

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO UNIVERSITÁRIO NORTE DO ESPÍRITO SANTO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO NA EDUCAÇÃO BÁSICA

ANA REGINA DALMASCHIO CARRIJO

**A (RE)SIGNIFICAÇÃO DO ERRO NO ENSINO DE QUÍMICA
ORGÂNICA NUMA PERSPECTIVA CONSTRUTIVISTA**

SÃO MATEUS

2019

ANA REGINA DALMASCHIO CARRIJO

**A (RE)SIGNIFICAÇÃO DO ERRO NO ENSINO DE QUÍMICA
ORGÂNICA NUMA PERSPECTIVA CONSTRUTIVISTA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino na Educação Básica, como requisito para obtenção do título de Mestre em Ensino na Educação Básica, sob a orientação da professora Dr^a Ana Nery Furlan Mendes

SÃO MATEUS

2019

Ficha catalográfica disponibilizada pelo Sistema Integrado de Bibliotecas - SIBI/UFES e elaborada pelo autor

C316(Carajo, Ana Regina Dalmaschio, 1984-
A (re)significação do erro no ensino de Química Orgânica numa perspectiva construtivista / Ana Regina Dalmaschio Carajo. - 2019.
117 f. : il.

Orientadora: Ana Nery Furlan Mendes.
Dissertação (Mestrado em Ensino na Educação Básica) - Universidade Federal do Espírito Santo, Centro Universitário Norte do Espírito Santo.

1. Erro. 2. Construtivismo. 3. Ensino de Química. 4. Química Orgânica. I. Mendes, Ana Nery Furlan. II. Universidade Federal do Espírito Santo. Centro Universitário Norte do Espírito Santo. III. Título.

CDU: 37

Ana Regina Dalmaschio Carrijo

**A (RE)SIGNIFICAÇÃO DO ERRO NO ENSINO DE QUÍMICA
ORGÂNICA NUMA PERSPECTIVA CONSTRUTIVISTA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino na Educação Básica da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ensino na Educação Básica.

Aprovada em 25 de fevereiro de 2019.

COMISSÃO EXAMINADORA


Profª. Drª. Ana Nery Furlan Mendes
Universidade Federal do Espírito Santo
Orientadora


Profª. Drª. Regina Cella Mendes
Senatore
Universidade Federal do Espírito Santo


Profª. Drª. Vivian Cornelio Megna
Universidade Federal do Espírito Santo

AGRADECIMENTOS

Primeiramente ao grandioso Deus, ao qual sou eternamente grata por todas as graças concedidas, dentre elas, o ingresso nesse mestrado.

Ao meu esposo, Jônatas, e minha filhinha, Ana Clara, pelo imenso apoio, carinho, compreensão, amparo e amor para comigo durante todo o curso.

Aos meus pais por todo carinho, incentivo e suporte necessário em todas as etapas do curso.

Aos amigos, por todo aconselhamento e força necessários para o êxito desse mestrado.

A todos os professores do mestrado, que tanto contribuíram para o meu crescimento enquanto profissional da educação, em especial às professoras doutoras Ana Nery e Regina Senatore, pelo acolhimento, orientações, dicas e sugestões que me inspiraram na construção desse trabalho.

RESUMO

Tradicionalmente nas escolas, o erro tem sido fonte de condenação, castigo e punição, fato que pode ser traduzido como ignorância a respeito do caráter interpretativo dos processos de desenvolvimento da inteligência do aluno e dos seus níveis de estruturação. Contudo, sob a perspectiva construtivista piagetiana, o erro, no cenário educativo, é transformado em um valioso instrumento pedagógico para a compreensão da aprendizagem dos alunos, usado para indicar o estágio em que o aluno se encontra e, conseqüentemente, possibilitar a tomada de decisões para as atividades subsequentes. No intuito de ressignificar o erro construtivo no ensino de Química, elaborou-se um estudo sobre o erro cometido pelo aluno durante o processo de construção de conhecimentos em Química Orgânica. Nessa perspectiva, destaca-se a importância dos educadores assumirem em seu cotidiano a conduta de observar e tornar os erros observáveis pelo próprio aluno, não pelo simples apontamento, mas através de um trabalho de direcionamento e encorajamento das tentativas dos alunos em busca de uma legítima reflexão, e conseqüente regulação do que fora construído, para que esse aluno alcance níveis de desenvolvimentos cada vez maiores de inteligência.

Palavras-chave: Erro. Construtivismo. Ensino de Química. Química Orgânica.

ABSTRACT

Traditionally in schools, the error has been a source of condemnation, flogging and punishment, a fact that can be translated as ignorance about the interpretive character of the processes of development of the student's intelligence and their levels of structuring. However, under the piagetian constructivist perspective, error in the educational scenario is transformed into a valuable pedagogical tool for the understanding of student learning, used to indicate the stage in which the student is, and consequently, to make decisions for subsequent activities. In order to reimpose the constructive error in the teaching of Chemistry, a study was elaborated on the error committed by the student during the process of construction of knowledge in Organic Chemistry. From this perspective, excels the educator's importance to assume, in their daily lives, the conduct of observing and making mistakes observable by the student himself. It is not a question of simply pointing them out, but rather of carrying out a work of directing and encouraging the students' attempts for a legitimate reflection and consequent regulation of what had been constructed, so that this student reaches levels of ever greater intelligence .

Keywords: Error. Constructivism. Chemistry Teaching. Organic Chemistry.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Trecho das entrevistas contendo a investigação sobre os conhecimentos a respeito do carbono	60
Figura 2 - Atividade 1 realizada por A1: letra “c”	63
Figura 3 – Trecho da entrevista com A1: identificação do erro da figura 2 e sua consequente superação	64
Figura 4 – Atividade 2 realizada por A1: letra “a”	65
Figura 5 – Atividade 2 realizada por A1: letra “b”	65
Figura 6 – Atividade 2 realizada por A1: letra “c”	65
Figura 7 – Atividade 2 realizada por A1: letra “d”	66
Figura 8 – Atividade 3 realizada por A1: letra “c”	69
Figura 9 – Atividade 3 realizada por A1: letra “d”	69
Figura 10 – Atividade 3 realizada por A1: letra “f”	69
Figura 11 – Trecho da entrevista com A1: identificação do erro da figura 9 e sua consequente superação	70
Figura 12 – Atividade 4 realizada por A1: letra “d”	71
Figura 13 – Atividade 4 realizada por A1: letra “g”	71
Figura 14 – Atividade 4 realizada por A1: letra “h”	73
Figura 15 - Atividade 1 realizada por A2: letra “c”	74
Figura 16 - Atividade 1 realizada por A2: letra “e”	74
Figura 17 – Atividade 2 realizada por A2: letras “a”, “b”, “c” e “d”	77

Figura 18 – Trechos da entrevista contendo a investigação sobre o conceito de tetraavalência do carbono apreendido por A2 na atividade 2, letras “a”, “c” e “d”	78
Figura 19 – Trecho da entrevista com A2 sobre a investigação dos conceitos de grupo funcional e função química álcool	79
Figura 20 – Atividade 3 realizada por A2: letras “d” e “e”	80
Figura 21 – Atividade 3 realizada por A2: letras “g” e “h”	81
Figura 22 – Interpretação da resposta fornecida por A2 na letra “h” da atividade 3..	82
Figura 23 – Atividade 4 realizada por A2: letras “c”, “d” e “g”	84
Figura 24 – Trecho das explicações sobre os erros contidos nas letras “c”, “d” e “g” fornecidas por A2 referente à atividade 4.....	86
Figura 25 – Atividade 1 realizada por A3: letras “b” e “c”	88
Figura 26 – Trecho das explicações sobre os erros contidos nas letras “b” e “c” fornecidas por A3 referente à atividade 1	88
Figura 27 – Atividade 2 realizada por A3: letras “a”, “b” e “d”	90
Figura 28 – Trecho das explicações sobre o erro contido nas letras “d” fornecidas por A3 referente à atividade 2	91
Figura 29 - Atividade 3 realizada por A3: letras “b”, “c” e “d”	93
Figura 30 - Atividade 3 realizada por A3: letras “f” e “g”	94
Figura 31 – Fragmentos da entrevista fornecida por A3 referente à atividade 3.....	94
Figura 32 – Atividade 4 realizada por A3: letras “b” e “c”	95
Figura 33 – Recortes da entrevista fornecida por A3 referente à atividade 4.....	96
Figura 34 – Atividade 1 realizada por B1: letras “a”, “b”, “c”, “d”, “e” e “f”	100
Figura 35 – Atividade 2 realizada por B1: letras “a”, “b”, “c” e “d”	101

Figura 36 – Trechos da entrevista fornecida por B1 referente as correções das ramificações contidas nas letras “a” e “b” da atividade 2	102
Figura 37 – Atividade 3 realizada por B1: letras “c”, “d” e “e”	104
Figura 38 – Atividade 4 realizada por B1: letras “a”, “b”, “c”, “d”	105
Figura 39 – Trechos da entrevista fornecida por B1 referente as correções das estabilizações dos carbonos contidas nas letras “a”, “b”, “c” e “d” da atividade 4 ...	105

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	10
1.1.	MEMORIAL	10
1.2.	EXPLANAÇÃO DO TEMA.....	11
1.3.	PROBLEMA DE PESQUISA	16
1.4.	JUSTIFICATIVA DA PESQUISA	16
1.5.	HIPÓTESE ORIENTADORA DA PESQUISA.....	16
2.	OBJETIVOS	17
2.1.	OBJETIVO GERAL	17
2.2.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	17
3.	REFERENCIAL TEÓRICO	18
3.1.	SIGNIFICANDO O ERRO AO LONGO DA HISTÓRIA	18
3.1.1.	Erro: uma história de culpa e castigo	18
3.1.2.	Erro e acerto: da dicotomia ao complemento	21
3.1.3.	O erro na perspectiva construtivista piagetiana	26
3.1.4.	O erro como fonte de virtude: caminhos e possibilidades	36
3.1.5.	O erro e os documentos oficiais	39
3.1.6.	O erro e o Ensino de Química	41
4.	PERCURSO METODOLÓGICO DA PESQUISA	43

