a base de orientação materializada, esquematizada pelo estudante, que contém as condições essenciais para a adequada execução da ação e o controle. Esses tipos de esquemas são orientações externas, tanto dos professores como dos estudantes, em relação aos objetivos das disciplinas. O EBOCA é um esquema externo que ajuda na elaboração ou na reconfiguração da base orientadora de cada estudante, para se constituir numa ferramenta de reflexão nesses processos. O EBOCA, semelhantemente à BOA, estrutura-se com base em três modelos: o do objeto (o que é a ação), o da ação (a estrutura de operações da ação) e o de controle e regulação da ação. Essa ideia se sustenta na concepção da união indissociável entre conceito e ação, que permite uma melhor compreensão da ação necessária para aprender. Trata-se de uma “ferramenta intelectual”, em termos das ideias de Vygotsky, que pode se constituir em ferramenta psicológica de orientação da ação.

No EBOCA, o modelo mental materializado da ação contém a estrutura racional e invariante do sistema de operações da ação, o que chamamos invariante operacional (IO). É necessário conhecer a IO para caracterizar seu

domínio em função dos níveis de sua sistematização. O EBOCA fornece aos estudantes uma ferramenta cultural para a generalização teórica, que permite a compreensão de um conjunto de situações ou de um dado domínio do conhecimento que define seus limites de aplicação ou o grau de generalização. Essa é uma condição essencial para a formação de ações mentais e dos conceitos com alta possibilidade de transferência às novas situações-problema. Na base do conteúdo do EBOCA, o estudante pode refletir sobre o que já sabe, sobre o que é capaz de fazer e sobre o que ainda deve aprender e, assim, planejar essa aprendizagem. Graças ao EBOCA, o estudante pode dirigir sua atividade de aprendizagem para os objetivos definidos e tomar consciência de seu processo de aprendizagem, o que se constitui uma estratégia metodológica e de regulação e autorregulação da aprendizagem.

O EBOCA, como ferramenta social mediadora da elaboração da orientação para ação, possibilita conferir um caráter negociado ao processo, numa dialética entre o individual e o coletivo. Assim, permite a cooperação, uma vez que admite compartilhar uma orientação que resultou da reflexão crítica do grupo, sem perder a individualidade dos sentidos que a ele são dados. Por sua vez, ao representar a essência, a invariante da ação contribui com o desenvolvimento do pensamento teórico dos estudantes, na perspectiva de Davydov (1986).

As ações desenvolvidas e apoiadas nos EBOCAs possibilitam contrastar, conscientemente, os esquemas mentais e as bases de orientação dos estudantes com os esquemas que representam os modelos pedagógico e didático que constituem a referência da orientação, definidos nos objetivos da disciplina e essenciais para a autorregulação da aprendizagem. No processo de aprendizagem, inicialmente, o estudante, em uma atividade de colaboração e orientado pelo professor, elabora de forma materializada e esquematizada sua orientação da ação, o que constitui o seu EBOCA. No processo de internalização, esse EBOCA, mediado pelo EBOCA de referência do professor, torna-se uma ação mental de orientação, o que representa a base orientadora da ação do estudante.

O fato de o estudante dispor de uma orientação como um modelo completo em imagens generalizadas não significa reduzir o ensino e a aprendizagem a um processo dedutivo, que não estimula a criatividade, no qual só se pode reproduzir

ou aplicar um modelo predeterminado para a ação. A formação de ações mentais e de conceitos exige não só a sistematização da ação para seu domínio (formação da habilidade) como também a participação criativa do estudante na elaboração de novos modelos de ação, em situações de transferências de aprendizagem, para dar respostas a novas situações-problema.

Ter uma orientação da ação, uma dada compreensão desta, não significa saber realizá-la e garantir sua transformação numa habilidade. Não obstante, com isso, a assimilação só se inicia. Faz-se necessário, portanto, dirigir o processo de formação por etapas das ações e seu aperfeiçoamento segundo os parâmetros determinados: a transformação da forma material-objetal em mental-objetal e, posteriormente, sua abreviação e sua automatização. Nesse processo, produz-se a assimilação: a transformação da base orientadora da ação em conhecimentos, conceitos, e da ação mesma em capacidade e hábito (Galperin; Zaporózhets; Elkonin, 1977, p. 308). Consequentemente, fazem-se necessárias as etapas, que Galperin (2001c) explicita, através das quais se dá a internalização da ação de orientação externa em interna, realizando a ação de forma planejada. Quando tem domínio da ação de orientação, o estudante executa corretamente a ação e regula esse processo, e, então, pode-se falar de uma habilidade formada, a qual não só se refere à questão prática, externa da execução, mas, também, ao aspecto psíquico, à ação mental de orientação.

