



A RELAÇÃO COM O SABER E O ENSINO DE QUÍMICA: FUNDAMENTOS TEÓRICOS PARA ANALISAR O PROCESSO DE APRENDIZAGEM EM ATIVIDADE DE SALA DE AULA

The relationship with the knowledge and the chemistry teaching: theoretical fundamentals for analyzing the learning process in classroom activity

Welington Francisco [welington.francisco@unila.edu.br]
*Instituto Latino-Americano de Ciências da Vida e da Natureza (ILACVN)
Universidade Federal da Integração Latino-Americana (UNILA)
Avenida Tancredo Neves, 6731, Bloco 6, Foz do Iguaçu, Paraná, Brasil*

Resumo

Este trabalho discute a possibilidade de utilizar da noção da relação com o saber de Bernard Charlot para identificar elementos que permitem verificar o processo de aprendizagem Química de estudantes de nível superior. Para esta análise, considera-se a transposição de sete elementos que ao mesmo tempo podem conduzir ou bloquear a apropriação conceitual: atividade intelectual, mobilização, normatividade, professor questionador/mobilizador, rede de significados, relação de saber e sujeito. Apoiando-se em tais elementos, analisaram-se narrativas feitas por quatorze estudantes do curso de Química Ambiental da Universidade Federal do Tocantins – Campus de Gurupi com a proposta de uma atividade envolvendo a resolução de caso investigativo. Os resultados apontam que a noção da relação com o saber se configura como mais uma alternativa para o Ensino de Ciências de analisar o processo de aprendizagem. Isso porque permite avaliar todas as etapas/caminhos do desenvolvimento singular de cada sujeito (o processo) até a eficácia do produto final, desvelando para o professor os pontos que necessitarão de mais relações de saber para intensificar a mobilização dos sujeitos na atividade e na aprendizagem.

Palavras-Chave: Saber; Relação com o saber; Aprendizagem; Caso investigativo.

Abstract

This work discusses the possibility to use of the relationship with knowledge notion of Bernard Charlot to identify elements that allows checking the Chemistry learning process of the undergraduate students. To this analysis we consider the seven elements transposition at the same time can conduce or block the conceptual appropriation: intellectual activity, mobilization, normativity, questioner teacher, network of meanings, relationship of knowledge and subject. Supporting in those elements we analyzed narratives made by fourteen students of the Environmental Chemistry course at Federal University of Tocantins – Campus of Gurupi with the activity proposal involving the investigative case resolution. The results point the relationship with knowledge notion configures as more an alternative to Science Teaching to analyze the learning process because allows evaluating all the steps of the individual development of each subject (the process) until the final product effectiveness. In addition, each step reveals to the teacher the points that will need more relationship of knowledge to intensify the mobilization of the subjects in activity and learning.

Keywords: Knowledge; Relationship with knowledge; Learning; Investigative case.

INTRODUÇÃO

Neste trabalho discute-se a possibilidade de utilizar da noção da relação com o saber de Bernard Charlot para analisar as relações que são estabelecidas durante a resolução de um caso investigativo (CI) e identificar elementos que permitem verificar o processo de aprendizagem Química em nível superior. A questão de pesquisa que nos orienta é: a noção da relação com o saber é capaz de fornecer subsídios para a análise do processo de aprendizagem química durante uma atividade de ensino? O contexto da pesquisa trata-se de uma sala de aula de um curso superior de Química Ambiental em uma Universidade Federal no norte do país, com o intuito de poder modificar este ambiente por meio de ações, fatos, dados e da percepção que deles esteja tendo a população envolvida (Freire, 2006).

A primeira ação realizada envolveu a elaboração de um CI para se trabalhar conceitos de cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE), especificamente a otimização de métodos de separação e identificação de compostos dentro de um contexto local.

Os CI são instruções com uso de histórias de personagens que estão enfrentando dilemas e precisam tomar decisões para resolvê-los (Herreid, 1997, 1998). Com isso, os CI apresentam: uma estrutura básica para sua elaboração, que depende de como o professor quer trabalhar em sala de aula (Herreid, Prud'homme-Généreux, Schiller, Herreid, & Wright, 2016); tem potencial para fomentar abordagens interdisciplinares (Queiroz & Cabral, 2016); diversas formas de desenvolvimento em sala de aula de Ciências, sendo que algumas formas propiciam uma melhor aprendizagem (Francisco, 2018); possibilidade de se trabalhar em todos os níveis de ensino: fundamental, médio e superior (Herreid, 2011).

Na perspectiva de analisar o processo de aprendizagem, é importante averiguar como os estudantes fazem para resolver os casos. Isso porque, se conseguirmos mapear a estrutura dessa resolução, podemos identificar elementos que estaria auxiliando ou bloqueando a aprendizagem dos estudantes. Para isso a noção da relação com o saber se torna útil, pois para Charlot (2001):

A questão é captar um processo que se pode designar, conforme a dimensão privilegiada pela análise, por diversos nomes: o processo Aprender (considerando o sujeito em confronto com o patrimônio humano), a mobilização (considerando a entrada e a manutenção do sujeito na atividade), a aprendizagem (considerando o desenrolar da atividade). Para compreender esse processo, é preciso identificar os alimentos que nutrem, sustentam, contrariam, desviam, bloqueiam este processo. (Charlot, 2001, p. 23).

“Identificar esses alimentos” é analisar o processo sob a própria construção do estudante, considerando a sua história, singularidade e trajetória durante a atividade. É o que Charlot (2000) denomina de leitura positiva, contrária à noção de carência (ou falta de) exposta em algumas teorias de reprodução, sobretudo a de Pierre Bourdieu. Sobre isso, Charlot (2005) esclarece:

Quando se fala em termos de carência, epistemologicamente não se produz qualquer sentido. Não se pode explicar algo a partir do que não existe. É simples: uma explicação em termos de carência (do que falta) consiste em conferir uma causalidade ao não ser. É “a falta de” que é “a causa de”. Isso não significa nada. Como uma falta (um não ser) pode ser a causa de alguma coisa (um ser)? Não tem nenhum sentido sob o ponto de vista epistemológico. (Charlot, 2005, p. 21).

Por isso que Charlot (2000) destaca a necessidade de fazer uma leitura positiva dos fatos, da história do sujeito. Não são desconsiderar as carências, as deficiências que os estudantes possuem e carregam durante o ambiente escolar, pois realmente elas existem. Entretanto, a leitura positiva de qualquer situação sobre os estudos envolvendo a relação com o saber busca compreender o sujeito que aprende o mundo sob as diversas relações constitutivas com o saber e as ligações entre essas relações, analisando as causas a partir do que acontece e não em aspectos de carência.

Assim, como “a noção de relação com o saber remete, antes de tudo, a um tipo de abordagem, a uma certa forma de colocar e de tratar as questões (Charlot, 2001, p. 19), defende-se que com a noção da relação com o saber é possível fazer uma análise de como se dá a aprendizagem de estudantes durante atividades em sala de aula. Assim, o objetivo desse trabalho é apresentar os elementos da relação com o saber que possibilitam fazer essa análise, além de utilizá-los para verificar o processo de aprendizagem em uma atividade envolvendo a resolução de um caso investigativo.

Bernard Charlot e a origem da relação com o saber

Filósofo de formação, Bernard Charlot ingressou na área da educação quando foi trabalhar, em 1969, no departamento de educação da Universidade de Tunis, na Tunísia. Lá, Charlot iniciou seus estudos em pedagogia enquanto lecionava, juntamente com a participação de seus estudantes.

“Estávamos trabalhando com um pé na teoria e outro na experiência direta dos estudantes (professores do ensino fundamental)” (Charlot, 2005, p. 14). Enquanto Charlot comprava e lia livros de pedagogia de diferentes autores, como Freinet, Claparède, Dewey, Montessori, Makarenko dentre outros, os estudantes traziam experiências de sala de aula e da escola para discutir diversos conceitos.

Quando retornou a França, trabalhou por quatorze anos na École Normale (Instituto de Formação de Professores) em Le Mans. Esse instituto focava na formação de professores do ensino fundamental especializados em estudantes que se encontravam em situação de fracasso escolar. Entremeio os dois ambientes, Tunísia e França, Charlot identificou um grande abismo entre o discurso teórico e a realidade social na educação.

A partir de tais constatações, ele escreveu o livro *A Mistificação Pedagógica: realidades sociais e processos ideológicos na teoria da educação* (1979), cuja ideia central é que *“o discurso pedagógico é mistificador na medida em que fala de tudo, menos de uma coisa: que a educação leva a um emprego, que ela leva a uma divisão social do trabalho”* (Charlot, 2005, p. 15).

Em 1985, Bernard defendeu sua tese de doutorado em Ciências da Educação na Universidade de Paris 8, sobre suas obras já publicadas na forma de uma Thèse d'État (que seria, no Brasil, o equivalente a um doutorado mais a livre-docência). Esta tese lhe rendeu um convite para ser professor titular direto em Paris 8, em 1987. Aceitou o convite sem hesitar.

Neste mesmo ano, Charlot criou a equipe de pesquisa ESCOL (Educação, Socialização e Coletividades Locais), junto ao Departamento de Ciências da Educação da Universidade de Paris 8 – Saint Denis. Foi a partir desse grupo que se iniciaram diversas pesquisas que fundamentaram os elementos básicos para a noção da relação com o saber e sua difusão em outros países (Charlot, 2005).

O autor parte das seguintes perguntas para discorrer sua elaboração teórica: *“Por que estudar o fracasso (ou sucesso) escolar em termos de relação com o saber? Que se deve entender, exatamente, por relação com o saber”* (Charlot, 2000, p. 10).

A expressão “fracasso escolar” é um recorte ou uma maneira de interpretar o mundo social da prática educativa na escola, ou seja, é uma noção que exprime tanto a reprovação como a falta de aquisição de conhecimentos ou competências escolares. Outrossim, Charlot (2000) destaca que:

“A noção de fracasso escolar remete para fenômenos designados por uma ausência, uma recusa, uma transgressão – ausência de resultados, de saberes, de competência, recusa de estudar, transgressão das regras... O fracasso escolar é “não ter”, “não ser”. Como pensar aquilo que não é? Não se pode fazê-lo diretamente, pois é impossível pensar o não-ser. Mas se pode fazer isso indiretamente.” (Charlot, 2000, p. 17).

É nessa discussão do “não ter” e “não ser” que Charlot (2000) questiona se a origem social (relacionada com os pais) e as deficiências socioculturais são as causas do fracasso escolar. O autor aponta nesse momento as análises da sociologia dos anos 60 e 70, sobretudo as sociologias ditas de reprodução desenvolvidas por Pierre Bourdieu e Jean-Claude Passeron (1970), Christian Baudelot e Roger Establet (1971) e Samuel Bowles e Herbert Gintis (1976), que buscaram explicar o fracasso escolar em termos de diferenças entre posições sociais.