4.1.	O MÉTODO CLÍNICO	45
4.2.	CENÁRIO E ATORES DA PESQUISA.....	50
4.3.	DETALHAMENTOS DA PESQUISA	51
4.4.	FORMA DE ANÁLISE DOS DADOS.....	56
5.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	58
5.1.	ANÁLISE DOS ERROS DOS ALUNOS	59
5.1.1.	Investigação inicial acerca do desenvolvimento dos alunos	60
5.1.2.	Análise clínica do desenvolvimento de A1	63
5.1.3.	Análise clínica do desenvolvimento de A2	73
5.1.4.	Análise clínica do desenvolvimento de A3	86
5.1.5.	Análise clínica do desenvolvimento de B1	97
6.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	107
	REFERÊNCIAS.....	109
	APÊNDICE A.....	113
	APÊNDICE B	114
	ANEXO 1.....	117

1 INTRODUÇÃO

1.1 MEMORIAL

Como professora-pesquisadora das disciplinas de Biologia e Química há quase doze anos, o erro cometido pelos alunos durante a construção de conhecimentos tem sido alvo de atentos olhares durante a minha prática docente e objeto de estudo e investigação constante em busca de melhorias para o processo de ensino-aprendizagem.

Enquanto aluna, lembro-me de diversas vezes ter presenciado cenas lamentáveis de alguns professores lendo em voz alta trechos de provas e atividades de alunos contendo erros que consideravam inadmissíveis. A leitura era feita em tons agressivos, intercalada de seriedade, sarcasmos e algumas vezes até de deboche. Os nomes dos alunos não eram citados, porém todos se entreolhavam a fim de descobrir quem eram os autores de tais erros. O sentimento de medo, preocupação e tensão me assolavam e, a cada leitura, me questionava se fora eu que havia escrito aquela “barbaridade”.

Com o passar do tempo, a cada avaliação que eu era submetida, provas, vestibulares, concursos, percebia que a tensão e ansiedade se tornavam sentimentos cada vez mais frequentes ao ponto de algumas vezes refletir em minha saúde física, o que me levou a buscar auxílio psicológico para superação de um provável trauma adquirido.

Em 2004, ingressei no curso de Licenciatura em Ciências Biológicas pela Universidade estadual de Goiás (UEG) e, ao contrário da grande parte dos colegas que ingressaram no curso, a escolha pela licenciatura se deu de forma consciente, no intuito de realmente seguir a carreira do magistério, o que me impeliu a tratar as disciplinas relacionadas à parte pedagógica com muita dedicação.

Em meados da graduação, ao cursar as duas disciplinas de Didática (Didática I e II), tive o contato com diversas teorias relacionadas ao processo de ensino-

aprendizagem, bem como as práticas e metodologias adequadas, formas de avaliação existentes, dentre inúmeros assuntos relacionados ao processo educacional. O entusiasmo pelos assuntos era tamanho que decidi convidar a professora dessas disciplinas para ser minha orientadora.

Em meio a essas aulas, uma em especial fora decisiva para a escolha do meu objeto de pesquisa desde então. A professora levou um texto para discussão denominado “É errando que se aprende”, que se tratava de uma entrevista com o sociólogo e educador, Pedro Demo. Nessa mesma aula vislumbrei um caminho a percorrer durante toda minha vida acadêmica, desde a graduação, passando por duas especializações e agora, também, no mestrado.

A visão de uma nova perspectiva sobre o erro como um importante instrumento para o ensino começou a nascer ao refletir sobre a afirmação contida na entrevista que “errar é mais que humano, é pedagógico” (DEMO, 2001, p. 49). Nesta entrevista, além de destacar a importância da reflexão crítica acerca do aproveitamento pedagógico do erro, Demo levantou alguns aspectos sobre a sua má utilização em nosso sistema de ensino e como o professor brasileiro encontra-se mal preparado para lidar com o erro, tentando normalmente expeli-lo. Desde então, houve uma crescente necessidade de entender como o erro do aluno, durante as atividades escolares, tem sido visto pelos educadores, como ele vem sendo e como pode vir a ser trabalhado no decorrer do processo de ensino e aprendizagem de Química.

1.2 EXPLANAÇÃO DO TEMA

Tradicionalmente nas escolas, a dicotomia entre o erro e o acerto é um forte indício de uma concepção classificatória de aprendizagem que se encontra profundamente consolidada na forma de ver o mundo. Baseada em pedagogias tradicionais, comumente o erro tem sido concebido no ensino como fonte de condenação, castigo e punição, fato que pode ser traduzido como ignorância a respeito do caráter interpretativo dos processos de desenvolvimento da inteligência do aluno e dos seus níveis de estruturação.

Para enriquecer a discussão a respeito do erro, o presente trabalho toma como referencial teórico os ideais do epistemólogo Jean Piaget, cuja perspectiva redimensionou a visão do mesmo no cenário educativo, transformando-o em um valioso instrumento pedagógico para a compreensão da aprendizagem dos alunos.

A concepção construtivista, fundamentada nas obras de Piaget, compreende o desenvolvimento da inteligência como fruto da interação do sujeito com seu meio através de um trabalho ativo de ação e reflexão, pelo qual se cria formas cada vez mais complexas de conhecer o mundo. Para Piaget, esse desenvolvimento tem como essencial fonte as regulações provenientes de situações perturbadoras, da qual o erro faz parte, merecendo, assim, seu papel de destaque na aprendizagem e desenvolvimento (LA TAILLE, 1997).

Assim, tem-se o redimensionamento do erro dentro do espaço pedagógico, passando de vilão absoluto a um valioso aliado. O erro passa então a ser usado para indicar o estágio em que o aluno se encontra e possibilitar a tomada de decisões para as atividades subsequentes, ou seja, o erro torna-se um elemento que faz parte do processo ensino-aprendizagem (LUCKESI, 2013).

Para ser utilizado como uma ferramenta útil ao processo de aprendizagem o erro “necessita de efetiva verificação, para ver se estamos diante dele ou da valorização preconceituosa de um fato e de esforço, visando compreender o erro quanto a sua constituição (como é esse erro?) e origem (como emergiu esse erro?)” (LUCKESI, 2013, p. 208). Um dos ideais do construtivismo é a utilização do erro como fonte de virtude na aprendizagem escolar, ao ser considerado um importante indicador de que o aluno ainda não alcançou uma solução necessária.

Ferreiro (2011) ressalta que quando as construções espontâneas de uma criança são produtos de um esforço original tal como ela acredita que poderia ou deveria elaborar, oferecem um valioso documento que requer uma precisa interpretação antes de ser avaliado e julgado.

Nessa perspectiva, o erro torna-se uma premissa importante para o desenvolvimento cognitivo, que, ao ser identificado e compreendido, pode prontamente ser superado

pelo aluno, o que implica em uma correção inteligente do mesmo ao reorientar seu fazer e/ou seu entendimento.

Dessa forma, o erro passa a ser visto como algo dinâmico, pois, inicialmente, este diverge do que é tido como padrão (ou correto). Todavia, posteriormente, através da interação do indivíduo com o meio, o erro tende a se aproximar deste padrão ou, até mesmo, superá-lo, em busca de um equilíbrio, o que Piaget denominou de adaptação. (LUCKESI, 2013)

De acordo com os conceitos piagetianos, os conflitos encontrados nos erros desestabilizam progressivamente as estruturas cognitivas desenvolvidas pelo aluno, que em busca do equilíbrio, começam a reconstruir novas vias de aprendizagem. Então, interpretar, em termos de certo ou errado os esforços iniciais para a compreensão de determinados conhecimentos, é negar-se a ver os processos de construção e as intenções que possibilitam uma avaliação da aprendizagem de fato.

Demo (2001, p. 50-51) ressalta ainda que o erro

[...] não é um corpo estranho, uma falha na aprendizagem. Ele é essencial, é parte do processo. Ninguém aprende sem errar. O homem tem uma estrutura cerebral ligada ao erro, é intrínseca ao saber-pensar, à capacidade de avaliar e refinar, por acerto e erro, até chegar a uma aproximação final. Para quem tem uma idéia **[sic]** de aprendizagem como produto final, o erro está fora dela, mas para quem a vê como um processo, ele faz parte.

Sendo assim, o erro precisa ser tratado não como incapacidade de aprender, mas como elemento que sinaliza ao professor a compreensão efetiva do aluno, servindo, então, para reorientar a prática pedagógica e fazer com que avance na construção de seu conhecimento. Ele deve ser visto como um elemento que permite ao aluno entrar em contato com seu próprio processo de aprendizagem, ao compreender as diferenças entre os conhecimentos de senso comum e os científicos, sabendo aplicar tais conhecimentos em diferentes situações (BRASIL, 1997).

A respeito do erro construtivo no ensino de ciências, Carvalho (2013) defende que o professor precisa tomar consciência do papel do erro na aquisição de novos conhecimentos, ressaltando que é importante deixar que o aluno tente, pense, questione, erre, reflita sobre seu erro e busque o acerto, para adquirir, assim, o seu conhecimento de forma ativa. Segundo Carvalho (2013, p. 3), “o erro, quando

trabalhado e superado pelo próprio aluno ensina mais do que muitas aulas expositivas quando um aluno segue o raciocínio do professor e não o seu próprio”.