Na teoria de Galperin, o estudante tem a possibilidade de aprender de forma consciente, a antecipar, planejar e dirigir suas ações com base em uma imagem dessas ações, as quais se dirigem a um objetivo. Ou seja, o estudante, quando aprende, apropria-se de novas ações (ou atualiza as de que já dispõe) as quais permitem a assimilação dos conhecimentos e elabora ou reestrutura representações mentais, enquanto orientação, das situações a serem resolvidas, tudo para contribuir com o seu desenvolvimento integral. Essa situação supõe o diagnóstico e a caracterização que o estudante tem da base orientadora de uma dada ação, prévia a sua formação ou atualização, no processo de aprendizagem. Os resultados do diagnóstico da orientação da ação são aspectos do processo de organização da aprendizagem que implicam a elaboração ou a reelaboração da

orientação inicial do estudante em relação a uma orientação tida como referência (EBOCA), como processo de negociação de sentidos (a orientação de cada estudante) com o significado culturalmente desejado (o EBOCA elaborado pelo professor).

3 Metodologia para o diagnóstico da orientação da ação “explicar propriedades física de substâncias e materiais”

Considerando os objetivos e a natureza do objeto de estudo, para caracterizar a orientação da ação, é usada uma Prova Pedagógica (Cerezal; Fiallo, 2010), uma técnica de pesquisa que objetiva diagnosticar o estado dos conhecimentos, habilidades e hábitos dos estudantes em um dado momento. Essa prova permite aos estudantes expressar ideias e conhecimentos sobre uma determinada questão. Como a finalidade da pesquisa é caracterizar a orientação da ação em estudantes de um curso de Licenciatura em Química, em termos do objeto (“explicar propriedades de substâncias e dos materiais em Química”) e do modelo da ação (o sistema de operações ou invariante operacional dessa ação), a Prova Pedagógica busca informações que atendam a essa finalidade. O Quadro 1 mostra como é elaborado um plano para a Prova Pedagógica.

Quadro 1 – Plano da Prova Pedagógica.

Objetivo	Perguntas
Identificar e caracterizar a compreensão do modelo do objeto.	Q1. O que é explicar cientificamente as propriedades físicas das substâncias e dos materiais no contexto da Química como ciência?
Identificar e caracterizar a compreensão do modelo da ação.	Q2. Suponha que como professor você deve explicar aos estudantes como a ciência elabora explicações científicas sobre as propriedades físicas das substâncias e dos materiais. Explique o passo a passo de como se elabora uma explicação científica em relação a uma propriedade física de uma substância ou de um material em Química.
Identificar e caracterizar a compreensão do modelo da ação.	Q3. Explique por que o cloreto de sódio (NaCl) é um sólido cristalino de alta temperatura de fusão nas condições do ambiente. Explique de forma detalhada as etapas dessa explicação.

Fonte: Pesquisa de Campo, 2017.

No diagnóstico da orientação da ação, comprova-se sua funcionalidade, ou seja, as possibilidades de ser usada na solução de situações-problema em que se faz necessária. Na Prova Pedagógica, a situação-problema apresentada exige dos licenciandos uma compreensão que permita antecipar e planejar as operações necessárias da ação “explicar propriedades das substâncias físicas e dos materiais” para resolvê-la, em estreita união com os aspectos conceituais do que é a ação em si. A prova pedagógica foi validada em relação a seu conteúdo, o que implica a realização de análise por outro pesquisador e especialista da temática na busca da correspondência entre as perguntas e os objetivos a serem avaliados.

A caracterização das bases orientadoras da ação em estudo se estabelece ao se comparar o conteúdo do EBOCA elaborado pelo professor com as respostas dos licenciandos, de forma integrada, nas questões formuladas na Prova Pedagógica.

3.1 Organização e estratégias de análises de dados

As análises das informações fornecidas pela Prova Pedagógica são uma etapa essencial na pesquisa. Baseiam-se no marco teórico que o estudo assume sobre o que é aprender e sobre os objetivos da aprendizagem, o que significa que as análises e conclusões do estudo são válidas dentro do referencial adotado. As análises dos dados são realizadas em duas direções: comparando as respostas dos licenciandos com o conteúdo do EBOCA elaborado pelo professor e estabelecendo categorias das respostas usando a análise de conteúdo (Franco, 2003).

Como modelo do EBOCA, foi selecionado o desenvolvido por Núñez e Ramalho (2015 b) (Quadro 2), no qual se estabelecem os modelos do objeto e o da ação “explicar propriedades físicas das substâncias e dos materiais em Química” enquanto referência e conhecimento desejável.