Apesar de essas sociologias produzirem resultados importantes, elas ainda estão longe de explicar o conjunto de fenômenos evocados pela expressão “fracasso escolar”, principalmente por realizar uma leitura negativa das causas efetivas, ou seja, explicar o fracasso em termos de carência ou da “falta de...” (Charlot, 2000).

Na noção da relação com o saber, Bernard Charlot busca fazer uma leitura positiva da realidade do fracasso escolar, buscando entender por que os estudantes não sabem ou por que eles não se apropriam de saberes e não desenvolvem competências.

“Praticar uma leitura positiva é prestar atenção ao que as pessoas fazem, conseguem, têm e são” (Charlot, 2000, p. 30). Mais precisamente, é atentar-se nas experiências vividas, na interpretação do mundo e nas atividades praticadas pelos estudantes para construir um percurso pedagógico que realmente entenda a apropriação do saber.

Partindo então, da leitura positiva, o autor argumenta que para explicar o fracasso escolar é preciso analisar também as condições que perpassam a apropriação de um saber e os caminhos seguidos pelos sujeitos. Assim, Charlot (2000) destaca que:

- Por mais que o fracasso escolar possa ser afetado pela posição social, não se pode reduzir essa posição a um aspecto socioprofissional;
- A singularidade e a história de cada sujeito devem ser consideradas;
- Depende de como cada indivíduo interpreta a sua própria posição social;
- A atividade intelectual e as práticas desenvolvidas estão concatenadas no processo de assimilação do saber.

Nessa perspectiva, o estudante é acima de tudo um sujeito singular. Um sujeito singular que está constantemente em aprendizado e que ao mesmo tempo está confrontado com os conhecimentos preexistentes no mundo que fora criado por outros sujeitos. É nessa indissociabilidade que Charlot (2000) embasa a ideia de heterogeneidade das formas de aprender numa análise antropológica, apontando que:

“Nascer significa ver-se submetido à obrigação de aprender. Aprender para construir-se, em um triplo processo de “hominização” (tornar-se homem), de singularização (tornar-se um exemplar único de homem), de socialização (tornar-se membro de uma comunidade, partilhando seus valores e ocupando um lugar nela). Aprender para viver com outros homens com quem o mundo é partilhado. Aprender para apropriar-se do mundo, de uma parte desse mundo, e para participar da construção de um mundo pré-existente. Aprender em uma história que é, ao mesmo tempo, profundamente minha, no que tem de única, mas que me escapa por toda a parte. Nascer, aprender, é entrar em um conjunto de relações e processos que constituem um sistema de sentido, onde se diz quem eu sou, quem é o mundo, quem são os outros.” (Charlot, 2000, p. 53).

Charlot (2000) estabelece uma aproximação entre a noção da relação com o saber com os pensamentos de Vygotsky e de Lacan. Apoia-se em Vygotsky para identificar a relação entre a história humana e a do sujeito, em um sentido de compreensão do psiquismo humano. Assim como da psicanálise, em particular de Lacan, para entender quais são as raízes do desejo de aprender e saber, ou seja, para aprender, deve-se mobilizar-se em uma atividade intelectual.

A relação com o saber e seus elementos conceituais norteadores

Bernard Charlot e a equipe ESCOL apontam que há diferenças entre mobilizar e motivar os estudantes para estudar e aprender. Eles preferem adotar o termo mobilização *“porque, muitas vezes, o ato de motivar é o mesmo que enrolar os alunos para que façam alguma coisa que não estão a fim de fazer”* (Charlot, 2013, p. 159). O conceito de mobilização implica uma relação de o sujeito pôr-se em movimento, ou seja, usar de si próprio como um recurso para realizar uma atividade, uma tarefa. É entrar em uma dinâmica interna (de dentro), é por seus próprios recursos em movimento (Charlot, 2000).

Essa movimentação é provocada por diferentes móveis, entendido na psicanálise de Lacan como o desejo de... – que é o motor da mobilização porque está articulada com o problema do desejo. *“O sujeito do desejo é um sujeito que interpreta o mundo... interpretação de nossa vida pessoal e do que está acontecendo com os outros”* (Charlot, 2001, p. 20).

Entretanto, muitas vezes nos deparamos com a situação em que um estudante aprende enquanto o outro não aprende. Entra aqui mais um conceito explorado pela equipe ESCOL nas análises da relação com o saber: o sentido. Charlot (2001) aponta que na relação com o saber também existe uma indissociabilidade entre sentido e eficácia de aprendizagem, ou seja, o sujeito só se apropria dos conhecimentos se fizer sentido para ele. Em linhas gerais:

“Faz sentido para um indivíduo algo que lhe acontece e que tem relações com outras coisas de sua vida, coisas que ele já pensou, questões que ele já se propôs. É significativa (ou, aceitando-se essa ampliação, tem sentido) o que

produz inteligibilidade sobre algo, o que aclara algo no mundo. É significativa o que é comunicável e pode ser entendido em uma troca com outros. Em suma, o sentido é produzido por estabelecimento de relação, dentro de um sistema, ou nas relações com o mundo ou com os outros.” (Charlot, 2000, p. 56).

Assim, o conceito de sentido apresentado por Charlot envolve as formas que o sujeito relaciona um saber apropriado com as relações com o mundo, com o outro e consigo mesmo. Ou seja, com o mundo porque é a forma de entender partes do funcionamento do mundo. Com o outro devido às constantes trocas e comunicações com os demais que também buscam compreender parte desse mundo. E por fim, consigo mesmo, pois é o momento de entender a própria vida e as maneiras que o sujeito poderá conduzi-la.

Ademais, a noção de sentido não resolve a questão da aprendizagem, pois mesmo que algo tenha sentido para um sujeito, necessariamente, não indica que o sujeito saiba que faz sentido. Isso quer dizer que nós *“não somos transparentes para nós mesmos”* (Charlot, 2000, p. 57). Por isso que a eficácia anda junto com o conceito de sentido e pode ser vista como uma forma de avaliar a relação instituída com o sentido. Por exemplo, para verificar o aprendizado do conceito ácido em Química, a eficácia é a relação entre o saber e o sentido que o sujeito dá ao saber apropriado, ou seja, o significado em termos químicos. Assim, a eficácia do aprendizado do conceito de ácido será testada quando o sujeito ler em um rótulo de um produto a frase *“contém acidulantes”* e conseguir dar o sentido correto a essa relação com o mundo.

Aí advém o fato que a obrigação de aprender vai além da questão do saber, uma vez que *“existem maneiras de aprender que não consistem em apropriar-se de um saber, entendido como conteúdo de pensamento”* (Charlot, 2000, p. 59) e que na Ciência é estabelecido pelos modelos de explicação de conceitos construídos de pela mente humana. De acordo com Justi (2006), são esses modelos que possibilitam aprender Ciência, aprender sobre Ciências e aprender a fazer Ciência.

Uma pessoa pode aprender um determinado conteúdo intelectual (um saber, um conceito) a partir de uma disciplina específica, que exigirá uma organização das informações em redes de sentido (diversas relações). Contudo, a mesma pessoa pode também aprender dominando objetos e/ou atividades – como andar, correr, escovar os dentes; e até mesmo manifestando formas relacionais como agradecer, disfarçar, seduzir etc. Nos dois últimos casos, o ato de aprender não está se apropriando, necessariamente, de um saber (ou conteúdo de pensamento), mas de domínio do corpo e das atitudes.

Do ponto de vista epistêmico, qualquer saber e relação com o saber estão ligados a três tipos de figuras do aprender (Charlot, 2000), que são as formas/constructos disponíveis no mundo para os seres humanos dominarem ou aprenderem durante a vida ou durante uma atividade. São elas:

- **Objetos-saberes:** conhecimentos disponíveis em livros, monumentos, obras de arte, programas culturais de televisão, encarnado em outras pessoas etc;
- **Dominar atividades:** relacionado ao domínio de uma atividade específica, geralmente inscrito no corpo como andar, nadar, andar de bicicleta etc; ou conhecimentos de aparelhos disponíveis no mundo, desde os mais simples como manusear uma escova de dente, até os mais sofisticados como manusear um computador, dirigir um carro etc;
- **Apropriar-se de dispositivos emocionais:** saber ligado a comportamentos relacionais e a condutas como: ser solidário, ser responsável, ajudar os outros, ou seja, dominar uma relação atitudinal que se estabeleça consigo próprio e também com os outros.

“O que é diferente nessas três figuras do aprender é a relação com o saber e, não, características naturais e ontológicas do aluno ou do mundo” (Charlot, 2000, p. 71). Na primeira figura o que se evoca é a aquisição de um saber-objeto, ou seja, uma relação de não posse a posse de um conhecimento que está inscrito em objetos (livros, monumentos, internet etc), em locais (museus, escola, bibliotecas etc) e em pessoas (professores, pais, parentes, amigos etc), envolvendo especificamente um pensamento intelectual, um conceito, um modelo.

A segunda figura do aprender não envolve mais a questão da não posse a posse de um saber, mas sim uma visão de não domínio ao domínio de alguma atividade, objeto ou máquina. Tal domínio está relacionado com o próprio corpo, ou seja, *“o corpo é o sujeito enquanto engajado no movimento da existência, enquanto habitante do espaço e do tempo”* (Charlot, 2000, p. 69). Aprender a andar de bicicleta é dominar a própria atividade, que pressupõe equilíbrio e coordenação motora do próprio corpo. Não é possível aprender a andar de bicicleta apenas lendo um livro de *“instruções para andar de bicicleta”*, ou seja, conteúdos intelectuais (o saber).

A última figura do aprender também abarca a questão do domínio, mas envolve um domínio relacional/atitude e não de uma atividade. O sujeito aprende a manter relações afetivas e emocionais com outros sujeitos e consigo mesmo, proporcionado por uma situação ou um ato. Assim define Charlot (2000):

“Em cada uma dessas três figuras do aprender, em cada um desses três processos epistêmicos, há uma atividade, mesmo que seja de natureza diferente (constituição de um universo de saberes-objetos, ação no mundo, regulação da relação com outros e consigo). Em cada uma dessas figuras, em cada um desses processos, há um sujeito, portanto, uma forma de consciência, o que impede a redução da aprendizagem a algo concreto.” (Charlot, 2000, p. 71).

Nesse sentido é que *“realizar pesquisas sobre a relação com o saber é buscar compreender como o sujeito apreende o mundo e, com isso, como se constrói e transforma a si próprio”* (Charlot, 2005, p. 41).