Sob essa perspectiva, é inegável a qualquer profissional que trabalha com o ensino de Química que o erro faz parte do processo de ensino-aprendizagem (MALDANER, 2006). E já que este fenômeno é inerente ao processo, a presente pesquisa buscará subsídios na epistemologia genética de Jean Piaget e em sua teoria do desenvolvimento cognitivo, as quais fornecerão embasamento para a compreensão dos erros no sujeito epistêmico com ênfase no ensino de Química Orgânica, analisando minuciosamente o processo de construção do conhecimento e suas transformações ao longo do curso de eventos.

Para ressignificar o erro no ensino de Química Orgânica é necessário buscar compreendê-los em sua essência para entender o processo de desenvolvimento cognitivo na construção de conhecimentos acerca dos compostos orgânicos. Para tanto, serão observadas de forma minuciosa as elaborações originais dos alunos durante atividades avaliativas, seguida de entrevistas clínicas que fornecerão respostas espontâneas dos adolescentes sobre como chegaram àquelas respostas.

A entrevista de aspecto clínico piagetiano foi escolhida devido a sua flexibilidade e profundidade, na busca sistemática dos processos lógico-matemáticos subjacentes aos raciocínios expressados, que fornecerão o subsídio necessário para a análise dos erros contidos na construção dos compostos químicos. Segundo Queiroz e Lima (2010, p. 2), esse método

[...] é clínico no sentido de ir além do óbvio, da resposta estereotipada, buscando compreender o ponto de vista da análise do sujeito. As características gerais das explicações, a maneira como o indivíduo resolve os problemas apresentados, como chega às suas explicações, buscando também perceber se guarda coerência, se manifesta contradições, e também, de forma mais peculiar, o que há de criatividade nas respostas, mas, ainda assim, sem afastar-se do sujeito epistêmico.

Sendo assim, esse princípio metodológico foi utilizado no intuito de fornecer as condições necessárias para a compreensão das diferentes etapas de elaboração pelas quais passaram os conceitos relacionados à Química Orgânica examinados no curso do desenvolvimento de cada aluno envolvido na pesquisa.

No intuito de ressignificar o erro construtivo no ensino de Química e visando sua utilização como um aliado no processo de aprendizagem, o trabalho realiza uma investigação do erro construtivo cometido pelo aluno durante o processo de aprendizagem de Química Orgânica, por meio de atividades avaliativas escritas. A partir do estudo minucioso dessas atividades são descritas as situações em que ocorreram os erros, buscando entendê-los e interpretá-los em sua origem, e analisado o desenvolvimento conceitual dos alunos na construção das fórmulas estruturais dos compostos químicos ao longo do processo.

A pesquisa adota ao longo dos seus capítulos uma abordagem cognitivista piagetiana acerca da aprendizagem de Química Orgânica, observando as formas com que os alunos lidam com os estímulos em sala de aula, organizam dados, resolvem problemas, constroem conceitos e empregam os símbolos. A ênfase será dada à capacidade do aluno de integrar informações e processá-las, considerando que o conhecimento é um produto da interação aluno-meio que passa por reestruturações sucessivas até que atinjam os estágios finais da inteligência/conhecimento, cuja mobilidade e estabilidade são notoriamente maiores (MIZUKAMI, 2007).

Sob a perspectiva piagetiana, a análise do processo de desenvolvimento dos alunos investigados utilizou-se de reproduções livres que foram analisadas por aproximações a uma norma qualitativa pretendida, o que implica em verificar se ele já adquiriu noções, relações, realizou operações, etc. Dessa forma, serão consideradas as soluções erradas, incompletas ou distorcidas dos alunos, levando em conta que sua interpretação de mundo e de fatos realizada de forma qualitativa e diversificada ao depender do seu estágio de desenvolvimento. Ou seja, “a solução apresentada, num determinado ponto da ontogênese, é peculiar a esse estágio em que o aluno se encontra e às fontes de informação com as quais ele pode operar” (MIZUKAMI, 2007, p. 83).

Nessa perspectiva e em defesa do erro construtivo como aliado do processo de ensino e aprendizagem, a pesquisa pretende superar a visão tradicionalista a seu respeito e ressignificá-lo com base nos pressupostos piagetianos; pois este, ao ser trabalhado de forma apropriada e consciente, servirá como importante instrumento de sinalização do nível de desenvolvimento em que o aluno se encontra, proporcionando assim sua regulação e uma progressiva evolução do seu conhecimento.

1.3 PROBLEMA DE PESQUISA

O erro cometido pelos alunos durante o processo de aprendizagem é um poderoso aliado, que pode servir como instrumento regulador na construção do conhecimento. Contudo, na cultura escolar brasileira, ele ainda é visto como um percalço ou algo a ser evitado, gerando conseqüentemente, a sua má utilização. Nesse contexto, por que não buscar entendê-lo para aproveitar os aspectos positivos que este possa trazer para o ensino-aprendizagem de Química? Por que não utilizar o erro como um indicativo sobre o que o aluno ainda não sabe, reorientando, a partir dele, a prática docente?

1.4 JUSTIFICATIVA DA PESQUISA

No âmbito escolar, o erro muitas vezes tem sido fonte de condenação, castigo ou, ainda, punições físicas e psicológicas. Quando o aluno erra, durante uma avaliação ou uma simples atividade do cotidiano, é comum a postura de quantificação de acertos e erros e a posterior atribuição de uma nota, que servirá para a classificação desse aluno. Contudo, superando a visão tradicionalista a respeito do mesmo e baseado nos pressupostos construtivistas, o erro, ao ser devidamente trabalhado, pode adquirir uma função ímpar como aliado no processo de ensino ao fornecer pistas importantes do estágio de desenvolvimento em que o aluno se encontra, regulando assim a construção do conhecimento.

1.5 HIPÓTESE ORIENTADORA DA PESQUISA

Os erros construtivos cometidos nas produções escritas das estruturas moleculares de compostos orgânicos, quando percebido e analisado pelos próprios alunos,

fornece a estes uma progressiva evolução conceitual e geram uma aprendizagem consistente devido à construção ativa dos conhecimentos.

Dessa forma, o erro do aluno pode servir como instrumento pedagógico que favorece o processo de ensino-aprendizagem de Química Orgânica. Tais erros, na construção dos compostos orgânicos, nem sempre indicam que o aluno não obteve aprendizagem. Muitas vezes o aluno conhece os conceitos-chave, porém, pode ainda não ter adquirido o nível de desenvolvimento cognitivo adequado para aplicá-los corretamente em todas as situações.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Ressignificar o erro construtivo no ensino de Química Orgânica a partir de elaborações originais dos alunos, visando sua utilização como um aliado no processo de ensino-aprendizagem ao demonstrar o nível de desenvolvimento cognitivo em que o aluno se encontra.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Investigar o erro construtivo cometido pelo aluno durante o processo de aprendizagem de Química Orgânica;
- Descrever as situações onde os erros serão encontrados, buscando entendê-los e interpretá-los quanto a sua origem e significados;

- Acompanhar, durante dois trimestres, o desenvolvimento conceitual dos alunos que cometeram erros na construção escrita das estruturas moleculares dos compostos químicos, com ênfase nas fórmulas estruturais das moléculas, após uma série de aulas que trabalharam diversificados conteúdos de Química Orgânica.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

Para compreender melhor o erro, na tentativa de fornecer a ele um novo significado, será realizada neste capítulo uma explanação sobre o seu contexto ao longo da história. Inicialmente, se discorrerá acerca dos primórdios da educação brasileira, nos quais o erro era motivo de inúmeros tipos de punições físicas, até se chegar às atuais formas sutis de condenações existentes nos ambientes escolares. Após o apanhado histórico, será levantada uma discussão acerca do significado do erro como elemento orientador do processo cognitivo, numa perspectiva piagetiana, para, a partir daí, abordar as possibilidades que se pode vislumbrar a partir da sua percepção no processo de ensino-aprendizagem. Posteriormente, faz-se um breve apontamento acerca do que os documentos oficiais sinalizam ao se tratar do erro na educação básica, para então finalizar com um apanhado acerca do erro e o Ensino de Química.

3.1 SIGNIFICANDO O ERRO AO LONGO DA HISTÓRIA

3.1.1 Erro: uma história de culpa e castigo

Nas práticas educativas vigentes o erro comumente tem sido visto como falha, algo de caráter negativo que deve ser evitado e até mesmo castigado em busca da sua correção. Tal perspectiva sobre o erro deve-se a repetição de condutas que desde os

primórdios da história da educação brasileira, vem sendo adotadas e se perpetuam de forma irrefletida, o que contribui para a sua manutenção.

Com a vinda dos jesuítas para o Brasil no século XVI a concepção cristã foi instituída e com ela a visão de culpa e castigo associadas ao erro. Luckesi (2013, p. 202) afirma que

O texto bíblico do Gênesis diz que Adão e Eva pecaram ao comer o fruto proibido e, por isso, foram castigados com a expulsão do paraíso. Daí em diante, todos os seres humanos — homens e mulheres — que viessem a nascer teriam essa marca originária do pecado e, conseqüentemente, da culpa.

Dessa forma, inculca-se a ideia de que, por serem descendentes de Adão e Eva, todos carregam em si a consequência do erro, desde o nascimento. Assim, associada a ideia de culpa ao erro, este torna-se uma fonte de castigo como forma de expiação e reparo. Daí a razão pela qual o castigo encontra-se associado às práticas educativas.