Quadro 2 – Esquema da Base Orientadora Completa da Ação (EBOCA) “Explicar propriedades físicas de substâncias e de materiais” em Química Geral

Modelo do objeto	Modelo da ação
<p>Explicar propriedades físicas das substâncias e dos materiais significa correlacionar as propriedades macroscópicas (fenômeno) com os modelos teóricos (essência) nos quais se podem encontrar argumentos para justificar as causas desses comportamentos das substâncias e dos materiais nas condições dadas, com a finalidade de produzir novos conhecimentos científicos.</p>	<p>01- Determinar composição da substância ou do material a partir de fórmulas; 02- Determinar a natureza dos átomos que entram na composição da substância ou material; 03- Determinar o tipo de ligação entre os átomos segundo a natureza dos átomos ou segundo a diferença de eletronegatividade; 04- Determinar o tipo de partículas presentes; 05- Determinar a estrutura da substância ou do material; 06- Caracterizar o tipo de interação entre as partículas, assim como a intensidade relativa das interações; 07- Determinar os modelos teóricos necessários ou elaborar um novo modelo teórico; e a possibilidade de sua aplicação nas situações a explicar. 08- Caso seja possível, correlacionar a propriedade com o modelo teórico e dar razões para o porquê desse comportamento da substância ou material nas condições dadas.</p>

Fonte: Núñez e Ramalho, 2015b.

O modelo do objeto (Quadro 2) é estruturado em três dimensões que se instituem como o sistema de características necessárias e suficientes da definição desejada da ação, que são: a Dimensão causal (DC) – “explicar propriedades físicas das substâncias e dos materiais” significa correlacionar as propriedades macroscópicas (comportamento/ fenômeno) com os modelos teóricos (essência), já produzidos pela Química ao criar o modelo; a Dimensão justificativa (DJ) – em que se podem encontrar argumentos para justificar as causas desses comportamentos das substâncias e dos materiais nas condições dadas; e a Dimensão cognoscitiva (DCg) – com a finalidade de produzir novos conhecimentos científicos (explicar algo desconhecido usando modelos disponíveis ou criar novos modelos teóricos).

Conforme o Quadro 2, foram definidas oito operações para o modelo da ação, das quais se deve ter domínio e que devem estar formadas no nível de automatização, para, então, serem consideradas operações. As respostas de cada licenciando para as questões 01 e 02, relativas a definir o que é “explicar as propriedades físicas” e à explicitação do passo a passo (operações) para elaborar a explicação, são caracterizadas segundo o EBOCA e avaliadas em Correta (C), Parcialmente Correta (PC), Incorreta (I) e Ausente (A). Os dados tabulados foram

processados num *software* de análise de dados (Modalisa 3.5), com a finalidade de construir tabelas de frequências.

Foram elaboradas sequências de respostas para os resultados das dimensões do modelo do objeto e para o das operações do modelo da ação, o que permite uma visão mais integrada das respostas dos licenciandos. A sequência 1 (do modelo do objeto): DC, DJ, DCg, em que se explicita o indicador de qualidade para cada dimensão (correto, parcialmente correto, incorreto, ausente). E a sequência 2 (do modelo da ação): 01, 02, 03, 04, 05, 06, 07, 08, explicitando, da mesma forma, o indicador de qualidade para cada operação.

As respostas para a questão 03, na qual é solicitada a explicação para uma propriedade física da substância cloreto de sódio, foram avaliadas com a intenção de identificar em que medida estão presentes as operações do modelo da ação, o que revela uma dada base orientadora da ação. Para cada operação, foram caracterizadas e, da mesma forma, foram estabelecidas as sequências das qualidades segundo as ações.

As sequências das respostas às questões 1 e 2, do modelo do objeto e do modelo da ação, integram-se numa nova sequência, baseada na triangulação de dados (Gómez, 2007), o que permite inferir, para cada licenciando, a base orientadora e seu conteúdo em relação ao EBOCA e, com isso, ter uma visão global da compreensão dos licenciandos da nova ação objeto de aprendizagem.

4 Caracterização das bases orientadoras da ação “explicar propriedades físicas de substâncias e materiais” dos licenciandos em Química

A análise das respostas à primeira questão da Prova Pedagógica permitiu caracterizar o modelo da ação, ou seja, a compreensão que têm os licenciandos da dimensão conceitual da ação, o que exige a conceitualização da ação “explicar propriedades físicas de substâncias e materiais em Química”. Considerando as dimensões estabelecidas para caracterizar o modelo do objeto – a causal, a justificativa e a cognoscitiva – e comparando as respostas com o modelo do objeto do EBOCA, foram obtidos os resultados apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 – Dimensões do modelo do objeto segundo as categorias de qualidade (%).

Dimensão	Correto	Parcialmente Correto	Incorreto	Ausente
Dimensão Causal (DC)	15	30	15	40
Dimensão Justificativa (DJ)	10	35	10	45
Dimensão cognoscitiva (DCg)	10	10	0	80

Fonte: Pesquisa de Campo, 2017.