O ENSINO/APRENDIZAGEM DE QUÍMICA: UM OLHAR PELAS LENTES DA RELAÇÃO COM O SABER

Charlot (2005) descreve que a sociedade é um conjunto de atividades, de práticas, assim como Vygotsky ressalta na sua obra a ideia de práxis de Marx. No entanto, na noção da relação com o saber, o autor aponta que ao mesmo tempo em que as atividades são socialmente definidas, elas também fazem parte do sujeito. Isso significa que o sujeito também é visto como um ponto central das atividades, uma vez que o processo de aprendizagem é intrínseco a ele.

Por isso que a relação com o saber também é uma relação com o eu (consigo mesmo), pois o que está em evidência é *“a construção de si mesmo e seu eco reflexivo, a imagem de si”* (Charlot, 2000, p. 72). Quando um sujeito está confrontado com o conhecimento, ou seja, está aprendendo, há primeiramente uma ação que se inicia fora do sujeito, mas que tem que se movimentar para dentro.

Esta ação que surge de fora, amiúde, é realizada pela intervenção de outro sobre o sujeito, e, portanto, a relação com o saber também é uma relação com o outro. Assim, Charlot (2001) esclarece:

“Este outro está presente no processo de Aprender sob três formas. É o outro como mediador do processo (os pais ou o professor fisicamente presentes; o autor do livro didático); essa mediação é também a que se produz quando o sujeito imita, identifica-se, opõe-se. É o outro como “fantasma do outro que cada um traz em si”, este outro que é psiquicamente constituído como correlativo ao sujeito quando ele deixa de ser indistinto e coloca-se como sujeito. É o outro que existe como humanidade nas obras produzidas pelo ser humano ao longo de sua história.” (Charlot, 2001, p. 27).

Por fim, toda relação com o saber também é relação com o mundo. Esse mundo é o que é oferecido para o sujeito em um momento da história humana, em uma determinada sociedade e cultura. Por exemplo, as crianças que nascem hoje já estão inseridas em um mundo que domina diversas tecnologias, sobretudo as de comunicação, são essenciais para se conectar a esse mundo. Desta maneira, Charlot (2001) enuncia que:

“Toda relação com o saber é também relação com o mundo. O sujeito não pode apropriar-se de tudo o que a espécie humana produziu ao longo de sua história... O que lhe é potencialmente oferecido é uma forma do mundo, que evidentemente pode ser ampliada, mas não corresponderá jamais ao Mundo em sua totalidade. Além disso, o mundo em que o sujeito vive e aprende é aquele no qual ele tem uma atividade, no qual se produzem acontecimentos ligados à sua história pessoal. Por outro lado, o sujeito não interioriza passivamente o mundo que lhe é oferecido, ele o constrói (ele organiza, categoriza, põe em ordem, interpreta).” (Charlot, 2001, p. 27-28).

Todavia, há de ressaltar que o sujeito se relaciona com esse mundo de forma a selecionar o que lhe faz sentido e o que lhe tem valor. Nessa seleção, o sujeito (re)constrói o seu mundo a partir de suas relações com objetos, situações, atividades, pessoas, tempo, linguagem etc. É dessa forma que Bernard Charlot e a equipe ESCOL apontam que todo saber adquirido, indubitavelmente, mantém relações com o mundo, com outros e com as próprias experiências vividas (consigo mesmo). Deste modo:

“A relação com o saber é relação com o mundo, com o outro e consigo mesmo de um sujeito confrontado com a necessidade de aprender. A relação com o saber é o conjunto das relações que um sujeito estabelece com um objeto, um “conteúdo de pensamento”, uma atividade, uma relação interpessoal, um lugar, uma pessoa, uma situação, uma ocasião, uma obrigação, etc, relacionados de alguma forma ao aprender e ao saber – conseqüentemente, é também relação com a linguagem, relação com o tempo, relação com a atividade no mundo e sobre o mundo, relação com os outros e relação consigo mesmo, como mais ou menos capaz de aprender tal coisa, em tal situação.” (Charlot, 2005, p. 45).

Todas essas relações com saber descrevem, de forma generalizada, a história percorrida pelo sujeito em um momento específico em relação com o saber (ou aprender). É essa a chamada leitura positiva feita para discutir os motivos que alguns estudantes se encontram em fracasso escolar. *“Essa questão da heterogeneidade das formas do aprender é fundamental, permitindo combater a ideia de que há carências nos alunos”* (Charlot, 2013, p. 162), pois, o que caracteriza o sujeito em relação com o saber são as maneiras de se relacionar com o mundo em que se vive, com os outros que lhe (des)instigam e consigo mesmo, a partir do próprio desejo.

Portanto, sete elementos emergem das relações com o saber que possibilitam analisar como se dá o processo de aprendizagem dos conceitos químicos: atividade intelectual, rede de significados, normatividade, professor questionador/mobilizador, relação de saber, sujeito e mobilização. Esses elementos podem nortear, conduzir, bloquear e sustentar todo o processo histórico percorrido pelos estudantes durante o aprendizado químico, sendo distribuídos nas diferentes relações com o saber constituídas e buscando dar indícios de resposta para mais uma alternativa de avaliação da aprendizagem.

Atividade intelectual, normatividade e rede de significados: elementos da relação com o mundo

A atividade intelectual é uma relação com o mundo porque se situa no contexto escolar, sobretudo na função da escola e da sala de aula. Para isso Charlot (2013, p. 143-144) evoca a noção de Alexis Leontiev, em que *“explica que uma atividade é uma série de ações e operações, com um motivo e um objetivo”* e que *“uma atividade tem uma eficácia e um sentido”*.

É na atividade intelectual que o estudante deve entrar, deve se engajar e deve permanecer para aprender, ou seja, é nela que o sujeito deve encontrar o sentido para aprender, caso contrário, não aprenderá. Qualquer operação (motivo) que permite alcançar os resultados esperados (objetivo) é considerada atividade intelectual. Se o motivo não coincidir com o objetivo, o que está acontecendo são apenas ações isoladas.

Eis um exemplo para esclarecer a diferenciação entre ação e atividade: se o professor permite o uso do celular em sala de aula para os estudantes pesquisarem assuntos relacionados ao conteúdo para aprender mais, é uma atividade, pois os estudantes usarão o celular para relacionar com o assunto, mesmo que ainda não consigam dar um sentido a essas informações. No entanto, é bem provável que os estudantes também usarão o celular para ver o *facebook* e conversar por *whatsapp* que não estão voltados ao assunto da aula. Neste caso é uma ação, pois motivo (buscar mais informações) e objetivo (aumentar a discussão em sala de aula para aprender) não se coincidem. Infelizmente, essa ação é bem provável de acontecer.

Por consequência, uma pessoa não aprende se não estudar, se não se dedicar, se não entrar em uma atividade. Ademais, aqui podemos correlacionar a questão do motivo em estudar com o sentido de estudar. Se o estudante não dá sentido ao estudo, não dá valor para engajar-se em uma atividade. Assim, a atividade passa a ser um trabalho alienado (Charlot, 2013), pois dificilmente terá alguma eficácia de aprendizagem:

“Na lógica que está se tornando dominante (nas escolas), estuda-se (quando se estuda...) para ter boas notas, passar de ano, ser aprovado no vestibular, ter um bom emprego: motivo e objetivo discordam. Portanto, não existe mais atividade. Sendo assim, qual é a significação do que o aluno faz na escola? Leontiev responderia que se trata de ações. Podemos dizer, também, que é um trabalho: um trabalho alienado” (Charlot, 2013, p. 154 – grifos nossos).

O que precisa ser observado é que *“a escola é um lugar onde o mundo é tratado como objeto e não como ambiente, lugar de vivência”* (Charlot, 2013, p. 147). Isso significa que a atividade que se pratica na

escola nem sempre é a mesma que se realiza no dia a dia. Por exemplo: a água potável que o professor de Ciências fala na escola (solução com sais dissolvidos que quando ingerida mantém os fluidos corporais isotônicos) parece não ser a mesma que o e a estudante bebe em sua casa (na garrafa da geladeira). É necessário estreitar a relação objeto de conhecimento com seus referentes de vivência, estabelecendo uma ligação entre os dois mundos.

No entanto, nem sempre essa ligação se torna um apoio. Às vezes pode se tornar um obstáculo. É um apoio quando dá sentido ao aprendizado e é um obstáculo, enquanto oculta o sentido real da atividade escolar. Sobre essa questão de obstáculo, Charlot (2013) cita a noção de obstáculo epistemológico de Gaston Bachelard. Assim o autor esclarece:

“Existe uma diferença de natureza entre saber comum e saber científico ou escolar (Bachelard, 1996; Vygotsky, 1987). O que importa é que o ensino tenha sentido, não é que esteja ligado ao mundo familiar do aluno; esta opção representa apenas uma solução possível, em certos casos, e pode ser perigosa ou impossível em outros.” (Charlot, 2013, p. 149).

Esse sentido é a relação que o sujeito estabelece com o mundo, onde o saber está inserido. Assim, Charlot (2013) destaca que para se relacionar ao mundo são fundamentais os processos de distanciação-objetivação e de sistematização. O processo de distanciação-objetivação afasta o estudante dos aspectos emocionais, isto é, afasta-o do mundo subjetivo para colocá-lo no mundo como objeto de pensamento.

Este processo constitui em aproximar o Eu epistêmico (pensante, reflexivo) do Eu empírico (experiências vividas, do cotidiano). Isso só é possível *“graças à linguagem; somente pela linguagem podem existir objetos de pensamento e um sujeito racional para pensá-los”* (Vygotsky, 1987). Assim é que se chega ao próximo elemento da noção da relação com o saber: a normatividade.

A normatividade é vista como as operações ou normas exigidas pela própria natureza do saber que devem ser apropriada e expressa para alcançar a aprendizagem (Charlot, 2001, 2005). O que está em evidência aqui é a mediação entre a representação do saber e a apropriação do saber pelos estudantes que ocorre em sala de aula. *“Representar ou representar-se corresponde a um ato de pensamento com o qual um sujeito se refere a um objeto”* (Charlot, 2000, p. 83).

Sendo esse objeto um conceito científico, a representação do saber deve necessariamente estar ligada a linguagem científica e suas características. Sobre isso Mortimer (2010) discorre que:

“A aprendizagem das Ciências é inseparável da aprendizagem da linguagem científica. Essa por sua vez, é multimodal, no sentido que, além da linguagem verbal, pressupõe o manejo de uma série de outros aspectos que incluem símbolos, gráficos, diagramas, esquemas etc... A linguagem científica congela os processos, transformando-os em grupos nominais que são então ligados por verbos que exprimem relações entre esses processos... Portanto, predominantemente estrutural.” (Mortimer, 2010, p. 186).

Por isso que Charlot (2000) frisa que a relação com o saber também é relação com a linguagem. Oportunamente, *“a representação do saber é um conteúdo de consciência (inserido em uma rede de significados), enquanto que a relação com o saber é um conjunto de relações (a própria rede)”* (Charlot, 2000, p. 84). Em outras palavras, a representação da Química é tudo que a envolve; já a relação com a Química é o conjunto das relações dos sujeitos com os modelos, conceitos, símbolos, etc.