Em suas primeiras ações pedagógicas, com o objetivo de aumentarem a hegemonia católica e catequizar os índios, os jesuítas pregavam abertamente a necessidade de punições físicas para educar bem as crianças. Alves (2013, p. 2) afirma que, para eles, “a correção era vista como uma forma de amor, sendo que a punição corporal inseria-se no âmbito do controle pedagógico” e que “no cotidiano colonial a ‘boa educação’ implicava os castigos físicos e as tradicionais palmadas”.

Até meados do século XX, agressões físicas eram práticas escolares comuns na educação de crianças e jovens. Dentre algumas formas de martírio, pode-se citar o uso de instrumentos como réguas, cipós, cintas, manguais, fêrula, chicotes e palmatórias, que serviam para punir tanto os alunos que apresentassem mau-comportamento quanto às inadequações (erro, dificuldade) de aprendizagem dos alunos.

Segundo Aragão e Freitas (2012), tais práticas em alguns estados, como na Paraíba e no Mato Grosso, eram até regulamentadas por leis que estipulavam como as punições físicas deveriam acontecer, levando em conta a idade do aluno e a gravidade da ação realizada.

Na Província da Paraíba, o uso de castigos físicos era tão frequente que, ao invés de engendrar meios de coibir sua prática, o caminho escolhido foi o de

regular seu uso. Dessa forma, os castigos corporais foram oficializados por meio de um decreto da Assembleia Legislativa, através da Lei 20, de 6 de maio de 1837, que estipulou o número de palmatoadas que cada aluno deveria receber, de acordo com a idade e a ação realizada (ARAGÃO; FREITAS, 2012, p. 21).

Puxões de orelha, empurrões, beliscões, colocar o aluno de joelhos sobre grãos de milho ou feijão, deixá-lo em pé na frente da sala com os braços abertos ou com orelhas de burro enquanto os colegas permaneciam sentados também eram práticas comuns, que além de castigar fisicamente, expunha a fragilidade do educando perante os demais alunos, afligindo-o moralmente para que não voltasse a cometer erros.

Na segunda metade do século XX, o discurso em prol da não utilização da violência física começou a tomar força em meio à sociedade sob a alegação de que as práticas de agressividade não trariam benefícios ao país rumo ao progresso e civilidade. Com a mudança do discurso vigente, um novo olhar sobre o papel da criança começou a ser definido, fato que fomentou a criação de diversos órgãos de proteção à infância e juventude, bem como a elaboração de códigos, leis e estatutos em defesa dos mesmos (ARAGÃO; FREITAS, 2012).

Dentre estes, destaca-se o importante marco na mudança de concepção sobre a criança e o adolescente na Constituição da República Federativa do Brasil de 1988, que em seu capítulo VII, art. 227, declara que:

É dever da família, da sociedade e do Estado assegurar à criança, ao adolescente e ao jovem, com absoluta prioridade, o direito à vida, à saúde, à alimentação, à educação, ao lazer, à profissionalização, à cultura, à dignidade, ao respeito, à liberdade e à convivência familiar e comunitária, além de **colocá-los a salvo de toda forma de negligência, discriminação, exploração, violência, crueldade e opressão** (BRASIL, 1988, p. 132, grifos nossos).

Ratificando a mudança prevista na Constituição de 1988, o Estatuto da Criança e do Adolescente de 1990 em seu artigo 18-A determina que:

A criança e o adolescente têm o direito de ser educados e cuidados sem o uso de castigo físico ou de tratamento cruel ou degradante, como formas de correção, disciplina, educação ou qualquer outro pretexto, pelos pais, pelos integrantes da família ampliada, pelos responsáveis, pelos agentes públicos executores de medidas socioeducativas ou por qualquer pessoa encarregada de cuidar deles, tratá-los, educá-los ou protegê-los (BRASIL, p. 27, 1990).

A partir daí, gradativamente os castigos físicos foram perdendo o poder, porém, sem desaparecerem de fato. Do material ao imaterial, aos poucos os castigos psicológicos

se tornam uma nova forma de ameaça, que atingia, a curto ou em longo prazo, a mente do aluno por sua violência simbólica.

Segundo Luckesi (2013, p. 37) “ ‘preocupação’ expressa bem o que significa a ameaça: ‘previamente’ (*pre*), o sujeito tem sua psique ‘ocupada’ (*ocupare*) com a possibilidade de um castigo. Isso equivale a um ‘castigo permanente’. Uma forma sutil de castigo pior do que o castigo físico”. Assim, a violência pode ser associada a uma forma de tortura contínua, que poderá deixar marcas permanente na personalidade, hábitos ou comportamentos dos indivíduos.

O clima de medo, tensão, constrangimento e vergonha passam a ser novas formas de controle e submissão dos educandos. Ficar sem lanchar, sem recreio, sem parte das férias, em um banco isolado, fazer lições extras, ter seu nome anotado no quadro, ter seu erro exposto e ridicularizado em voz alta, sofrer ameaças de castigo, repressões, perseguições e reprovações, são alguns dos exemplos de práticas que existiram e perduram até hoje nos ambientes escolares para servir de lição para o aluno que não aprendeu. Desvalorizações e exposições públicas que deixam marcas profundas neste aluno, tanto pelo seu conteúdo, ou pela sua forma, fazendo-o desenvolver uma visão culposa de vida, autopunição e, até mesmo, sérios problemas psicológicos (LUCKESI, 2013).

3.1.2 Erro e acerto: da dicotomia ao complemento

A busca pelo saber e a construção do conhecimento científico são repletas de histórias que abrangem o erro em seu percurso. Por meio de inúmeras tentativas, erros e acertos vão complementando-se mutuamente, até se chegar a soluções que satisfazem momentaneamente os problemas investigados. A manifestação dos erros e acertos expressa o esforço empregado na busca pelo conhecimento, através de um árduo caminho percorrido para se chegar à compreensão do mundo. Ou seja, nas Ciências, não se chega aos acertos sem erros.

Assim, como no meio científico, no ambiente escolar, o erro também encontra-se presente na construção de saberes, durante o processo de aprendizagem. Ele faz parte de grande parte das elaborações realizadas pelo aluno, na tentativa de alcançar uma determinada solução ou conceito que esteja de acordo com um padrão que precisa ser alcançado.

Para uma melhor compreensão do erro e do seu significado no âmbito educacional, Luckesi (2013, p. 205) traz a seguinte definição:

A ideia de erro só emerge no contexto da existência de um padrão considerado correto. A solução insatisfatória de um problema só pode ser considerada errada a partir do momento em que se tem uma forma considerada correta de resolvê-lo; uma conduta é considerada errada na medida em que se tem uma definição de como seria considerada correta, e assim por diante. Sem padrão, não há erro [...].

Ao estudar as práticas avaliativas adotadas pelos professores, Esteban (2003) constatou que tais práticas encontram-se associadas à classificação das respostas dos alunos em relação ao padrão considerado correto. As respostas distantes desse padrão são denominadas erros, enquanto aquelas que se aproximam, são denominadas acertos. Dessa forma, o erro recebe o significado de “resultado do desconhecimento, revelador do não saber do(a) aluno(a), portanto, uma resposta com valor negativo” (ESTEBAN, 2003, p. 15).

Em decorrência dessa significação, Carvalho (1997) afirma que o erro tem sido percebido no contexto escolar como indício de fracasso no conhecimento e na aprendizagem. Ou ele é tratado como desconhecimento, distração, equívoco e esquecimento de um dado, ou ainda como fracasso na resolução de um problema, através de tentativas mal sucedidas do uso de alguma regra ou conceito. De uma forma, ou de outra, o erro recebe uma má conotação, como um transtorno a ser evitado e combatido, e que caso venha a ocorrer, deve ser incisivamente substituído pelo acerto, de caráter positivo, tido como única forma de saber reconhecida e autenticada pela escola.

Essa dicotomia fortemente estabelecida entre certo ou errado, bem como em termos de saber ou não saber, enraizada na cultura escolar, nas formas de compreender e atuar dentro da educação, acaba por descaracterizar o processo de ensino-

aprendizagem como uma ação contínua de construção do conhecimento, tornando-o algo fragmentado e falsamente homogêneo.

Ao se estabelecer esse antagonismo, as possibilidades de diálogos são rompidas e se cria uma delimitação de espaços intransponíveis para os alunos que não se encaixam no padrão de respostas estabelecidas. Este fato impede a leitura e a interpretação de um contexto, promovendo, assim, a exclusão desses alunos e uma hierarquização tanto de saberes, quanto de indivíduos.

De acordo com Esteban (2003, p. 15), “as vozes dissonantes são avaliadas negativamente, não havendo espaço, no cotidiano escolar, para sua expressão, reconhecimento, indagação e fortalecimento”. Ao negar essas diferentes formas e ritmos de desenvolvimento individuais, nega-se também a expressão da diversidade e dos múltiplos saberes, desvalorizando e impedindo que a riqueza existente nos processos de construção sejam incorporadas às práticas escolares.

Nesse sentido, Carvalho (1997, p. 12-13) destaca a importância dos educadores extrapolarem os pensamentos limitados e equivocados que associam o erro ao fracasso e ao não saber do aluno, “como se este fosse um caminho simples, invariável e de mão única”. Assim, no combate às práticas pedagógicas e interpretações preconceituosas sobre o erro, normalmente associadas à desvalorização do complexo conjunto de fatores envolvido no processo de aprendizagem,

[...] é preciso procurar entender a lógica do outro e que a diferença sinaliza novas possibilidades. Iluminar a multiplicidade de culturas que permeiam o cotidiano escolar nos desafia a ultrapassar a dicotomia entre *norma* e *desvio*, subjacente ao antagonismo entre acerto e erro. Reconhecer a existência da diversidade significa que os vários conhecimentos não são formas “aceitáveis” para se atingir ao “verdadeiro” conhecimento, a diferença nos mostra que os resultados variados são conhecimentos construídos a partir de óticas diferentes, articulando de maneira peculiar os fragmentos de conhecimento que cada um possui (ESTEBAN, 2003, p. 20, grifos do autor).