Como se observa na Tabela 1, no geral, nas três dimensões, os maiores percentuais correspondem à ausência do conteúdo da dimensão nas respostas dos licenciandos (40%, 45% e 80% respectivamente). Em relação às respostas para a dimensão causal do modelo do objeto, sempre em relação ao EBOCA, apenas 15% se referem a explicações como uma forma de relacionar de forma causal as propriedades macroscópicas (comportamento/fenômeno) com os modelos teóricos (essência) da Química, o que na opinião de Sanmarti (2002) é fundamental nessa ciência. Dos licenciandos, 30% respondem parcialmente a dimensão causal e 15% de forma incorreta.

A explicação científica em Química, como uma habilidade essencial na produção do conhecimento científico nessa área, supõe a correlação do fenômeno (a propriedade) com os modelos teóricos conhecidos que devem ser criados para a compreensão sobre o porquê do comportamento ou das características de um fenômeno, como apontam Mc Neill e Knajcik (2008). Conforme constatado nos dados apresentados na Tabela 1, os licenciandos, no geral, apresentam dificuldades em relação ao conhecimento dessa dimensão da explicação científica.

A resposta correta para a dimensão justificativa evidencia que apenas 10% dos licenciandos se referem ao uso de argumentos para justificar as causas dos comportamentos ou propriedades físicas das substâncias e dos materiais nas condições dadas, o que se considera, segundo o EBOCA, um elemento necessário ao modelo da ação. Já 35% e 10%, respondem parcialmente ou de forma incorreta, respectivamente. A maioria dos licenciandos (45%) não contempla essa característica nas respostas, pelo qual são considerados ausentes.

Outra característica necessária (embora não suficiente) da definição do modelo do objeto, segundo o EBOCA, diz respeito à finalidade da explicação (dimensão cognoscitiva): explicar algo desconhecido para produzir novos

conhecimentos científicos, ou seja, entendê-las como prática epistêmica essencial na comunidade científica. Dos licenciandos, apenas 10% explicitam essa dimensão, sendo que 10% o fazem parcialmente correto e 80% não se referem à esta. Nas respostas, ficou evidente a não relação da explicação científica com suas finalidades na comunidade científica.

Seguem-se alguns fragmentos de respostas dos licenciandos nas quais podem-se perceber as questões anteriormente analisadas em relação ao modelo do objeto:

L8. Consiste em estabelecer e utilizar teorias para explicar microscopicamente o que é observado no macroscópico, fazendo uso de modelos e representações para promover tal explicação.

L12. É justificar para os alunos compreenderem os fenômenos do cotidiano embasados no conhecimento científico, para que entendam o seu dia-a-dia.

L15. É fazer com que o aluno consiga observar o comportamento característico de determinadas substâncias na presença de outras substâncias, é nesse momento que o professor pode trazer para o dia-a-dia do aluno, trazer o conhecimento químico que muitas vezes o aluno não sabe que é um conhecimento químico.

Observam-se, nessas respostas, algumas características presentes no grupo de respostas. O licenciando L8 explicita a relação causal da explicação científica, não obstante não faz referência às dimensões de justificativa e a cognitiva do modelo do EBOCA. As respostas dos licenciandos L12 e L15 evidenciam um fato muito presente na maioria das respostas: fazer referência à explicação escolar no lugar da explicação científica. Os licenciandos se referiam à explicação científica como uma ação do professor para a aprendizagem dos estudantes.

Para o professor de Química, é importante saber diferenciar uma explicação científica de uma explicação escolar, necessária para: organizar atividades didáticas; compreender a natureza do conhecimento científico, enquanto prática epistêmica; e organizar e desenvolver nos estudantes a aprendizagem dos conteúdos científicos da escola, como destacam Berland e McNeill (2012). Isso remete ao fato de os licenciandos não diferenciarem o explicar no contexto da ciência, ou seja, explicar algo usando ou criando modelos teóricos das ciências, do explicar algo a alguém no contexto escolar, que supõe usar uma explicação construída pela ciência para fazê-la compreensível, como têm apontado Osborne e Patterson (2011).

Esse tipo de resposta coincide com as de outros estudos realizados por Núñez e Ramalho (2015a), nos quais os licenciandos em Química, face à mesma pergunta, respondem no mesmo sentido, ou seja, confundem a explicação científica com a explicação escolar. Isso pode ter uma causa nas dificuldades em compreender a natureza das ciências e sua construção pelos futuros professores, como tem indicado os estudos de Eder e Adúriz-Bravo (2008).

Para se ter uma visão mais integrada do modelo do objeto, o que é “explicar propriedades das substâncias e dos materiais na Química”, foram estabelecidos níveis de modelo de forma a qualificar as respostas à questão 1. Na Tabela 2, apresentam-se os resultados por níveis.

Tabela 2 – Níveis qualitativos do modelo do objeto (%).

Nível	%	Característica do nível
N1	5	3C
N2	5	2C 1A
N3	30	3PC ou 2PC 1A
N4	5	1C 1PC 1A
N5	15	1I 2A ou 2I 1A
N6	40	3A

Fonte: Pesquisa de Campo, 2017.