Assim, dentro da área de Ensino de Química, pensar o “saber químico” e a representação do “saber químico” é buscar a (ou um conjunto de...) explicação dos fenômenos microscópicos de transformação da matéria por meio da linguagem química (normatividade). Portanto, o processo de aprendizagem só acontece quando os estudantes passam da não posse a posse (ou do não domínio ao domínio, dependendo da atividade de aprendizagem) da representação do saber químico, de acordo com os amplos sistemas simbólicos disponíveis para expressar os conhecimentos adquiridos.

Talanquer (2011) explana que a linguagem científica (em especial a da Química) engloba uma variedade de sinais visuais estáticos e dinâmicos (de símbolos a ícones) desenvolvidos para facilitar o pensamento qualitativo e quantitativo e a comunicação sobre ambas as experiências e modelos em Química. Assim, o autor adota o termo visualizações, pois podem se referir aos símbolos e fórmulas

químicas, desenhos de partículas, equações matemáticas, gráficos, animações, simulações, modelos físicos, etc., usados para visualmente representar os componentes centrais do modelo teórico.

Uma vez que o processo de distanciamento-objetivação intenta aproximar o Eu epistêmico do Eu empírico, principalmente por meio da normatividade da atividade, o processo de sistematização o complementa, pois busca ligar os objetos de pensamentos (saber, conceito, modelo) a redes de significados (Charlot, 2013), mais um elemento da noção da relação com o saber para analisar o processo de aprendizagem. Desta forma, *“distanciamento, objetivação, sistematização, ou seja, indissociavelmente, constituição do Eu como Eu epistêmico e do mundo como objeto de pensamento, definem a especificidade da atividade escolar”* (Charlot, 2013, p. 150).

A rede de significados são os conhecimentos e todas as relações científicas envolvidas em um saber (vale recordar que um saber é um conteúdo de pensamento, construído pela humanidade). Constituem os conhecimentos pré e pós-saber, ou seja, o que o estudante já precisa conhecer e o que o estudante aprenderá após a compreensão do saber em estudo. Por exemplo, em uma análise quantitativa por espectroscopia de absorção molecular, necessita-se previamente saber manusear o espectrofotômetro para após a obtenção dos resultados, saber fazer uma regressão linear com os dados para encontrar a concentração da amostra (pós-saber).

Sempre no conhecimento químico as redes de significados mantêm relação com a linguagem química, a qual na noção de Charlot é denominada de normatividade. Assim, o sentido do saber químico também é uma relação com a normatividade da química, uma vez que o saber químico só é adquirido quando o estudante se apropria da linguagem, que representa as normas que essa Ciência implica. Somente após essa apropriação é que se pode dizer que o saber foi adquirido, porque é nesse momento que o estudante apropria-se do mundo científico da Química.

Para Valadares (2011, p. 36), *“um indivíduo aprende significativamente quando consegue relacionar, de maneira substantiva (não literal) e não arbitrária, a nova informação com uma estrutura de conhecimento específica que faz parte integrante da sua estrutura cognitiva prévia”*. Assim, parece pertinente fazer uma aproximação do conceito de rede de significados na noção da relação com o saber com o conceito de subsunção na teoria da aprendizagem significativa proposta por David Ausubel, de modo a justificar que é possível utilizar a relação com o saber para analisar como se dá o processo de aprendizagem.

Professor questionador/mobilizador e relação de saber: elementos da relação com o outro

Esses dois elementos pertencem à relação com o outro porque *“aprender é entrar na comunidade virtual (e às vezes presente) daqueles que aprenderam o que eu aprendo”* e que aprender *“só é possível pela intervenção do outro”* (Charlot, 2001, p. 26).

Por isso que o papel do professor é essencial no processo de aprendizagem. É o professor que ajuda o estudante a convergir o motivo (de estudar) com o objetivo (de aprender) durante a atividade e possibilita o desenvolvimento dos processos de distanciamento-objetivação e sistematização. Ninguém aprende se não desenvolver uma atividade intelectual, ou seja, quem não estuda, dificilmente aprenderá. O que Charlot (2013) também aponta é que muitos estudantes estudam por motivos que não estão relacionados com o próprio saber e, portanto, não entram em nenhuma atividade.

Nesse sentido, o professor deve assumir um papel de mobilizador nas atividades, isto é, ser um professor questionador/mobilizador. Isso porque, *“prestar atenção à mobilização dos alunos leva a interrogar-se sobre o motor interno do estudo, ou seja, sobre o que faz com que eles invistam no estudo”* (Charlot, 2013, p. 145).

Em linhas gerais, nenhuma pessoa pode aprender sem estar em uma atividade intelectual, sem estar mobilizada, sem usufruir de si próprio. Não é o professor que produz um saber no estudante, mas é ele que proporciona determinadas ações e que media essas ações para que o estudante consiga aprender. Ser um professor questionador/mobilizador é despertar o desejo no estudante em aprender, é convergir o motivo de estudar com o objetivo de apropriar-se de conhecimentos, é desafiar os estudantes em sala de aula.

É importante frisar que é a relação com o desafio que se particulariza nos estudantes e não a atividade em si. Esse desafio nada mais é que *“o desejo do mundo, do outro e de si mesmo que se torna desejo de aprender e saber; e não, o desejo que encontra um objeto novo, o saber”* (Charlot, 2000, p. 81). Por isso que:

“Ensinar é, ao mesmo tempo, mobilizar a atividade dos alunos para que construam saberes e transmitir-lhes um patrimônio de saberes sistematizados legado pelas gerações anteriores de seres humanos... O mais importante é entender que a aprendizagem nasce do questionamento e leva a sistemas constituídos. É essa viagem intelectual que importa. Ela implica que o docente não seja apenas professor de conteúdos, isto é, de respostas, mas também, em primeiro lugar, professor de questionamento.” (Charlot, 2011, p. 114).

Nesse molde de professor questionador/mobilizador, além das relações com o saber que são constituídas, o que surge também são as relações de saber – o próximo elemento. Essas relações podem ser entendidas como relações sociais entre os sujeitos que já detém o conhecimento com aqueles que estão em processo de apropriação (Charlot, 2000). Entender-se-ia como o processo de interação entre professor-estudante em sala de aula, prevalecendo às questões de discurso e mediação para a aprendizagem.

Esse aprendizado decorre da relação com o saber (químico) e da relação de saber (químico). O primeiro envolve as formas de interação dos estudantes com as representações (normatividade), enquanto o segundo é a relação social considerada sob o aspecto de aprender, sobretudo a relação entre professor-estudante.

É por meio das relações de saber que o professor buscar entender como funciona a história dos estudantes durante a atividade, para auxiliar no desenvolvimento da aprendizagem. Uma vez compreendida essa relação, que é uma tarefa árdua e complexa, o professor envolverá mais os estudantes em um movimento interior (a mobilização, o desejo de) e em um movimento exterior (a motivação), porque *“estar engajado em tal ou qual tipo de relações de saber é ser autorizado, incentivado e, às vezes, obrigado a investir em certas formas de saber, de atividades ou de relações”* (Charlot, 2000, p. 85).

Fazer com que o estudante encontre o seu desejo de entrar na atividade e de permanecer nela é evidenciar a incompletude do ser humano e cativá-lo a sempre experimentar. Isso é feito pela relação de saber, em que o professor que já domina o saber auxilia o estudante que quer dominar o saber por meio do Eu epistêmico, mas que surgiu do seu Eu empírico. Assim, é possível fazer certa aproximação do conceito de relação de saber com o conceito de zona de desenvolvimento proximal de Vygotsky, de modo a sustentar novamente a ideia de que se pode analisar o processo de aprendizagem nessa noção.

Mobilização e sujeito: elementos da relação consigo mesmo

Uma vez que a noção da relação com o saber é uma noção de sociologia do sujeito, o próprio sujeito é mais um dos elementos fundamentais na análise do processo de aprendizagem. Para isso Charlot (2001, p. 24) se apoia em uma perspectiva antropológica de que *“o homem nasce inacabado, em um mundo humano que preexiste a ele e que já está estruturado... portanto, aberto às transformações”*.

Isso significa que o sujeito (estudantes) só se completa como ser humano a partir da educação, ou seja, está obrigado a aprender e que ao mesmo tempo é um *“tríplice movimento de humanização, de subjetivação-singularização e de socialização”* (Charlot, 2001, p. 25). É nesse processo tríplice que o sujeito tem acesso aos conhecimentos estabelecidos e difundidos pela humanidade e se constrói como exemplar único nesse meio social. Para isso é preciso fazer a conexão entre a exterioridade e a interioridade, por meio do último elemento que é a mobilização.

O conceito mobilização visa *“compreender como se opera a conexão entre um sujeito e um saber ou, genericamente, como se desencadeia um processo de aprendizagem, uma entrada no aprender”* (Charlot, 2001, p. 19). Nessa visão, o saber se torna um objeto de desejo, na qual Charlot (2000, 2005) referencia a psicanálise de Lacan de que existe uma relação primitiva entre o saber e o gozo, em que suscita a busca e os significados de aprender.

Sabendo que a mobilização é despertada pelo desejo de..., tal conceito permite compreender como o sujeito passa do desejo de saber, o gozo essencial, para a vontade de aprender isso ou aquilo. *“Compreender o desejo é compreender os avatares e as mutações do desejo até os atos e as obras que saem dele”* (Charlot, 2005, p. 37).

É nessa transição que a noção da relação com o saber pode suscitar as dificuldades de aprendizagem apresentadas pelos estudantes ao professor. Assim, o professor pode intervir a partir das relações de saber para favorecer a aprendizagem dos estudantes.

METODOLOGIA

Esta investigação possui elementos de uma pesquisa participante (PP), pois nasce da inquietação do próprio professor sobre a realidade concreta de sua sala de aula do curso de Química Ambiental da Universidade Federal do Tocantins – Campus de Gurupi (UFT). Para Brandão (2006), a PP é uma modalidade de pesquisa de conhecimento coletivo do mundo e de como as pessoas, grupos ou classes populares se percebem dentro do mundo. O autor ainda esclarece que esse conhecimento coletivo é produzido:

A partir de um trabalho, que recria, de dentro para fora, formas concretas dessas gentes, grupos e classes participarem do direito e do poder de pensarem, produzirem e dirigirem os usos de seu saber a respeito de si próprias. Um conhecimento que, saído da prática política que torna possível e proveitoso o compromisso de grupos populares com grupos de cientistas sociais, por exemplo, seja um instrumento a mais no reforço do poder do povo. Poder que se arma com a participação do intelectual (o cientista, o professor, o estudante...) comprometidos de algum modo a causa popular (Brandão, 2006, p. 9-10).