Portanto, ao superar tal dicotomia, além de vislumbrar o respeito à diversidade cognitiva existente no processo de construção dos conhecimentos, o erro passa a ser visto como uma favorável circunstância, que fornecerá importantes prenúncios sobre a forma como o indivíduo organiza e articula seus saberes.

A partir daí, a conjuntura do erro ascende, conquistando uma nova forma de interpretação, na qual ele deixa de representar a ausência de conhecimento e

fracasso, e começa a ser considerado um instrumento sinalizador do percurso cognitivo, dentre muitos possíveis, adotado pelo aluno.

De acordo com Esteban (2003, p. 21), “o erro muitas vezes mais do que o acerto, revela o que a criança ‘sabe’, colocando este saber numa perspectiva processual, indicando também aquilo que ela ‘não sabe’, portanto o que pode ‘vir a saber’”. Essa perspectiva, além de respeitar as peculiaridades individuais do aluno, aponta que o erro é um relevante meio de informações sobre um percurso cognitivo adotado, que possibilitará, tanto ao professor, quanto ao aluno, a proposição de novos desafios e estímulos favoráveis à dinâmica de ensino-aprendizagem.

Ao compreender a formação do conhecimento em sua complexidade como resultado da interação entre o sujeito e o seu objeto, o feedback fornecido pelo erro adquire a importante função de indicar como está se desenvolvendo o aluno numa determinada etapa da aprendizagem, bem como revelar os trajetos peculiares da sua elaboração.

De acordo com Rabelo (2009, p. 13), nem todos os erros cometidos pelo aluno podem ser considerados construtivos, mas apenas aqueles percebidos como “fruto de uma construção elaborada, efetiva e consciente”. Deve apresentar coerência, expressar uma hipótese de elaboração de conhecimento que reflita sua forma de entender o mundo e suas experiências de vida, permitindo, assim, a compreensão das informações intrínsecas desse aluno.

Sobre esse aspecto, Silva (2008, p. 100) realiza uma importante observação:

[...] importa também [...] discernir o erro construtivo do erro sistemático. O primeiro é aquele que surge durante o processo de redescoberta ou reinvenção do conhecimento, e que o sujeito abandona ao alcançar um nível de elaboração mental superior. Já o erro sistemático é aquele que resiste, apesar das evidências que comprovam sua inadequação, limitando ou mesmo impedindo as possibilidades de aprendizagem.

Os erros construtivos, segundo Hoffmann (2003), ao contrário dos erros aleatórios ou sistemáticos, podem ser caracterizados por sua perspectiva lógico-matemática, na qual as hipóteses construídas inicialmente pelo aluno, de cunho generalista, são gradativamente reformuladas por meio de um processo de investigação e descobertas. Nesse sentido, o erro deixa de ser apenas um indício do não saber do aluno e passa a representar um instrumento revelador da sua construção de

conhecimentos e dos aspectos significativos do processo que proporcionará ao educador meios de investigação sobre os diversos trajetos que o aluno pode ter trilhado.

As respostas fixadas como corretas começam a dar espaço às “respostas em constante construção, desconstrução e reconstrução” (ESTEBAN, 2003, p. 22), fato que caracteriza o princípio de uma nova forma de apreciação das mesmas, estejam elas certas ou erradas, e da percepção de que a diversidade cognitiva precisa ser assumida e valorizada no âmbito escolar.

Nessa percepção, a heterogeneidade dos alunos passa a ser observada e as particularidades podem ser adequadamente trabalhadas. Desvincula-se, enfim, a ideia hegemônica do erro como deformidade e fracasso na aprendizagem e vislumbra-se um novo paradigma que reconhece as respostas erradas tão quanto as corretas no processo de construção de novos conhecimentos.

Nesse contexto, o professor precisa compreender cuidadosamente a questão do erro e seus desdobramentos para a aprendizagem, sem fazer apologia ao mesmo, pois uma elaboração de conhecimento feita de forma errônea necessita de uma efetiva orientação, em busca da superação. Para tanto, é fundamental que este professor reconheça o tipo de erro que fora cometido por seu aluno, como por exemplo, se é um equívoco de informação, de cálculo, de raciocínio, de uso de princípios, conceitos e regras. Tudo isso, ponderando sempre a pertinência do erro e as condições de desenvolvimento em que os alunos se encontram através de um exame criterioso (CARVALHO, 1997).

Contudo, o erro só poderá ser proveitoso do ponto de vista diagnóstico se “o professor tiver instrumentos teóricos para avaliar sua qualidade, seu quilate” (LA TAILLE, 1997, p. 31). Tais instrumentos podem ser entendidos como um aporte conceitual necessário para a compreensão da relevância do erro como objeto pedagógico e, assim, realizar a análise e interpretação desse erro. Ao vislumbrar o reflexo do pensamento elaborado pelo aluno, o professor pode, então, analisar as possibilidades e necessidades, reorientando as estratégias de ensino-aprendizagem.

Os erros são transformados em uma situação pedagógica privilegiada e inseridos num contexto significativo para a aprendizagem. Dessa forma, a postura do professor perante tais erros não é mais a de salientar os fracassos, mas sim, de colaborar para a construção de conhecimentos, tornando o erro observável pelo aluno, para que ele possa desenvolver novas capacidades.

Ao perceber e repensar o próprio erro, o indivíduo amplia progressivamente sua capacidade intelectual e aprimora o seu nível de desenvolvimento cognitivo. Esse aprimoramento deve-se ao fato que, ao se debruçar sobre seu erro, esse indivíduo gastará tempo e esforços na procura por novas soluções, raciocinando de forma incisiva na compreensão do processo, em busca do acerto.

Para Carvalho (1997, p.19, grifos do autor), esse acerto só poderá ser concebido “por meio de *tentativas, erros e avaliação crítica* de novos usos, até o ponto em que aquilo que um dia nos foi impossível torna-se viável”. A ocorrência dos erros não deve ser uma ação indicadora de não saberes e fracassos, mas sim como uma oportunidade associada a possibilidades do vir a saber e ao sucesso, na convicção de que o aluno é o protagonista, um agente ativo e construtor do seu próprio caminho rumo ao conhecimento. Assim, como educadores, mais do que uma possibilidade, hoje é uma necessidade desvincular a ideia negativa do erro como fracasso ou ausência, associando-o como parte integrante, inerente ao processo de aprendizagem.

3.1.3 O erro na perspectiva construtivista piagetiana

Para uma melhor compreensão da importância do erro numa perspectiva do paradigma piagetiano, torna-se necessário uma breve explanação sobre a Epistemologia Genética e alguns conceitos básicos de sua teoria.

Ao juntar-se a um grupo de estudos sobre testes de inteligência em Paris, Piaget dedicou-se a uma série de classificações de respostas certas e erradas fornecida por crianças durante a realização desses testes. Insatisfeito com o mero trabalho de classificação que havia sido destinado a realizar, Piaget expande suas possibilidades

e se dedica à investigação das razões que conduziam as crianças a tais respostas, transformando um trabalho rotineiro de padronização de um teste de inteligência em um rico e extenso trabalho sobre o desenvolvimento da inteligência humana (FERREIRO,1999).

A partir desse trabalho, surge, então, uma nova metodologia e uma nova problemática, que deixam de considerar as respostas erradas como uma deficiência, passando a compreendê-las como construções originais, objetos de investigação da sua lógica e de indagação sobre os processos inerente as mesmas.

Emerge, a partir daí, a Epistemologia Genética, uma teoria de natureza interdisciplinar que visa compreender a origem e as diversas variedades dos conhecimentos (psicogênese), desde as formas mais elementares, às mais evoluídas, por meio de procedimentos experimentais rigorosos aliados à práticas flexíveis de entrevistas clínicas.

Esta nova Epistemologia analisa as noções básicas do pensamento humano numa perspectiva construtivista, à medida que compreende o conhecimento como um processo contínuo e progressivo, dependente de uma ação conjunta entre o sujeito e o objeto, cuja trajetória perpassa “de um conhecimento inferior ou mais pobre a um saber mais rico (em compreensão e em extensão)” (PIAGET, 1970, p. 9). Ou seja, a evolução do conhecimento, em sua gênese, não provém unicamente desse sujeito, nem unicamente do objeto estabelecido, mas das interações entre ambos, em uma construção dinâmica e colaborativa.

De acordo com Piaget (1985, p.36),

conhecer um objeto, é agir sobre ele e transformá-lo, aprendendo os mecanismos dessa transformação vinculados com as ações transformadoras. Conhecer é, pois, assimilar o real às estruturas de transformações, e são as estruturas elaboradas pela inteligência enquanto prolongamento direto da ação.

Em concordância, La Taille (1997, p. 26) afirma que

[...] conhecer é um ato de interpretação porque conhecer significa assimilar o objeto à organização de que a inteligência é dotada. [...] é conferir sentido, e esse sentido não está todo pronto e evidente nos objetos do conhecimento: ele é fruto de um trabalho ativo de assimilação.

A inteligência humana, por sua vez, é concebida como uma adaptação entre o organismo e o meio ambiente, em busca de formas de organização cada vez mais complexas e equilibradas. Essa adaptação é intermediada por estruturas de transformações cognitivas e consiste num “equilíbrio entre a assimilação contínua das coisas à atividade própria e à acomodação desses esquemas assimiladores aos objetos em si mesmo” (PIAGET, 1985, p. 161).