Os dados da Tabela 2 demonstram que apenas 5% dos licenciandos aparecem no nível 1, ou seja, respondem corretamente as três dimensões da definição do modelo do objeto, sendo a resposta correta em relação ao EBOCA. Só 5% se situam no nível 2 (duas dimensões respondidas de forma correta, e uma dimensão, nesse caso, a cognoscitiva, ausente na resposta). A maioria dos licenciandos se situa no nível 6 (40%), em que as três dimensões do modelo do objeto estão ausentes nas respostas. Para um número considerável (30%), as respostas correspondem a três dimensões expostas parcialmente corretas, ou duas parcialmente corretas e uma ausente.

Esses resultados refletem dificuldades dos licenciandos quando conceituam o que é “explicar propriedades físicas das substâncias e dos materiais”, na comparação com o EBOCA, enquanto um conhecimento desejado na formação docente. Isso, por sua vez, é um indicador da dificuldade de se conscientizar e se expressar de forma externa um aspecto relevante da base orientadora da ação em relação ao modelo da ação necessária para a compreensão da atividade.

Outro elemento da base orientadora da ação em estudo é o modelo da ação, a qual corresponde às operações que entram na sua composição. Na questão 2 da prova pedagógica, os licenciandos deveriam explicitar passo a passo as operações necessárias para se elaborar uma explicação científica para o caso das propriedades físicas de uma substância ou de um material em Química.

Na análise das respostas, por sua vez, foram identificadas e caracterizadas as operações em relação às definidas no EBOCA. Os resultados são apresentados na Tabela 3.

Tabela 3 – Qualidade das operações da ação (%).

Operação	Correto	Parcialmente correto	Incorreto	Ausente
O1	0	0	0	100
O2	0	5	0	95
O3	55	10	5	30
O4	35	5	15	45
O5	15	15	0	60
O6	30	10	5	55
O7	0	0	10	90
O8	15	35	5	45

Fonte: Pesquisa de Campo, 2017.

A Tabela 3 possibilita apreciar que, no geral, os licenciandos têm pouco domínio para explicitar o modelo da ação, ou seja, o sistema de operações que se fazem necessárias, enquanto invariante funcional, para explicar as propriedades físicas de substâncias e materiais usando modelos teóricos. Isso se corrobora pelo fato de a maioria das operações estarem na forma ausente das respostas.

Em relação à operação 01, determinar a composição da substância ou do material a partir da fórmula química, nenhum licenciando se refere de forma explícita. A operação 02 é outra marcada por 95% de ausência nas respostas dos licenciandos. Isso supõe a determinação da natureza dos átomos que entram na composição da substância ou material, necessária para a execução da operação 03, se consideramos as relações entre as operações da ação.

A operação 7 praticamente não aparece nas respostas dos licenciandos, uma vez que estes não se referem à determinação dos modelos teóricos da Química ou à necessidade de criar algum modelo, nem à possibilidade ou não do uso de modelos nas condições dadas, que permite definir os limites de aplicação dos modelos teóricos da Química na solução da situação-problema. Tudo isso diz

respeito à essência da explicação científica (Ospina; Bonar, 2011). Em relação a esse aspecto, nenhum dos licenciandos fez referência, o que pode levar ao uso indiscriminado dos modelos teóricos da Química e a uma inadequada compreensão da natureza do conhecimento científico.

Em 55% das respostas não aparece referência explícita à operação 6, ou seja, caracterizar o tipo de interação entre as partículas, assim como à intensidade relativa das interações, elemento essencial para a determinação da estrutura da substância. Outra operação que teve um número considerável de respostas ausentes (60%) foi a de número 5. Segundo essa operação, uma das etapas do modelo da ação é a determinação da estrutura da substância ou do material. No caso dos compostos iônicos, como do NaCl, a propriedade a ser explicada não depende só das interações entre os íons, mas também da estabilidade da rede cristalina formada, caracterizada pela energia de rede (Duarte, 2001), questão à qual não se referem as respostas dos licenciandos. Esse fato evidencia dificuldades dos licenciandos em relação ao modelo de ligação iônica, e essas dificuldades têm sido destacadas em estudos como os de Mendonça e Justi (2009).

A Tabela 3 mostra que 55% dos licenciandos fazem referência explícita apenas para a operação O3. Nesse sentido, eles consideram como um passo da explicação solicitada a determinação do tipo de ligação entre os átomos, segundo sua natureza ou a diferença de eletronegatividade. As respostas parcialmente corretas se apresentam com pouca expressividade se comparadas com as ausentes e as corretas.

Na Tabela 4, são apresentados os níveis que caracterizam os modelos da ação das respostas à questão 02. Estes são dimensões das bases orientadoras da ação «explicar propriedades físicas das substâncias e dos materiais», ou seja, da compreensão que se têm desta em relação a seu aspecto operacional.