Assim, o caso investigativo foi planejado dentro do cronograma da disciplina de Química Analítica Instrumental com os devidos esclarecimentos e participação de todos. Teve duração de oito aulas de cinquenta minutos e contou com a presença de quatorze estudantes matriculados na disciplina, os quais foram identificados por E1, E2, E3... até E14 para a representação dos discursos.

A atividade foi conduzida dentro dos princípios do método dos casos individuais, na vertente do caso direto, que consiste em repassar o caso para cada estudante e esclarecer todas suas dúvidas, pois os estudantes devem resolver sozinhos os dilemas vivenciados pelos personagens na história (Cliff & Wright, 2000). Esse momento foi realizado nas duas primeiras aulas.

Em um segundo momento, os estudantes traziam diversas informações coletadas para serem socializadas em sala de aula. Essa socialização era feita durante a discussão dos conceitos científicos relacionados à técnica de cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE), usando como exemplo a situação proposta no caso.

Após o segundo momento, que perdurou por seis aulas consecutivas, os estudantes deveriam solucionar o caso, tomando decisões viáveis para a situação. No dia da entrega da resolução foi feita uma última socialização das respostas propostas por meio de apresentações de cada estudante.

O caso foi intitulado como “Preocupação com possíveis usos de pesticidas proibidos” (Figura 1). Trata-se de uma situação fictícia, que apresenta uma notícia de reportagem sobre uma possível contaminação pelo pesticida DDT, em uma represa no município de Lagoa da Confusão, no estado do Tocantins, em função do controle de pragas de uma plantação de melancia. Para a elaboração do caso, levou em consideração os critérios apontados por Herreid (1998) para a obtenção de um bom caso, assim como informações reais sobre a proibição do pesticida DDT (diclorodifeniltricloroetano) e o cultivo de melancia no estado do Tocantins.

Ao final da história, uma equipe de químicos vai até o local para realizar coletas dessa água e, posteriormente, desenvolver um método de análise por CLAE. O desafio dos estudantes era propor um método de análise qualitativa e quantitativa do DDT e seus derivados como se eles fizessem parte dessa equipe.

PREOCUPAÇÃO COM POSSÍVEIS USOS DE PESTICIDAS PROIBIDOS

A notícia divulgada há uma semana sobre o possível uso do pesticida DDT (diclorodifeniltricloroetano) em uma plantação de melancia no estado do Tocantins preocupou os agentes fiscalizadores do meio ambiente do estado. Isso porque, desde 2009, o Brasil proibiu a fabricação, a importação, a exportação, a manutenção em estoque, a comercialização e o uso do DDT pela Lei nº. 11.936 de 14 de maio de 2009. A região da possível contaminação se concentra nas áreas da Lagoa da Confusão e Formoso do Araguaia, onde a plantação de melancia atinge um total 1.700 hectares. No entanto, ainda não foi feito nenhum estudo sobre a quantidade deste pesticida presente na água dessa região.

Quando a TV Anhanguera foi cobrir o fato, muitos produtores disseram desconhecer a proibição do uso do DDT e que só compraram este pesticida devido a uma grande promoção feita pelos fornecedores. Desconheciam também dos riscos de contaminação e dos danos que tal substância pode provocar, incluindo: alterações de comportamento, distúrbios sensoriais, do equilíbrio, da atividade da musculatura involuntária e depressão dos centros vitais, principalmente a respiração. Ademais, por ser lipossolúvel e de lenta metabolização, o DDT se acumula na cadeia alimentar e nos tecidos adiposos. Todos esses efeitos acontecem logo após o DDT e seus derivados atuarem sobre o equilíbrio de sódio/potássio nas membranas dos axônios, podendo levar a morte dependendo do tempo de exposição. Nas próprias palavras de um dos produtores, ele reconhece os graves problemas – *“Eu não sabia desses problemas todos aí não! O que eu sei mesmo é sobre plantio de melancia e que tenho que alimentar meus filhos”*.

Diante dessa situação, uma equipe de químicos ambientais foi até os locais da possível contaminação para coletar as amostras e realizar as análises de identificação e quantificação das substâncias presentes nessas águas naturais. Quando um dos químicos foi entrevistado, ele ressaltou que *“É preciso, primeiramente, desenvolver um método de análise adequado para esse tipo de composto para que os resultados qualitativos e quantitativos sejam consistentes. Depois é repassar essas informações e ver o que tem que ser feito”*.

Suponha que você faça parte dessa equipe e que a escolha para a análise do DDT e seus principais derivados seja a técnica de cromatografia líquida. Descreva o desenvolvimento inicial para essa análise, sabendo que você deve verificar se o composto é realmente o DDT e seus derivados e depois quantificá-lo. Considerando que o resultado seja positivo, qual seria a melhor forma de divulgação desses resultados para os produtores e para a comunidade local e qual seria uma provável solução.

Figura 1 – Caso investigativo utilizado na atividade.

Coleta e análise dos dados

Os dados foram obtidos por meio de narrativas elaboradas pelos estudantes. Nestas narrativas os estudantes descreviam o percurso/caminho utilizado para resolver o caso e explicavam as soluções propostas com base nos conceitos científicos relacionados em cada caso.

A narrativa foi escolhida por ser um gênero de discurso que apresenta um texto organizacional, que expressa na forma de uma história estruturada as experiências de temporalidade e ações pessoais desenvolvidas por seres humanos (no caso os estudantes) (Polkinghorne, 1988).

Na parte da descrição dos caminhos percorridos para a resolução do caso foi feita uma adaptação do instrumento de ensino conhecido como balanço de saber, utilizado por Charlot, Bautier e Rochex (1992) apud Charlot (2001). Este instrumento consiste *“em uma produção de texto na qual o aluno avalia os processos e os produtos de sua aprendizagem”* (Charlot, 2001, p. 37) através de uma pergunta pré-estabelecida do tipo *“Desde que nasci, aprendi muitas coisas; em casa, no bairro, na escola, em muitos lugares. O que me ficou de mais importante? E agora, o que eu espero?”*.

A adaptação foi feita para a seguinte pergunta: *“Qual foi o caminho/percurso que você utilizou para a resolução do caso? O que você buscou, quem lhe ajudou, quais foram suas dificuldades? O que você julga de mais importante durante a resolução?”*

Com base nessa pergunta, tentou-se identificar toda a trajetória utilizada pelos estudantes como: quais os conhecimentos prévios para a resolução e o que tiveram que aprender; quais foram as fontes de buscas de informações e como foram essas buscas; quem ajudou nas pesquisas e na elaboração da resolução; quais as dificuldades enfrentadas durante a atividade; o que foi relevante durante a atividade etc.

Compreender as narrativas é tentar desvelar quais são os caminhos percorridos pelos estudantes para a resolução do caso, para compreender qual a história por trás da resolução, quais os processos que contribuíram para a construção e para a estruturação da resolução do caso, a fim de dar subsídios para a avaliação da aprendizagem. Bruner (1997) destaca que aquilo que é narrado faz parte da memória do sujeito, ou seja, é significativo na sua própria transformação.

Solução do caso apresentada na narrativa (apropriação dos conhecimentos químicos)

Em relação às explicações das soluções propostas, o intuito foi analisar e avaliar o desenvolvimento da aprendizagem dos conceitos químicos envolvidos no caso, buscando confrontar com os caminhos percorridos pelos estudantes.

Por se tratar de um gênero de discurso que utiliza da palavra escrita, a ideia das narrativas foi fazer com que os estudantes refletissem sobre a concepção de seu próprio discurso. Prain (2006) destaca que isso amplia e expande as modalidades ou formas de escrita, propiciando a capacidade de um pensamento reflexivo que estimula a organização e (re)estruturação das ideias para um maior entendimento sobre o tema ou situação (Rivard & Straw, 2000; Carvalho & Oliveira, 2005; Francisco Junior & Garcia Junior, 2010).

A análise da resolução do caso foi baseada no processo de aprendizagem Química dos estudantes frente aos conhecimentos científicos envolvidos no caso sob o referencial da relação com o saber (Charlot, 2000; 2001; 2005). Para essa análise/interpretação, elaboraram-se quatro critérios que permeiam toda aprendizagem Química. Foram eles:

- **Descrição correta de conceitos químicos:** relacionou-se com a forma que os estudantes utilizam os conceitos químicos para abordar sobre um objeto ou fenômeno, ressaltando as características ou propriedades dos constituintes, porém sem apresentar o significado químico dos termos;
- **Uso de termos científicos adequados:** aliado à descrição, neste critério buscou-se identificar como os estudantes usam os termos científicos para descrever as características dos constituintes;
- **Explicação correta dos processos químicos:** analisaram-se como os estudantes estabelecem as relações entre fenômenos e conceitos, mencionando e utilizando os modelos teóricos ou mecanismos causais para dar sentido a esses fenômenos ou processos químicos durante a linguagem escrita (Silva & Mortimer, 2010);
- **Simbologias e equações químicas corretas:** em que se analisou a forma que os estudantes usam de equações e representações químicas para apoiar as explicações dos fenômenos.

Estes critérios estabelecidos buscam aproximar a compreensão da natureza Química, ou seja, que é uma Ciência que pode ser compreendida/ensinada em três níveis: o macroscópico – que trata das propriedades visíveis e tangíveis; o microscópico – interpretação dos fenômenos em termos de distribuição e rearranjos de átomos, íons e moléculas; o simbólico – a descrição por meios de representações gráficas e matemáticas, além das equações químicas que unem os demais níveis (Johnstone, 2000).

À luz da noção da relação com o saber, o nível macroscópico (descrição, uso dos termos científicos e simbologia corretos) se aproxima da questão da normatividade da Química. Ao mesmo tempo, a capacidade dos estudantes atingirem o nível microscópico envolve as relações com o saber construídas durante as atividades, ou seja, as relações sociais sob o ponto de vista do aprender, da posse de um conhecimento e do domínio de uma atividade específica, da transformação da informação obtida para a apropriação do saber químico. É assim que é a análise e discussão dos dados são apresentadas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O Quadro 1 indica todos os saberes (conteúdos intelectuais) inseridos no caso, assim como os critérios selecionados para analisar o processo de aprendizagem e a quantidade de estudantes que utilizaram os critérios corretamente. Em uma análise quantitativa, observa-se que a maioria dos estudantes consegue tanto descrever como usar os termos científicos corretamente em três dos quatro saberes. No entanto, esse quantitativo diminui quando se compara com o nível de explicação e utilização de simbologias e representações químicas.

A menor quantidade de explicação de cada saber é identificada pela preocupação dos estudantes em encontrar trabalhos prontos na literatura para facilitar a resolução do caso, sem a necessidade, por vezes, de se mobilizarem para dar sentido às informações pesquisadas, como apresentado no extrato 1 a seguir:

EXTRATO 1

E3: [...] A maioria das publicações da internet para esse tipo de análise é realizada pela cromatografia gasosa. Com isso várias dúvidas foram surgindo [...].