Assimilação corresponde à incorporação do meio exterior ao sujeito, convertendo-o em uma parte integrante do seu interior por meio de seus referenciais cognitivos. O elemento externo, ao ser assimilado por esse sujeito, passará por um processo de reelaboração que, conseqüentemente, afetará seus esquemas gerais de ação, transformando-os para que sua estrutura cognitiva se ajuste a este novo elemento, mecanismo este conhecido como acomodação. Esse novo elemento será organizado por meio da integração a um conhecimento preexistente, seus esquemas anteriores, bem como às suas próprias estruturas, reduzindo, assim, o universo externo à sua realidade (PIAGET, 1979; 1987; 1999).

As estruturas de assimilação são formas particulares e gradativas de equilíbrio que marcam a diferença de um nível de desenvolvimento intelectual para o outro. Segundo Piaget (1979, p. 52) “toda estrutura é o resultado de uma gênese [...] que [...] constitui sempre a passagem de uma estrutura mais simples a uma estrutura mais complexa”. Tais estruturas são construídas progressivamente de acordo com as formas de organização da atividade mental do sujeito. Este, ao elaborar suas estruturas, obedecerá à leis peculiares que não são frutos de qualquer aprendizagem, mas sim da ação conjunta do fornecimento de abstrações reflexivas com uma equilibração, no sentido de uma autorregulação que culminará em uma organização interna reversível dessas estruturas.

A expressão dessas estruturas elaboradas pelo sujeito se manifestam por meio de condutas específicas que caracterizam os diferentes estágios ou períodos do desenvolvimento intelectual. Piaget (1999, p. 15) identificou seis desses estágios e cada um deles

[...] é caracterizado pela aparição de estruturas originais, cuja construção o distingue dos estágios anteriores. O Essencial dessas construções

sucessivas permanece no decorrer dos estágios ulteriores, como subestruturas, sobre as quais se edificam as novas características.

O primeiro desses estágios é marcado pelos mecanismos hereditários, tendências instintivas e pelos primeiros reflexos. O segundo estágio envolve os primeiros hábitos motores, percepções organizadas e sentimentos diferenciados. O terceiro estágio se caracteriza pela inteligência sensório-motora ou prática e pelas primeiras expressões de afetividade. Os três estágios citados precedem o aparecimento da linguagem, abrangendo a fase de lactância, também conhecida como primeira infância, que se inicia no nascimento e vai até os dois anos de idade, aproximadamente. O quarto estágio, também conhecido como estágio pré-operatório, engloba a segunda parte da primeira infância, dos dois aos sete anos, e se caracteriza pelo surgimento da inteligência intuitiva, da função simbólica, pelas primeiras manifestações de sentimentos interpessoais espontâneos, pelo egocentrismo e pelas relações sociais de submissão ao adulto. O quinto estágio de desenvolvimento é o das operações concretas, o qual se inicia próximo dos sete anos, prosseguindo até os doze anos. Se caracteriza pelo aparecimento da lógica e reversibilidade dos pensamentos, bem como as relações sociais de cooperação. O sexto e último estágio inicia-se a partir dos doze anos e é conhecido como estágio das operações formais, caracterizado pelo desenvolvimento de um pensamento lógico mais abstrato, com um maior nível de equilíbrio e também pela formação da personalidade e inserção do indivíduo na sociedade (PIAGET, 1999).

Cada um desses estágios é constituído por um conjunto de estruturas e, segundo Piaget (1999, p. 15), é marcado por “características momentâneas e secundárias, que são modificadas pelo desenvolvimento ulterior, em função da necessidade de melhor organização”. Tais estágios, mais que uma forma de progressão na organização, indicam uma construção permanente da atividade mental numa busca ativa por maiores níveis na hierarquia das condutas, e, conseqüentemente, das estruturas, perfazendo uma trajetória contínua rumo ao equilíbrio entre o processo de assimilação e acomodação.

Em suma, o desenvolvimento cognitivo de um indivíduo implica na formação desse conjunto de estruturas particulares, construídas ativamente e de forma diferenciada, ao depender do estágios de desenvolvimento em que se encontra, resultante das suas interações com os elementos do meio. Nessa interação, o sujeito assimila o elemento

às suas estruturas; e, ao assimilar, o sujeito incorpora tais elementos e os ajusta, acomodando-o.

O processo de acomodação refere-se, então, às mudanças sofridas pelos elementos externos de acordo com as peculiaridades cognitivas do sujeito após serem assimilados. Se o indivíduo for devidamente estimulado a ponto de desenvolver uma necessidade interna de modificações, ocorrerá a acomodação desse novo elemento aos seus esquemas iniciais. Enquanto o novo evento não for assimilado pelos antigos esquemas, tem-se a manifestação de um desequilíbrio, um conflito, que ao sofrer um reajustamento interno, atingirá a equilibração, através de um processo dinâmico entre assimilação-acomodação.

O conceito de equilibração refere-se às compensações advindas das ações do sujeito em resposta aos desequilíbrios externos, que resultarão em um desenvolvimento mental cada vez mais organizado e adequado à realidade. Segundo Piaget (1999, p. 97) “o equilíbrio das estruturas cognitivas deve ser concebido como compensação das perturbações exteriores por meio das atividades do sujeito, que serão as respostas a essas perturbações”. Tais perturbações “consistem em modificações reais e atuais do meio, às quais as atividades compensatórias do sujeito respondem” (PIAGET, 1999, p. 97).

Essas pressões provenientes do meio não são determinantes no estabelecimento dos padrões de inteligência do sujeito, contudo apresenta uma notável influência, que conta com a capacidade peculiar de assimilação da sua inteligência. Esta capacidade é suscetível à interferências e transformações no curso do desenvolvimento, o que poderá resultar em alterações do processo de aprendizagem e de cognição do indivíduo.

A obtenção do processo de equilibração pode ser explicada através de outro fenômeno denominado regulação, fenômeno de efeito progressivo, com contínuas modificações, que impele o sujeito a retomar uma determinada ação a fim de alterá-la, seja para corrigir (feedback negativo) ou para reforçar essa ação (feedback positivo). A regulação proveniente de uma correção mostra para o sujeito que suas ações estão inadequadas aos objetivos pretendidos. Esta regulação encontra-se, normalmente, vinculada a uma situação de conflito, tal como uma perturbação que

leva aos fracassos ou erros, fazendo obstáculo ao processo de assimilação. De forma contrária, a regulação por reforço faz com que o sujeito mantenha (reforce positivamente) as ações realizadas, já que estas o levaram a alcançar seus objetivos com êxito (LA TAILLE, 1997).

A perspectiva construtivista piagetiana compreende que a equilibração e, conseqüentemente, o desenvolvimento da inteligência são frutos de um trabalho ativo e progressivo do indivíduo. E requer, deste, ações e reflexões contínuas sobre o objeto de conhecimento. Essa perspectiva, contrapõe-se a ideia de que o conhecimento seja uma mera repetição dos eventos que ocorrem no meio de inserção do indivíduo, seja pela percepção dos objetos, ou dos discursos à sua volta. Rejeita, ainda, a concepção de inteligência como uma página em branco na qual se escreve e se acumula as experiências adquiridas ao longo da vida, bem como as ideias inatistas, que entende o desenvolvimento da inteligência como um processo geneticamente programado.

Ao estudar o desenvolvimento da inteligência da criança, Piaget descreve a existência de uma centralização do pensamento sobre seu próprio ponto de vista, bem como uma confusão entre o meio externo e o Eu, e uma oscilação entre objetividade e subjetividade, características próprias do egocentrismo. Contudo, as representações de uma criança com tais características demonstram que sua inteligência assimila e confere sentido de acordo com o nível de organização que possui. Não se trata apenas de simples repetições do que se passa ao seu redor, mas sim, de uma forma original de lidar com as informações apreendidas do meio.

A frequente presença de respostas animistas¹ e realistas² comumente dadas pela criança, na fase de desenvolvimento descrita acima, não pode ser tratada como ignorância ou falta de educação apropriada. Nesse caso, nem a complexidade, nem a ignorância infantil explicam satisfatoriamente suas interpretações, mas sim, a existência de uma estrutura geral a qual está submetida, compreendendo que suas interpretações dependem diretamente dos níveis de estruturação apresentados por

¹ Animismo: quando a criança utiliza-se de qualidades internas para compreender o mundo externo.

² Realismo: concretude atribuída a algo imaterial. As concepções realistas correspondem a um estágio de desenvolvimento da inteligência. Indica uma fragilidade entre o Eu e o meio.

sua inteligência. Neste caso, as interpretações e respostas consideradas erradas podem ser entendidas como construções infantis realizadas de acordo com o ponto de vista da criança, tendo por base o que suas estruturas prévias conseguem assimilar, contudo sem atingir um grau de equilíbrio que permita alcançar os conhecimentos estabelecidos pela humanidade.

No paradigma piagetiano, o erro recebe, então, um redimensionamento em seu papel no que diz respeito ao desenvolvimento cognitivo infantil, e, conseqüentemente, no processo de aprendizagem, compreendendo-o como um propulsor das regulações que levam à equilíbrio da inteligência e do conhecimento. Os erros, ao gerar um conflito ou desequilíbrio interno, passam, então, a funcionar como estímulo na busca por novas mudanças, obrigando o sujeito a superar seu estado atual e a procurar novas direções. Assim, a inteligência é constantemente estimulada e os saberes construídos são desestabilizados de forma progressiva, os quais serão abandonados posteriormente, para, então, dar lugar a novos saberes.

Segundo La Taille (1997, p 31), “sendo a inteligência uma organização e seu desenvolvimento uma constante reorganização, deve-se sempre partir do que a criança sabe ou pensa saber para que aprenda e se desenvolva”. Sendo assim, a valorização e a análise cuidadosa das teorias espontâneas das crianças, bem como dos seus erros, tornam-se procedimentos essenciais para não incorrer no descaso com a inteligência do aluno, o qual poderá afetá-lo negativamente, gerando desmotivações e desinteresses, conduzindo-o ao fracasso.