Tabela 4 – Níveis do modelo da ação

Nível	%	Característica do nível
N1	15	4A4C
N2	5	3C1PC4A
N3	10	2C1PC4A 3PC1C4A 1C3PC1I 1C2PC5A
N4	10	2A2C1PC2I 1C2PC5A
N5	40	Combinações de A e I
N6	20	8A

Fonte: Pesquisa de Campo, 2017.

Do total dos licenciandos, apenas 15% se situam no nível 1, o de maior qualidade das respostas, no qual se integram 4 operações corretas e 4 operações ausentes do modelo da ação. Já no nível 3, com apenas 5% das respostas, integram-se três operações corretas, uma parcialmente correta e quatro ausentes.

Na Tabela 4, constata-se que 60% das respostas correspondem aos níveis 5 e 6, ou seja, combinações de ações ausentes e incorretas, e ações totalmente ausentes. Essa situação é um indicador das dificuldades dos licenciandos em terem consciência da estrutura do modelo da ação segundo o EBOCA que o estudo assume.

Para caracterizar as bases orientadoras da ação, foram integradas as respostas analisadas dos modelos do objeto e o da ação, nesse caso, as três dimensões do modelo do objeto e as ações de números 3, 5, 6, 7 e 8 do modelo da ação. Estas revelam a compreensão em termos de se ter consciência e explicitar, externalizar, a estrutura da ação de que supostamente dispõem os licenciandos no nível mental para resolver tarefas desse tipo, conforme se mostra na Tabela 5.

Tabela 5 – Níveis qualitativos do modelo da BOA (%).

Nível	%	Característica do nível
N1	10	2C1A5C; 3C3C2A
N2	20	1C1PC1A1C2PC2A; 2PC1A2C3A 2PC1A3C1PC1A; 3PC3C2A
N3	5	2PC1A1C1I3PC
N4	15	2PC1A2A3I; 2I1A3PC1I1A 1I2A2C2A1I
N5	20	3A2C1PC1A; 3A2C3A1PC

N6

30

2PC1A6A

3A5A ; 3A1PC4A

3A1C4A; 3A2C3A

1I2A5A

Fonte: Pesquisa de campo, 2017.

Uma leitura da Tabela 5 permite afirmar que, no geral, poucos licenciandos revelam, nas respostas, apresentar uma base orientadora adequada para a ação em estudo, ainda que, no nível 1, o de maior qualidade, observem-se elementos ausentes importantes da orientação se comparado com o EBOCA. A maioria dos licenciandos se situa nos níveis 4, 5 e 6, o que reforça a afirmação anterior.

Porquanto a orientação para a ação represente a compreensão consciente que se tem da ação, que possibilita o planejamento e a realização da atividade em questão com sucesso, nas condições dadas, foi incluída, na prova pedagógica, uma questão 03, na qual era necessário explicar uma propriedade física de uma substância (NaCl) com a finalidade de constatar essa compreensão numa situação problema.

As análises da resposta à questão 03 permitiu avaliar as ações e os conhecimentos mobilizados na explicação de uma propriedade física (a alta temperatura de fusão) nas condições ambientais. Na Tabela 6, mostram-se as qualidades das operações (OE) do modelo da ação que foram constatadas nas respostas.

Tabela 6 – Dimensões do modelo da ação segundo as categorias de qualidade (%).

Operação	Correto	Parcialmente correto	Incorreto	Ausente
OE1	5	0	0	95
OE2	15	0	0	85
OE3	40	0	15	45
OE4	50	0	10	40
OE5	45	0	5	50
OE6	25	10	20	45
OE7	10	0	0	90
OE8	35	10	10	45

Fonte: Pesquisa de Campo, 2017.

Os dados da Tabela 6 expressam dificuldades dos licenciandos para explicar a propriedade física da substância usando os conhecimentos da Química

e de explicitar de forma detalhada o processo de solução da situação problema da prova pedagógica. Como no caso das respostas para a questão 02, observa-se um número significativo de ausências na explicitação das operações 01, 02, 03 e 07, o que corrobora o fato de não se poder integrá-las de forma consciente na solução da tarefa. Ainda assim, continuam sendo, para as respostas ausentes, os maiores percentuais.

Chama a atenção que, na solução da tarefa, aumenta o número de operações identificadas como incorretas se comparadas as respostas da questão 02, mostradas na Tabela 3. No caso das operações explicitadas e usadas de forma correta na explicação da propriedade da substância, aparece um aumento para as operações 4, 5 e 8, o que pode significar que os licenciandos, numa situação prática, podem ter dado melhor sentido à compreensão do uso dessas operações. Por sua vez, para a operação 3, observa-se uma diminuição de respostas corretas.