E5 e E11: A dificuldade enfrentada foi a de encontrar modelos de análises sobre o DDT por cromatografia líquida, uma vez que, na grande maioria apenas se encontravam exemplos relacionados à cromatografia gasosa.

E13: Não tive dificuldade de encontrar algo sobre o assunto em geral, tratando-se do pesticida. Porém, a maior dificuldade foi obter informações sobre a quantificação e determinação do DDT por HPLC, pois a maioria dos resultados encontrados, a técnica de CG era utilizada.

Quadro 1 – Rede de significados presentes no caso e os critérios de avaliação do processo de aprendizagem dos estudantes (N = 14 estudantes).

Saberes envolvidos no caso	Descrição correta de conceitos químicos	Uso de termos científicos adequados	Explicação correta dos processos químicos	Simbologias e representações químicas corretas
1. Proposta do método de separação do DDT e seus derivados	14	14	5	NA
2. Fundamentos de identificação de substâncias por CLAE	3	3	2	0
3. Proposta do método de quantificação do DDT e seus derivados	13	13	5	0
4. Alternativas de recuperação dos danos causados pelos pesticidas	12	12	9	NA

Tais resultados apontam que os elementos sujeito e mobilização, referente à relação consigo mesmo, bloquearam a capacidade de alguns estudantes em transitarem do nível descritivo para o nível explicativo e representativo dos saberes 1, 2 e 3. Isso porque os estudantes não aliaram o motivo das pesquisas feitas com o objetivo do caso, que era desafiar os estudantes a propor um procedimento de análise por uma técnica diferente das que já foram/estão sendo utilizadas e conseqüentemente, estão descritas na literatura.

As informações outrora pesquisadas são para dar um suporte para o desenvolvimento dos saberes. Charlot (2001) ressalta que o problema é os estudantes considerarem que a aprendizagem é apenas buscar informações úteis e não usar dessas informações para se apropriarem de saberes que propiciam um sentido pessoal e interpretação do mundo que vivem.

Assim, para alguns estudantes toda relação com o tempo e com as informações obtidas se transformaram em um trabalho alienado e não em uma atividade intelectual. Isso reflete na apropriação da normatividade e da rede de significados de cada um dos saberes presente no caso, como apresentado no extrato 2 para os **“Fundamentos de identificação de substâncias por CLAE”** a respeito da amostragem, considerada pela maioria dos estudantes como a primeira etapa do desenvolvimento do método:

EXTRATO 2

E1: A amostragem é uma das etapas mais importantes, pois devemos manter a integridade da amostra desde a coleta até o momento da análise, pois muitos compostos se degradam rapidamente podendo assim haver perdas. Essas perdas podem ocorrer pela adsorção dos agrotóxicos nos frascos, por hidrólise, biodegradação, fotólise e evaporação [...]. Quantidade suficiente de amostra deve ser coletada de forma a representar o total do sistema. Quando se trata de agroquímicos, em muitos casos, as meias-vidas dos pesticidas e as baixas

concentrações ($\mu\text{g}\cdot\text{dm}^{-3}$) são dependentes das condições de estocagem (pH, exposição à luz e temperatura).

E4: Aplicando os parâmetros de segurança para a preservação das amostras, as coletas foram realizadas em diferentes pontos do corpo hídrico da região, onde foram coletadas várias amostras em diferentes pontos a uma profundidade de 30 cm da superfície. As amostras foram coletadas e armazenadas em frascos âmbar, colocadas e transportadas para o laboratório em caixas de isopor, buscando sempre preservar a qualidade e segurança das amostras.

E8: [...] As coletas das amostras de água devem ser feitas em frascos de vidro âmbar, em quatro diferentes pontos do rio ou lagoa, sendo nas extremidades norte e sul e também na lateral até completar o volume de 1L. Essas coletas devem ser feitas na superfície da camada para evitar a amostragem excessiva do material sólido presente no fundo.

E13: Primeiramente deve-se realizar a coleta da amostra em pelo menos 3 pontos diferentes ao longo do corpo hídrico, a mesma deve ser coletada em frasco âmbar para evitar interferências e degradação fotoelétrica.

O que se nota em todos os exemplos é a descrição procedimental de forma correta de como fazer uma amostragem, desde a coleta da amostra em diferentes pontos e profundidades, passando pelo armazenamento em frascos específicos para evitar a degradação na presença de luz ou oxigênio, até o transporte (com conservação de temperatura) para o laboratório de análise. Além da descrição, há o uso adequado de diversos termos científicos para explicitar vidrarias específicas e cuidados durante a coleta.

Somente E1 traz uma justificativa da importância da amostragem para uma posterior análise (“A amostragem é uma das etapas mais importantes, pois devemos manter a integridade da amostra desde a coleta até o momento da análise, pois muitos compostos se degradam rapidamente podendo assim haver perdas”). É essa justificativa que mostra um sentido mais fundamentado na etapa da amostragem sugerida, proporcionando a sua própria reflexão e apropriação da normatividade e das redes de significados dos conceitos envolvidos. É nisso que Charlot (2013, p. 87) argumenta que “há de distinguir a informação, que apenas enuncia um dado, e o saber, que organiza dados em redes de sentido”.

No entanto, mesmo que a maioria dos estudantes opta em apenas descrever os procedimentos da amostragem, a diversidade de informações apresentadas nas narrativas sobre o conceito é alto. Esses resultados demonstram a apropriação desse conhecimento (amostragem) e a capacidade de relacioná-los em outras redes de significados (no caso, a técnica de cromatografia líquida). Em outras palavras, “é essencial que o aluno se aproprie de conhecimentos que tenham sentido para ele e que, ao responderem a questões ou resolverem problemas, esclarecem o mundo” (Charlot, 2013, p. 178).

Ainda no saber “**Fundamentos de identificação de substâncias por CLAE**” estão as redes de significados: escolha da fase móvel e do modo de eluição. Os estudantes escolhem corretamente o uso dos solventes polares como a água, o metanol e a acetonitrila, sendo esses três solventes os mais utilizados em quaisquer análises em CLAE de fase reversa, demonstrando o entendimento dos estudantes. Ademais, a opção do modo de eluição por gradiente (em que ocorre a variação da proporção dos solventes durante a corrida cromatográfica) para a análise é a mais recorrente, como mostra o extrato 3:

EXTRATO 3

E6: [...] A fase móvel foi uma mistura de metanol e água, onde a variação das porcentagens em cada uma determina a eficiência do processo.

E9 e E13: As fases móveis que podem ser utilizadas são misturas de metanol e água (MeOH:H₂O) ou acetonitrila e água (ACN:H₂O) com ajuste da força cromatográfica e seletividade da fase móvel até se obter uma melhor resolução para que ocorra a separação de todos os picos cromatográficos no mínimo tempo de análise, ou seja, pode-se aplicar um método de separação por gradiente, iniciando com uma fase móvel menos polar e ir aumentando essa polaridade conforme a necessidade de separação dos picos que correspondem a cada composto.

E10: No caso da fase móvel, foi escolhida inicialmente 90% de acetonitrila e 10% de água programada de tal forma que em 1h de análise a proporção ficasse em 80% de água e 20 de acetonitrila.

E12: Na fase móvel foi utilizada a água e a acetonitrila onde possuem características polares. O método de eluição mais indicado é por gradiente exploratório, onde não sabemos quais substâncias a amostra possui. O início com

acetoneitrila: água (5%:95%) e no final (100%:0%). Após feito o gradiente exploratório, teremos os picos das determinadas substâncias, com isso é feita uma nova corrida cromatográfica utilizando o modo gradiente e isocrático alternadamente para que se tenha uma melhor resolução dos picos.

De acordo com os excertos acima, nota-se que E6 e E10 fazem apenas a descrição correta da fase móvel utilizada em cromatografia líquida em fase reserva (uso de solventes polares), enquanto que os demais além de fazer a descrição, também atribuem um sentido a esse saber. Esse sentido nasce das redes de significados induzidas (Charlot, 2000) à escolha da fase móvel, como as propriedades de polaridade, eluição cromatográfica e propriedades da amostra.

Para ilustrar essa diferença entre apenas descrever corretamente e atribuir significados e valor corretos, ou seja, apropriar-se da normatividade por meio das redes de significados, tomemos o exemplo de E12 em relação aos de E6 e E10. Em E12, além da escolha da fase móvel correta para a análise em fase reversa (acetoneitrila e água), o estudante esclarece que utilizará de um gradiente exploratório (quando a fase móvel sofre variações de polaridade durante a análise de mais polar até menos polar). Esta é uma estratégia frequente para estudar as polaridades das substâncias presentes na amostra e ter uma previsão de separação, otimização da separação e futura identificação das substâncias.

Em seguida, o estudante destaca que: *“Após feito o gradiente exploratório, teremos os picos das determinadas substâncias, com isso é feita uma nova corrida cromatográfica utilizando o modo gradiente e isocrático alternadamente para que se tenha uma melhor resolução dos picos”*. Esse trecho ressalta a aprendizagem química desse saber, pois além de justificar o uso do gradiente exploratório, aponta a próxima etapa para alcançar a melhor separação das substâncias.

Na noção da relação com o saber, esse exemplo define a eficácia da aprendizagem (domínio ou posse do saber), pois *“não se pode definir o saber, o aprender, sem definir, ao mesmo tempo, uma certa relação com o saber...”* ou *“não se pode ter acesso a um saber, se ao mesmo tempo, não entrar nas relações que supõem (e desenvolvem) este saber”* (Charlot, 2001, p. 17).

Essa diferença é explicada com base nas relações com o saber constituídas pelos próprios estudantes durante a resolução do caso. O caminho que o estudante E12 realiza perpassa por uma socialização das informações e dúvidas com os outros estudantes da turma e com o próprio professor, enquanto os estudantes E6 e E10 não estabelecem essas socializações. O extrato 4 a seguir, extraído das narrativas, exemplifica os caminhos percorridos:

EXTRATO 4

E6: [...] Após ter informações suficientes, parti para outra pesquisa na intenção de selecionar qual seria a melhor técnica para aplicar nesta situação e montei todo um procedimento teórico [...] Nesse procedimento teórico montei toda uma situação relatando a principal fonte de contaminação e os problemas gerados e relatei também como foram feitas as coletas e análises das amostras de água.

E10: [...] Infelizmente a proposta da atividade foi perdida num período muito corrido do semestre, em que há muitas provas e trabalhos de outras disciplinas, assim não houve tempo de estabelecer troca de opiniões sobre os pesticidas e a aplicação da técnica com outros colegas e com o professor, então todo conhecimento adquirido na resolução da atividade advém dos conceitos passado em sala de aula sobre cromatografia e da pesquisa individual realizada por meio de artigos científicos e livros.