Nessa nova conjuntura de redimensionamento pedagógico do erro, de um infeliz transtorno, ele se transforma em um valioso aliado das metodologias de ensino. Além de servir como diagnóstico e prova do caráter ativo e construtivo da inteligência da criança, o erro ganha uma notável função, tornando-se um suporte para o próprio desenvolvimento da inteligência.

Dessa forma, sob um olhar metuculoso por parte do educador, uma situação na qual o erro é manifestado muitas vezes pode ser mais proveitosa do que outra onde houve acerto precoce. Isto porque ao errar, a tendência do aluno será de refletir mais sobre o problema e as soluções que utilizou para resolver tal situação, o que o conduzirá a

uma percepção de tais erros, levando-o a modificar seus esquemas anteriores, expandindo-os progressivamente.

Os erros podem ser encarados sob dois diferentes pontos de vista: de forma negativa ou positiva. Na forma negativa, a ênfase se dá no distanciamento entre o acerto e o erro, enquanto que na forma positiva, se ressalta a capacidade intelectual de construção de suas próprias teorias. Contudo, independente da forma de compreensão do erro, sempre se consegue extrair dele algum benefício, seja como um simples diagnóstico, como no primeiro caso, seja como uma comprovação da inteligência em formação, como no segundo caso. Sendo assim, é sempre mais produtivo a presença de tais erros à ausência de tentativas por parte do aluno.

Dessa forma, para que o erro proporcione um maior aproveitamento como fonte de avanços no desenvolvimento cognitivo, ele deve ser perceptível ao aluno e transformado em um novo desafio através de um conflito. Diferentemente do que acontece no cotidiano escolar, não basta que o professor sinalize as respostas incorretas com um “X”, indicando apenas a quantidade os seus erros.

Sobre isto, La Taille (1997, p. 37) afirma que “se o trabalho pedagógico apenas for destinado a indicar ao aluno que ele errou, o erro perderá todo o valor”, ou seja, além de identificar o erro, é fundamental que o professor tenha um aporte teórico substancial para avaliar a qualidade desse erro dentro do contexto cognitivo desse aluno, gerando informações que o levem à tomada de consciência, a ponto de promover uma perturbação e uma necessidade pela busca de novas alternativas.

Avaliar a qualidade de tal erro e, através dele, identificar o nível de estruturação da inteligência em que esse aluno se encontra para, a partir daí, explorar suas potencialidades por meio da promoção de conflitos é um trabalho de enorme complexidade, que requer do professor certo conhecimento sobre a psicologia do desenvolvimento cognitivo. Assim, compreender os processos de estruturação da inteligência da criança como um movimento perpétuo entre assimilações, acomodações, regulações, equilibrações e desequilibrações é o primeiro passo para aproveitar a diversidade de possibilidades provenientes das situações que abrangem erros na construção dos conhecimentos.

Ao realizar um diagnóstico malfeito e desaprovar precocemente o erro, sem uma análise minuciosa dos esforços de construção do indivíduo, o professor além de demonstrar um despreparo teórico e prático sobre a epistemologia do desenvolvimento cognitivo, demonstra, também, um enorme desrespeito à inteligência e às elaborações do aluno. Não dar importância às suas falas, interpretando como absurdos ou ignorância é o mesmo que menosprezar seus esforços de pensamento e afirmar que ele nada sabe. Ao fazer isso, o professor estará perdendo uma importante oportunidade de avanços em suas ações educativas.

A tarefa de tornar o erro observável é um exercício desafiador que requer um árduo trabalho pedagógico de investigação e reflexão por parte dos professores, contudo depende também do nível de desenvolvimento em que o aluno se encontra. É fundamental que o aluno consiga reconhecer suas limitações e compreenda que suas formas de assimilação ainda não são suficientes para resolver o problema em questão. Ao analisar o conflito e notar que suas soluções não satisfazem a uma determinada situação, esse aluno iniciará um processo de desconstrução do seu realismo, para reconstruir novas possibilidades que atendam às necessidades propostas. Nesse movimento ativo de construção, desconstrução e reconstrução o indivíduo alcançará maiores níveis de desenvolvimento da inteligência e dos conhecimentos, sempre no sentido de uma equilíbrio mais completa e universal.

A percepção dos próprios erros e do conflito instaurado, além de depender do nível cognitivo do aluno, dependerá também de sua motivação, isto porque, segundo Piaget (1999, p. 36), “existe um estreito paralelismo entre o desenvolvimento da afetividade e o das funções intelectuais”, já que a motivação e o interesse são provenientes da afetividade de cada indivíduo, enquanto as regulações sobre os objetos provém da sua cognição. Dessa forma, um indivíduo só realizará uma ação sobre seu erro se houver um interesse sobre ele, ou seja, se houver uma extensão de sua necessidade para resolvê-lo e incorporá-lo à sua realidade através da mobilização de suas energias internas e das delimitações das finalidades de suas ações.

Ao compreender o paralelismo entre o aspecto afetivo e cognitivo para o desenvolvimento da inteligência, o professor deve buscar encorajar os verdadeiros esforços de construção dos alunos para resolução de problemas, valorizando os erros advindos de um processo legítimo de reflexão.

Todavia, vale ressaltar que o professor deve ter o compromisso de indicar ao aluno que suas respostas erradas, apesar de serem extremamente válidas, ainda não estão adequadas ao padrão considerado correto e necessitam de ajustes, evitando, assim, uma falsa ideia de relativização dos saberes, num pretexto de livre criatividade de construção, incorrendo numa pedagogia do erro (LA TAILLE, 1997).

Ao partir do princípio que toda prática pedagógica é isenta de neutralidade e que essa prática terá efeitos duradouros no processo de aquisição de conhecimentos, tornam-se imprescindíveis reflexões de cunho epistemológico que proporcionem a adoção de posturas diferenciadas pelos profissionais de ensino perante o erro. Tais profissionais precisam perceber o aluno como sujeito ativo na construção do conhecimento, sujeito que pensa, que interpreta, que age e interage sobre o objeto para se apropriar dele, e não como um mero espectador passivo, que recebe e cumpre ordens de forma passiva e mecânica.

As ações pedagógicas precisam se voltar com atenção à diversidade das formas de elaboração dos pensamentos, bem como às variadas soluções de problemas e tentativas de explicações apresentadas pelos alunos que englobem uma progressão regular de construção. Isto porque elas representam uma prova real do desenvolvimento cognitivo e dos esforços contínuos desses indivíduos para a compreensão do mundo a sua volta. Para tanto, é necessário abandonar a visão egocêntrica de que as formas de pensar são únicas e homogêneas, e assim, buscar entender as manifestações das diferentes tentativas de construção de saber, até então consideradas “más” reproduções a serem descartadas.

Os esquemas conceituais arduamente concebidos são resultados de um processo ativo e reflexivo por parte desse aluno, composto em parte por uma informação recebida, e em outra parte, pela introdução de algo pessoal, resultando em construções originais, consideradas inusitadas à primeira vista, mas repletas de uma história de interação, assimilação e apropriação do sujeito cognoscente com o objeto de conhecimento (FERREIRO, 2011).

Sendo assim, as ações pedagógicas irrefletidas de classificação em termos de boa ou má resposta e de certo ou errado precisam ser constantemente questionadas e repensadas no meio educacional, dando espaço à valorização dos esforços realizados

pelo aluno durante o processo de construção e reconstrução interna na tentativa de depreender o vasto rol dos conhecimentos que a humanidade lhe oferece.

3.1.4 O erro como fonte de virtude: caminhos e possibilidades

Numa perspectiva construtivista, Luckesi (2013) afirma que o erro pode ser utilizado como fonte de virtude na aprendizagem escolar. Segundo o autor, em analogia ao uso de um trampolim para um novo salto, o erro deve ser utilizado positivamente para avançar em busca de uma solução pretendida ou na busca da satisfação de uma necessidade.

De acordo com Hoffmann (2003, p. 60),

[...] a teoria construtivista introduz a perspectiva da imagem positiva do erro cometido pelo aluno como mais fecundo e produtivo do que um acerto imediato. O indivíduo é entendido como um ser ativo que vai paulatinamente selecionando melhores estratégias de ação que o levem a alcançar êxito em alguma tarefa proposta para algum desafio que se lhe apresente.

De acordo com essa perspectiva, o erro ocorrido durante o processo de aprendizagem serve como ponto de partida para o desenvolvimento cognitivo do aluno, à medida em que são observados, compreendidos e, gradativamente, superados. Ele fornece ao professor a dimensão da aprendizagem do aluno e, conseqüentemente, a compreensão do seu desvio, possibilitando que haja uma correção inteligente do mesmo. Esta, por sua vez, representa uma aquisição de forma consciente e elaborada de um determinado esquema de ação, bem como um progresso na aprendizagem e desenvolvimento desse aluno. Dessa forma, o erro se torna uma fonte de crescimento do processo cognitivo do aluno, que necessita, contudo, de constante verificação e acompanhamento dos esforços individuais, para compreender o porquê de tal erro.

Quando o erro é fruto de uma efetiva elaboração do aluno, ele proporcionará ao professor a possibilidade de uma rica interação, repleta de orientações e reflexões produtivas que levarão ao avanço cognitivo desse aluno. Ao ser visto e compreendido de forma dinâmica, esse erro possibilitará a produção de esquemas conceituais em

conformidade ou até mesmo superior ao padrão, impulsionando o desenvolvimento intelectual desse indivíduo.