Ao relacionar as respostas das três questões, verificam-se dificuldades dos licenciandos para explicitar a resolução da tarefa de forma detalhada, de modo a externalizar aspectos importantes que podem ser indicadores das bases de orientação em que se apoiam, enquanto representação mental da ação para explicar propriedades físicas das substâncias e dos materiais em Química.

5 Conclusões

O processo de formação consciente de uma habilidade demanda inicialmente o domínio detalhado do sistema de operações da ação de orientação, que vão se integrando até uma ação não detalhada automatizada, enquanto representação mental da orientação. Nesse processo de formação, fazem-se necessários um momento inicial e um diagnóstico inicial para identificar e caracterizar a orientação da ação de cada estudante, uma vez que a aprendizagem implica o seu compartilhamento com o conteúdo de um EBOCA tido como conhecimento desejável no currículo.

Considerando a importância da orientação da ação nos processos de sua formação, a pesquisa procurou identificar e caracterizar as bases orientadoras da

ação “explicar propriedades das substâncias e dos materiais” enquanto elemento do conhecimento profissional de futuros professores, o que supõe as possibilidades de explicitar e ter consciência do que é a ação (modelo do objeto) e de quais são as operações que a integram (modelo da ação), referenciado no EBOCA definido na pesquisa.

No estudo, foi constatado que os licenciandos apresentam uma orientação da ação “explicar propriedades físicas de substâncias e materiais” de forma limitada e fragmentada, que se expressa nas dificuldades para externalizar as operações na base das quais se realiza essa ação, segundo o EBOCA. Dentre as dificuldades, destacam-se o não considerar a explicação científica como expressão das relações causais entre os níveis microscópicos e macroscópicos, e confundir a explicação científica com a explicação didática ou escolar.

As bases orientadoras da ação em estudo, identificadas e caracterizadas, permitem obter informações sobre dificuldades que podem ser associadas aos mecanismos de pensamento e as representações mentais da ação que se mobilizam na solução de determinadas tarefas que exigem essa ação.

É importante também considerar no processo de formação ou atualização da habilidade não só a orientação de que dispõem os licenciandos se comparada com o EBOCA, mas também outros elementos que, embora não entrem na composição desse esquema, são pontos de referências e condições que formam as bases orientadoras dos estudantes, a serem consideradas nesse processo.

6 Referências

BERLAND, I. K.; McNEILL, K. L. For whom is argument and explanation a necessary distinction? a response to Osborne and Patterson. *Science Education*. Hoboken, v. 96, n. 5, p. 808-813, 2012.

CEREZAL, J. M.; FIALLO, J. R. *Cómo investigar en Pedagogia*. La Habana: Editorial Pueblo y Educación, 2010.

DAVYDOV, V. *La enseñanza escolar y el desarrollo psíquico, investigación psicológica teórica y experimental*. Moscú: Editorial Progreso, 1986.

DUARTE, H. A. Ligações químicas: ligação iônica, covalente e metálica. *Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola*, São Paulo, n. 4, p. 14-23, maio, 2001.

EDER, M. L.; ADÚRIZ-BRAVO, A. La explicación en las ciencias naturales y en su enseñanza: aproximaciones epistemológicas y didácticas. *Revista Latino Americana de Estudios Educativos*, Bogotá, v. 4, n. 2, p. 101-133, jan./mar. 2008.

FRANCO, M. L. B. *Análise de Conteúdo*. Brasília: Plano Editora, 2003.

GALPERIN, P. YA. *Introducción a la Psicología*. La Habana: Editorial Pueblo y Educación, 1982.

GALPERIN, P. YA.; ZAPORÓZHETS, A.; ELKONIN, D. Los problemas de la formación de conocimientos y capacidades en los escolares y los nuevos métodos de enseñanza en la escuela. In: SHUARE, M. (Orgs). *La psicología evolutiva y pedagógica en la URSS*. Moscú: Editorial Progreso, 1987, p. 306-316.

GALPERIN, P. YA. Stage-by-Stage Formation as a Method of Psychological Investigation. *Journal of Russian and East European Psychology*, 4 (30), p.60-80, jun. 1992.

GALPERIN, P. YA. Sobre la formación de los conceptos y de las acciones mentales. In: QUINTANAR, L. R. *La formación de las funciones psicológicas durante el desarrollo del niño*. Tlaxcala: Editora Universidad Autónoma de Tlaxcala, 2001a, p. 27-40.

GALPERIN, P. YA. Tipos de orientación y tipos de formación de acciones y de los conceptos. In QUINTANAR, L. R. (org.). *La formación de las funciones psicológicas durante el desarrollo del niño*. Tlaxcala: Editora Universidad Autónoma de Tlaxcala, 2001b, p. 41-56.

GALPERIN, P. YA. La investigación del desarrollo intelectual del niño. In: QUINTANAR, L. R. *La formación de las funciones psicológicas durante el desarrollo del niño*. Tlaxcala: Editora Universidad Autónoma de Tlaxcala, 2001c.