E12: [...] Para que minhas dúvidas fossem esclarecidas, discuti sobre o caso com o professor e as outras alunas que também estavam fazendo este estudo de caso. Após ter tirado as dúvidas com o professor e pelas aulas, consegui resolver o caso em questão em elaboração de quais primeiros passos devia se seguir [...].

Deste modo, observa-se que são as relações de saber que se constituem como obstáculos epistemológicos para a eficácia da aprendizagem dos estudantes E6 e E10. As relações de saber auxiliam a organização das ideias iniciais, permitindo um melhor esclarecimento de dúvidas conceituais ou procedimentais para alcançar a aprendizagem, pois se trata de relações sociais de aprendizagem entre pessoas que já possuem o conhecimento desejável por aqueles que ainda estão em processo (Charlot, 2000).

O discurso de E10 aponta que o principal motivo da não socialização das informações foi à falta de tempo, mas, na verdade, o motivo é a preocupação com as outras provas e trabalhos das demais

disciplinas, uma vez que justificar algo pela “falta de” é uma leitura negativa da realidade (Charlot, 2000). Essa perspectiva de recusa à socialização por causa de outras atividades se configura como um obstáculo pedagógico, pois o estudante não estabelece relações com o saber que revelem a importância da sua construção social e singular como sujeito durante a atividade, o que obstrui seu processo de aprendizagem (Trópia & Caldeira, 2011).

Além disso, este discurso realça o que Charlot (2013) descreve como trabalho alienado e não como atividade intelectual (escolar), pois o estudante está preocupado com provas e trabalhos e não no saber propriamente dito. Quando o motivo de estudar não converge com o objetivo de aprender, a atividade escolar se degrada em trabalho alienado, sendo que o estudante não tem prazer naquilo que faz. Esse é um dos grandes desafios da educação na atualidade.

Observa-se no saber “**Proposta do método de quantificação do DDT e seus derivados**” a existência de algumas descrições adequadas (E1 e E4) como o uso do método do padrão externo ou interno (métodos matemáticos que envolvem a construção de uma curva de calibração a partir de diferentes concentrações de um padrão). Em outros discursos, os estudantes (E8 e E12) reportam, além das descrições corretas, uma explicação adequada em relação ao modelo teórico-conceitual (que a quantificação é feita a partir das áreas dos picos das substâncias no cromatograma para a realização da curva de calibração).

O extrato 5 traz alguns exemplos em que os trechos grifados evidenciam os conceitos supracitados:

EXTRATO 5

E1: As análises de quantificação podem ser realizadas pelo método do padrão externo ou interno, onde as análises baseiam-se nas curvas de calibração.

E4: [...] A quantificação do DDT e seus derivados foi feita através do método de padrão interno, pois foi escolhido esse método por não se conhecer a concentração da amostra coletada [...].

E8: [...] A quantificação do DDT e seus derivados pode-se fazer aplicando o método de padrão interno, porque não se conhece a concentração da amostra que vai ser analisada. Com os dados levantados é possível construir uma curva de calibração – regressão linear, verificando-se assim a confiabilidade no final das análises [...].

E10: Houve um pequeno problema na etapa de quantificação da amostra, pois alguns indivíduos do grupo de pesquisadores propuseram que fosse feita por acoplamento de outro espectrômetro de massas, por ser mais confiável e haver menos interferência, ou seja, a técnica geral seria HPLC/MS-MS. No entanto, foi alegado que ainda é uma técnica muito sofisticada e cara, a qual não seria viável a utilização no determinado momento, pois teria que enviar a amostra para outro laboratório fazer. Dessa forma, a quantificação foi realizada pela construção de uma curva analítica por padrão interno, onde se tinha um padrão com grau de pureza elevado para que o sinal analítico seja semelhante ao do DDT da amostra.

E12: [...] A quantificação do analito foi feita verificando a intensidade dos picos... separando-o no cromatograma e utilizando o método de padrão interno. Nesse método é feito a regressão linear da área do pico (integração da área) pelo volume padrão (volume padrão interno adicionado).

Observa-se ainda que no exemplo de E12 a explicação é mais fundamentada, pois o estudante discorre de forma correta os parâmetros utilizados para o método de quantificação por cromatografia (“...é feito a regressão linear da área do pico pelo volume padrão...”), enquanto no excerto E1 e E8 apenas há a citação para a construção da curva de calibração.

Já o trecho E4 e E10, os estudantes apenas descrevem o emprego do método de padrão interno e o uso da técnica hífenada HPLC/MS-MS, sem nenhuma explicação de como ele funciona e como se obtém a concentração da amostra.

Essas diferenças de aprendizagem mostram que “*aprender envolve uma relação, ao mesmo tempo, daquele que aprende, e, indissociavelmente, com o que ele aprende e com ele mesmo*” (Charlot, 2001, p. 27). Eis aqui o ponto que toda relação com o saber também é uma relação consigo mesmo, uma vez que aprender algo está diretamente relacionado com o sujeito.

Especificamente nesse saber, é importante ressaltar que a proposta de resolução do caso poderia envolver visualizações gráficas e simbólicas como o uso de cromatograma (resultado de uma análise por

CLAE) e gráfico de uma equação de primeiro grau (curva de calibração). Inerente à aprendizagem está a correta representação e interpretação dessas simbologias, visto que faz parte da linguagem química (normatividade) e do conhecimento químico.

Uma vez que o cromatograma faz parte da especificidade da atividade intelectual, pois é uma das formas da linguagem científica, os resultados apontam que os estudantes não utilizam dessa normatividade, que é desenvolvida para facilitar o pensamento qualitativo e quantitativo e a comunicação sobre os componentes centrais dos modelos teóricos (Talanquer, 2011).

O uso da linguagem escrita acaba prevalecendo nas resoluções, o que pode ser indício de dificuldades dos estudantes em expressar as informações na forma de gráficos e tabelas como observado por Queiroz (2001) também com estudantes de cursos de graduação em Química. Essas dificuldades são relatadas nas narrativas de E1, E4 e E8:

EXTRATO 6

E1: A linguagem das minhas pesquisas era de fácil entendimento e raciocínio, mas na hora de organizar as ideias tive um pouco de dificuldade em apresentar.

E4: Apesar do estudo do caso ser individual, busquei discutir com os colegas e tirar dúvida com o professor, a fim de esclarecer minhas ideias e aprofundar mais sobre o assunto e obter mais conhecimento. Tive uma dificuldade de fundamentar com as teorias.

E8: Foi complicado a realização do trabalho, porque juntar muitas informações para resolver tal problema não é fácil. Além disso, as dúvidas eram como utilizar as informações e representar elas.

Essas dificuldades parecem guiar os estudantes para não usar outros tipos de visualizações na Química a não ser a linguagem escrita. Particularmente, tais resultados apontam para uma relação consigo mesmo que remete a questão da relação de identidade com o saber (intrínseca ao sujeito). É nesse ponto que o próprio sujeito se torna um elemento norteador ou bloqueador da aprendizagem, pois submergem a sua própria história, suas expectativas, suas concepções de vida e na imagem que se quer passar de si para os outros e para o mundo (Charlot, 2000).

Todos esses fatores estão relacionados com a aprendizagem, sobretudo, o sentido e o valor que os estudantes dão a esses fatores, pois eles são indissociáveis do que o sujeito aprende e da forma que ele expressa o que aprendeu (Charlot, 2001).

Assim, mesmo que as resoluções indiquem que houve uma apropriação conceitual a respeito desse saber, evidenciando um produto da aprendizagem, é importante reconhecer que ainda é preciso uma evolução conceitual para a amplitude da normatividade Química e da respectiva rede de significados. Segundo Trópia e Caldeira (2011, p. 373), tais dificuldades de evolução estão relacionadas aos obstáculos epistemológicos da formação do espírito científico na relação com o saber, que envolve o processo de desconstrução e construção de conhecimentos mal estabelecidos, “*estando em jogo a própria construção do cientista e a noção da natureza da atividade do saber que ele possui*”.

No saber “**Alternativas de recuperação dos danos causados pelos pesticidas**”, os estudantes propuseram dois possíveis processos para a remoção do DDT e seus derivados: processos de adsorção e de biorremediação (ou fitorremediação). Apenas nos discursos de E7 e E11 não foram observados nenhuma proposta de recuperação da área degradada. O extrato 7 ilustra esses processos:

EXTRATO 7

E1: Alguns métodos convencionais utilizados para a remoção de contaminantes em recursos hídricos são a fitorremediação, biorremediação, precipitação química, troca iônica e processo de adsorção com carvão ativado [...] Uma alternativa mais barata e acessível é a adsorção utilizando materiais alternativos com o uso de resíduos vegetais, micro-organismos e resíduos agroindustriais.

E4: [...] Para a retirada do DDT e seus derivados existentes nos efluentes uma solução alternativa seria aplicar o processo de biorremediação, onde com o auxílio das plantas biorremediadas elas irão captar dos solos poluentes persistentes.

E8: [...] O uso de técnicas de biorremediação e até mesmo plantas biorremediadoras são capazes de retirar os contaminantes presentes nos locais.

E9: [...] Pode-se utilizar materiais alternativos para o tratamento destas áreas contaminadas, visando metodologias simples, de baixo custo e enfatizando o uso

de resíduos vegetais, micro-organismos e resíduos agroindustriais como cascas de mandioca, de castanha de caju, sementes de pinhão manso, dentre outros.

E14: Uma possível solução para o problema gerado é o de biorremediação, onde com o auxílio de plantas biorremediadoras elas captam do solo poluentes persistentes bem como o DDT e seus derivados.

Esses exemplos mostram uma apropriação de um saber que vai além dos conhecimentos de cromatografia líquida de alta eficiência, pois os estudantes propõem alternativas de recuperação estudadas em outras disciplinas. Neste caso, o saber e o sentido desse saber são induzidos principalmente por relações com o mundo científico/acadêmico (rede de significados) e indicam a capacidade dos estudantes em estabelecer conexões e relações científicas com os conhecimentos adquiridos ao longo de sua trajetória escolar (Charlot, 2000).

No entanto, esse saber também foi induzido pela relação com o outro, no intuito de estabelecer uma relação de saber com outra pessoa que tem mais domínio do saber que o próprio sujeito. O exemplo a seguir representa essa relação com o outro, evidenciada pela conversa entre E12 com a irmã, que é graduanda de outro curso no campus da universidade:

EXTRATO 8

E12: Na solução do problema, conversei com minha irmã que estuda Eng. Bioprocessos e Biotecnologia, e o melhor processo proposto foi o de biorremediação do solo ou a utilização de adsorventes naturais.