GALPERIN, P. YA. La dirección del proceso de aprendizaje. In: QUINTANAR, L. R. *La formación de las funciones psicológicas durante el desarrollo del niño*. Tlaxcala: Editora Universidad Autónoma de Tlaxcala, 2001d.

GALPERIN, P. YA. The Role of Orientation in Thought. *Soviet Psychology*, v.18, n.2, p. 84-99. 2014.

GÓMEZ, A. I. P. Compreender o ensino na escola: modelos metodológicos de investigação educativa. In: GÓMEZ, A. I. P.; SACRISTÁN, J. G. *Comprender e transformar o ensino*. Porto Alegre: Artmed, 2007, p. 99-115.

HEDESA, Y. P. *Didáctica de la Química*. La Habana: Editorial Pueblo y Educación, 2014.

JORBA, J. La comunicación y las habilidades cognitivo-lingüísticas. In: JORBA, J. et al. (orgs). *Hablar y escribir para aprender*. Uso de la lengua en situación de enseñanza-aprendizaje desde las áreas curriculares. Barcelona: Editorial Síntesis, 2000, p. 29-48.

KARPOV, Y. V. A Way to Implement the Neo-Vygotskian Theoretical Learning Approach in the Schools. *Int. J. Ped. Inn*, v.1, n. 1, 2013, p. 25-35.

McNEILL, K. L.; KNAJCIK, J. Scientific explanations: Characterizing and evaluating the effects of teacher's instructional practices on student learning. *Journal of Research in Science Teaching*, Hoboken, v. 45, n. 1, 2008, p. 53-78.

MENDONÇA, P. C. C.; JUSTI, R. Favorecendo o aprendizado do modelo eletrostático: análise de um processo de ensino de ligação iônica fundamentado em modelagem Parte I. *Educación Química*, v. 20, n. E, junho, 2009, p. 282-293.

NÚÑEZ, I. B.; RAMALHO, B. L. Conhecimento profissional para ensinar a explicar processos e fenômenos nas aulas de Química. *Revista Educação em Questão*, V.38, n.52, maio/ago. 2015a, p. 243-268.

NÚÑEZ, I. B.; RAMALHO, B. L. A Teoria de P. Ya. Galperin como fundamento para a formação de habilidades gerais nas aulas de química. *Redequim*, v.1, n.1, out. 2015b, p. 5-19.

OSPINA, N. Q.; BONAN, L. Explicaciones y argumentos de profesores de química en formación inicial: la construcción de criterios para su evaluación. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, n.8, n.1, 2011, p. 2-19.

OSBORNE, J. F.; PATTERSON, A. Scientific argument and explanation: A necessary distinction? *Science Education*, v.95, n.4, 2011, p. 627-638.

PEREIRA, J. E.; NÚÑEZ, I. B. *Formação da habilidade de interpretar gráficos cartesianos*: contribuição da teoria de P. Ya. Galperin. Natal: EDUFRN, 2017.

PRAT, A.; IZQUERDO, M. Función del texto escrito en la construcción de conocimientos y en el desarrollo de habilidades. In: JORBA, J. et al. (Orgs). *Hablar y escribir para aprender*. Uso de la lengua en situación de enseñanza-aprendizaje desde las áreas curriculares. Barcelona: Editorial Síntesis, 2000. p. 73-112.

SANMARTÍ, N. *Didáctica de las ciencias en la educación secundaria obligatoria*. Madrid: Síntesis Educación, 2002.

TALÍZINA, N. F. *Manual de Psicologia Pedagógica*. México: Universidade Autónoma de San Luis de Potosí, 2000.

Isauro Beltrán Núñez

Possui Licenciatura em Química pelo Instituto Superior Pedagógico E. J. Varona Habana (1978). Doutor em Ciências Pedagógicas pela Universidade de Habana (1992). Professor Titular UFRN onde desenvolve atividades de pesquisa e orientação na pós-graduação. Líder do Grupo de Pesquisa sobre Formação de Conceitos na Teoria de P. Ya. Galperin. Pesquisa sobre formação de conceitos e habilidades no enfoque Histórico Cultural. Autor de diversos livros sobre a formação de professores de ciências, e a aprendizagem fundamentada nas ideias de Galperin.

Betânia Leite Ramalho

Graduada em Pedagogia e Tecnóloga em Estatística pela Universidade Federal da Paraíba (UFPB). Especialista em Estatística Educacional pelo CIENES / CHILE; Mestre em Educação pela UFPB (1985) e Doutora em Ciências da Educação pela Universidade Autônoma de Barcelona (1993). Professora Titular da UFRN onde desenvolve pesquisa e orientação no nível de pós-graduação. Pesquisa na área de formação de professores e aprendizagem no contexto escolar mediado pelas novas tecnologias da informação.

Recebido em junho de 2018.
Aprovado em agosto de 2018.