Além da relação de saber, que envolve diretamente a relação com o outro que faz a mediação da ação, vale destacar o engajamento desse estudante para se apropriar do saber. Esse engajamento é mobilizado pelo desejo do estudante de aprender mais, pois ele poderia ter escolhido um método mais próximo da sua formação. Charlot (2005, p. 54) destaca que para que o sujeito se mobilize, “*é preciso que a situação de aprendizagem tenha sentido para ele, que possa produzir prazer, responder a um desejo*”. É isso que E12 busca nessa rede de significados.

Por fim, toda relação com o sujeito dependerá de como ele está engajado na atividade, ou seja, só aprende quem realmente entrar em uma atividade intelectual e investir nessa atividade. É a mobilização do estudante frente à atividade e o desejo de aprender e permanecer na atividade (Charlot, 2000). O extrato 9 revela as principais mobilizações provocadas pela atividade, que concentram em obter mais conhecimentos sobre a técnica, a importância das aulas da disciplina, a aplicação de um problema e a relevância para a formação profissional:

EXTRATO 9

E1: Acredito que o caso foi bastante útil para meus conhecimentos sobre HPLC e como proceder para realizar uma análise, especialmente por poder fazer parte do meu futuro profissional.

E3: Durante a elaboração do trabalho foi possível aprender quais as etapas importantes para começar uma análise cromatográfica, aprendi que a escolha da fase móvel é de grande importância para uma boa separação e pode ter mais informações sobre os pesticidas.

E4: [...] As aulas de Química Analítica Instrumental foi de fundamental importância para entender os métodos de análises instrumentais e seu fundamento teórico [...].

E8: [...] Esse tema ajudou-me demais nos meus conhecimentos, pois me fez estudar e pensar o que eu realmente tinha aprendido até hoje [...].

E9: [...] Quanto à importância da resolução do caso para minha vida acadêmica, eu acho essencial esse tipo de atividade, pois é através dela que aplicamos o que foi estudado em sala de aula. Propor estes desafios para o aluno é válido, pois acrescenta na vida profissional, onde se trata de situações que teremos que enfrentar no futuro.

E12: [...] Esse caso proposto foi muito importante para a minha futura vida profissional, pois são problemas assim que iremos encontrar no nosso dia-a-dia na sociedade.

Em E3 há um destaque para a importância da aprendizagem de alguns conteúdos específicos da cromatografia líquida de alta eficiência, como a escolha da fase móvel e dos conhecimentos a respeito dos pesticidas. Os discursos de E1, E9 e E12 ressaltam a formação acadêmica para, conseqüentemente, ter êxito na vida profissional. Já E4 evidencia que as aulas da disciplina proporcionaram o entendimento dos

conhecimentos para a resolução do caso, enquanto E8 reflete sobre como o tema do caso ajudou na aplicação dos conhecimentos que outrora foram adquiridos.

Por isso que Charlot (2000) discorre que entender as diferentes relações com o saber que mobilizam os estudantes a entrar e permanecer na atividade intelectual é um dos primeiros passos para a compreensão do processo de aprendizagem. Os exemplos do extrato 9 mostram que cada estudante se mobilizou de forma diferente durante a atividade, apropriando-se dos saberes químicos envolvidos assim como dando sentidos diferenciados a esses saberes durante e após a atividade.

Por fim, é válido apresentar uma questão a respeito dos princípios básicos de cromatografia, identificado pelas observações durante a atividade, como professor-pesquisador. Muitos estudantes apresentavam dificuldades de identificar a polaridade das substâncias a partir das estruturas químicas (moleculares), ou seja, não sabiam dizer se a molécula era polar ou apolar durante a disciplina. Uma vez que a cromatografia, sobretudo a líquida, tem como alicerce as diferentes interações intermoleculares existentes entre a substância e as fases estacionária e móvel, o conceito de polaridade – que faz parte da rede de significados para a aprendizagem da CLAE – acabou se tornando um obstáculo epistemológico para alguns estudantes durante a aprendizagem, necessitando ainda de uma reconstrução para um avanço no espírito científico.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Analisar a aprendizagem com enfoque na noção da relação com o saber é dar ênfase em como se dá o caminho percorrido durante esse processo e não apenas avaliar o produto final alcançado pelos estudantes. É considerar toda a história do sujeito, envolvendo as questões que norteiam, que sustentam, que bloqueiam e que conduzem a apropriação e a evolução conceitual.

Apresentou-se como os elementos atividade intelectual, mobilização, normatividade, professor questionador/mobilizador, rede de significados, relação de saber e sujeito podem ser usados para analisar o processo de aprendizagem dos estudantes, evidenciando que são as relações com o saber estabelecidas que diferenciam a eficácia da aprendizagem.

Observou-se que mesmo a atividade intelectual sendo a mesma (resolução do caso investigativo), alguns estudantes não permaneceram na atividade (pouco tempo de dedicação, dar prioridade para outros afazeres) e conseqüentemente afetou a capacidade de mobilização, ou seja, de se colocar como próprio recurso para resolver a situação.

Ademais, a maioria dos estudantes que constituíram relações de saber (professor e outros sujeitos) durante o caminho da resolução mostrou um maior domínio e mediação da normatividade Química (linguagem científica) e das redes de significados que cada conceito instituiu.

Portanto, os resultados desse trabalho mostram que a noção da relação com o saber se configura como mais uma alternativa para o Ensino de Ciências de analisar a aprendizagem dos estudantes. Isso porque permite analisar todas as etapas/caminhos do desenvolvimento singular de cada sujeito (o processo) durante a atividade realizada (podendo ser sem sala de aula ou fora) até a eficácia do produto final da aprendizagem, desvelando para o professor os pontos que necessitarão de mais relações de saber para intensificar a mobilização dos sujeitos na atividade e na aprendizagem.

Assim, a análise do processo de aprendizagem a partir dos elementos da noção da relação com o saber feitas neste trabalho, contribui para o avanço de linhas como ensino-aprendizagem e avaliação da aprendizagem no Ensino de Ciências. Tal contribuição se dá em função da relação com o saber não se limitar apenas em identificar se o sujeito aprende ou não os conceitos e/ou conteúdos, mas em entender os caminhos que o levaram a aprender de forma holística e humanizada, tão oportuna para o Ensino de Ciências nos dias atuais.

REFERÊNCIAS

- Bardin, L. (2011). *Análise de conteúdo* (2a ed.). Lisboa, Portugal: Edições 70.
- Brandão, C. R. (2006). *Pesquisa participante* (8a ed.). São Paulo, SP: Brasiliense.
- Charlot, B. (2000). *Da relação com o saber: elementos para uma teoria*. Porto Alegre, RS: Artmed.
- Charlot, B. (2001). *Os jovens e o saber: perspectivas mundiais*. Porto Alegre, RS: Artmed.

- Charlot, B. (2005). *Relação com o saber, formação dos professores e globalização: questões para a educação hoje*. Porto Alegre, RS: Artmed.
- Charlot, B. (2013). *Da relação com o saber às práticas educativas*. São Paulo, SP: Cortez.
- Cliff, W. H., & Curtin, L. N. (2000). The Directed Case Method. *Journal of College Science Teaching*, 30(1), 64-66. Recuperado de <https://search.proquest.com/openview/febff672c77a2447f8098a13d680acc6/1?pq-origsite=gscholar&cbl=49226>
- Freire, P. (2006). Criando métodos de pesquisa alternativa: aprendendo a fazê-la melhor através da ação. In C. R. Brandão (Org.). *Pesquisa participante* (pp. 34-41). (8a ed.). São Paulo, SP: Brasiliense.
- Francisco, W. (2018). *Casos investigativos e relações com o saber no ensino de ciências*. São Carlos, SP: Pedro & João Editores.
- Herreid, C. F. (1997). What is a case? Bringing to science education the established teaching tool of law and medicine. *Journal of College Science Teaching*, 27(2), 92-94. Recuperado de <http://libweb.lib.buffalo.edu/cs/pdfs/What%20is%20a%20Case-XXVII-2.pdf>
- Herreid, C. F. (1998). What makes a good case? *Journal of College Science Teaching*, 27(3), 163-169. Recuperado de <http://sciencecases.lib.buffalo.edu/cs/pdfs/What%20Makes%20a%20Good%20Case-XXVII-3.pdf>
- Herreid, C. F. (2011). Case study teaching. *New Directions for Teaching and Learning*, 1(128), 31-40. <http://doi.org/10.1002/tl.466>
- Herreid, C. F., Prud'homme-Généreux, A., Schiller, N. A., Herreid, K. F., & Wright, C. (2016). What makes a good case, revisited: the survey monkey tells all. *Journal of College Science Teaching*, 46(1), 60-65. Recuperado de [http://digital.nsta.org/publication/?i=329023&article_id=2558217&view=articleBrowser&ver=html5#\(%22is_sue_id%22:329023,%22view%22:%22articleBrowser%22,%22article_id%22:%222558217%22\)](http://digital.nsta.org/publication/?i=329023&article_id=2558217&view=articleBrowser&ver=html5#(%22is_sue_id%22:329023,%22view%22:%22articleBrowser%22,%22article_id%22:%222558217%22))
- Mortimer, E. F. (2010). As chamas e os cristais revisitados: estabelecendo diálogos entre a linguagem científica e a linguagem cotidiana no ensino das Ciências da natureza. In W. L. P. Santos & O. A. Maldaner (Orgs.). *Ensino de Química em foco* (pp. 181-208). Ijuí, RS: Unijuí.
- Queiroz, S. L. (2001). A linguagem escrita no curso de graduação em química. *Química Nova*, 24(1), 143-146. Recuperado de <http://submission.quimicanova.sbq.org.br/qn/qnol/2001/vol24n1/23.pdf>
- Queiroz, S. L., & Cabral, P. F. O. (2016). Estudos de caso no ensino de Ciências Naturais. São Carlos, SP: Cdcc-usp.
- Talanquer, V. (2011). Macro, submicro, and symbolic: the many faces of the chemistry “triplet”. *International Journal of Science Education*, 33(2), 179-195. <http://doi.org/10.1080/09500690903386435>
- Trópia, G., & Caldeira, A. D. (2011). Vínculos entre a relação com o saber de Bernard Charlot e categorias bachelardianas. *Educação*, 34(3), 369-375. Recuperado de <http://revistaseletronicas.pucrs.br/ojs/index.php/faced/article/viewFile/5227/6787>
- Valadares, J. (2011). A teoria da aprendizagem significativa como teoria construtivista. *Aprendizagem Significativa em Revista*, 1(1), 36-57. Recuperado de http://www.if.ufrgs.br/asr/artigos/Artigo_ID4/v1_n1_a2011.pdf
- Vygotsky, L. S. (1987). *Pensamento e linguagem*. São Paulo, SP: Martins Fontes.

Recebido em: 10.10.2017

Aceito em: 18.10.2018