Se a conduta do professor perante o erro for inconsistente, o aluno perderá uma chance de se desenvolver e obter suporte em sua autocompreensão e crescimento, seja pela busca individual ou interativa. As atitudes do professor tanto em termos de autoritarismo, superioridade sobre a detenção do poder e saber, de posturas que tolhem a liberdade de expressão, discussão e contra-argumentação, quanto de excesso de cooperação, não deixando com que os alunos pensem e identifiquem e compreendam seus erros, podem minar as possibilidades deste indivíduo evoluir mentalmente e se tornar um ser autônomo.

As expectativas criadas pelo professor e suas posturas irrefletidas durante as correções das produções dos alunos, muitas vezes, se sobrepõem a qualquer análise e investigação sobre as possibilidades dos alunos no processo de construção do conhecimento, o que revela um grande descaso pelo saber elaborado pelo seu aluno.

De acordo com Hoffmann (2003, p. 49), “muito temos a descobrir debruçando-nos sobre as respostas das crianças e jovens, lendo-as nas linhas e entrelinhas, pensando como possam tê-las compreendido, suas incríveis e curiosas soluções”. Dessa forma, uma ação facilitadora do professor torna-se essencial para o entendimento das criativas construções do aluno. Esta ação requer uma intervenção pedagógica reflexiva e desafiadora, que implica em uma relação epistemológica com o aluno e em uma forma minuciosa de observar suas respostas, no intuito de mergulhar em sua forma de compreender o mundo.

Contudo, vale ressaltar que nem todos os erros cometidos pelos alunos podem ser considerados construtivos e serem facilmente identificáveis por eles devido à sua perspectiva lógico-matemática. Nem sempre o que a criança nos diz é fruto de uma atividade intelectual espontânea e genuína. Nem sempre os erros dos alunos serão prova de atividade intelectual; poderão ser meras respostas rápidas para ter o que falar ou livrar-se facilmente da tarefa. Hoffmann (2003) argumenta que esses erros somente serão construtivos a partir do momento em que houve uma tentativa de construção e generalização de uma hipótese primordialmente, que fora

paulatinamente reformulada pelo indivíduo a partir da observação dos fatos a sua volta.

Esses episódios de erros e reformulação revelam que os alunos estão ativamente buscando uma solução para um problema que gerou um desequilíbrio, e que por meio de algumas tentativas desenvolverão novas hipóteses que os levarão a defendê-las ou refutá-las. Dessa forma, a atuação do professor deve ser verdadeiramente desafiadora ao promover confrontos de pensamentos em seus alunos, não no sentido de coagir ou de corrigir sem reflexões prévias, mas sim, de levá-los à compreensão e à superação das suas produções, alcançando níveis cada vez maiores de conhecimento.

Nas atividades avaliativas realizadas em sala de aula é importante que o professor se desapegue das práticas de classificação em termos de certo e errado e das quantificações em notas, e comece a investigar e interpretar a natureza qualitativa das produções de seus alunos, para então replanejar suas ações de forma coerente e, assim, auxiliá-los em suas dificuldades, possibilitando melhores soluções rumo ao desenvolvimento.

Segundo Hoffmann (2003), tais práticas de quantificações dos erros e acertos em notas desestimula o aluno em sua busca contínua pelo progresso natural do processo de conhecimento, pois sabem que após terem as notas atribuídas, não adianta demandar esforços para a aprendizagem, porque não haverá mudança na nota, independente de sua evolução conceitual.

Dessa forma, é importante o rompimento com o tradicionalismo em termos classificatórios de respostas certas e erradas, para conferir significados as produções intelectuais dos alunos, valorizando seus pensamentos e respeitando suas expressões de saberes e suas dificuldades.

Contudo, valorizar e respeitar e as respostas erradas dos alunos, provenientes de um esforço de produção, não significa fazer apologia ao erro, ou dizer que este é um caminho necessário para a aprendizagem; significa apenas que este erro precisa ser analisado atentamente para que as construções e hipóteses criadas através de

autênticos esforços forneçam uma melhor compreensão do processo cognitivo desse aluno.

3.1.5 O erro e os documentos oficiais

A despeito do erro nos documentos oficiais que orientam a educação brasileira, poucos são os textos nos quais encontram-se algumas indicações. Os principais documentos reguladores da Educação Básica como a Lei 9394/96 (BRASIL, 1996), que estabelece as Diretrizes e Bases da Educação Nacional e as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Básica não abordam a temática do erro. Entretanto, algumas menções foram encontradas tanto nos Parâmetros Curriculares Nacionais, quanto nas Orientações Curriculares para o Ensino Médio.

Os Parâmetros Curriculares Nacionais para o ensino de Ciências Naturais de Primeira à Quarta Série³ (1997), ao abordar o erro, sinalizam que este faz parte do processo de aprendizagem e pode normalmente ser encontrado nas construções do aluno, permitindo que ele se familiarize com “seu próprio processo de perceber que há diferenças entre o senso comum e os conceitos científicos” (BRASIL, 1997, p. 30). No entanto, salienta que ele precisa ser tratado não como uma inabilidade do aluno em aprender, mas como um subsídio que indica ao professor a compreensão real do aluno, possibilitando, então, uma nova orientação à prática pedagógica e avanços na construção dos conhecimentos do aluno.

Nos Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (2000) os erro e conflitos são apresentados como parte integrante do processo de elaboração do conhecimento. Suas diretrizes afirmam que o erro é um elemento que pode ser usado estrategicamente pelo professor para confrontar os alunos a buscarem novas

³ A nomenclatura “primeira à quarta série” sofreu alterações através do sancionamento da Lei 11.274 de fevereiro de 2006. Tal Lei dispõe sobre a alteração do ensino fundamental de 8 para 9 anos, devido ao deslocamento do último ano da educação infantil para o ensino fundamental, que aumentou, conseqüentemente, o tempo destinado a alfabetização das crianças. Dessa forma, a nomenclatura passa a ser designada “primeiro ao quinto ano” o período correspondente ao Ensino Fundamental I, e “quinto ao nono ano”, o período correspondentes ao ensino fundamental II.

alternativas. Tal fato ocorre via promoção de conflitos que estimulam o progresso intelectual do aluno a buscar estratégias, estabelecer relações, bem como desenvolver o espírito científico ao planejar, organizar, verificar e experimentar novas soluções. Assim, ao ser devidamente confrontado em seus próprios erros, o aluno tem a possibilidade de melhorar sua capacidade de raciocínio, aumentar sua autoconfiança e, conseqüentemente, sua autonomia na construção dos saberes.

Contribuições importantes sobre esse aspecto foram encontradas também nas Orientações Curriculares para o Ensino Médio (doravante, OCEM) (2006) voltado para o ensino de Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias, que recomendam aos professores um melhor aproveitamento das aulas práticas no que diz respeito à exploração dos erros de procedimentos e das múltiplas possibilidades de interpretações características das ciências. Esse aproveitamento possibilitará o desenvolvimento por parte do aluno em termos de criticidade e criatividade diante do processo e dos resultados obtidos nas experimentações. Segundo as OCEM (2006, p. 46), “na escola, uma das características mais importantes do processo de aprendizagem é a atitude reflexiva e autocrítica diante dos possíveis erros”, fato que auxiliará no progresso das estruturas cognitivas, culminando em uma aprendizagem efetiva, que permita ao aluno aplicar os conhecimentos adquiridos.

No volume referente ao ensino de Linguagens, Códigos e suas Tecnologias, as OCEM (2006) definem o erro como uma etapa natural pela qual todos os aprendizes passam ao estudar uma língua estrangeira, enfatizando que tais erros são indicadores importantes de que há uma aprendizagem em curso. O documento destaca, ainda, que tais erros precisam ser compreendidos sob várias formas. Dentre elas, como um efeito comum da própria prática e confronto da língua materna com uma língua estrangeira alvo, e, ainda, como frutos da utilização de certas práticas pedagógicas consolidadas e obsoletas existentes na tradição escolar. Contudo, destaca a importância de que tal erro seja permanentemente avaliado e corrigido, para que assim, tais produções dos alunos proporcionem aos professores uma oportunidade de redirecionar o seu ensino, fornecendo melhores estratégias de aprendizagem aos seus alunos.

Com base no que fora encontrado nos documentos supracitados, mais uma vez encontra-se em destaque a importância de se aprender a retirar do erro os melhores

e mais significativos benefícios, sem fazer dele uma trilha necessária, muito menos uma fonte de condenação. O erro precisa ser visto pelos educadores como pequenos obstáculos ao longo de um percurso, através dos quais se podem crescer e se desenvolver, bem como um elemento indicador que aponta para a necessidade de novas tentativas de alcançar uma solução necessária. Não deve ser um alvo a ser buscado, todavia, uma vez que ele ocorra, não se deve fazer dele fonte de culpa ou castigo, mas sim trampolins para o salto em direção a uma vida consciente, sadia e feliz (LUCKESI, 2013).

3.1.6 O erro e o Ensino de Química

O desenvolvimento da inteligência e do conhecimento científico têm como principal referência a regulação oriunda de uma situação perturbadora, que muitas das vezes relaciona-se com o erro. Daí, inferir a sua importância na aprendizagem. Mas, para que essa regulação ocorra, o aprendiz deve ter consciência desse erro, verificando o seu nível de desenvolvimento e a relação entre o erro e o acerto.

Determinados julgamentos do professor de que o aluno está certo ou errado interessam ao ponto de vista tradicional, porém não têm sentido do ponto de vista construtivista. Para o construtivismo, a correção é, em geral, inoperante caso ela não informe ao professor o que gerou o erro, levando-o a buscar novas estratégias de ensino, ou que não leve o aluno a refletir para procurar caminhos mais adequados e, em alguns casos, essa correção é até prejudicial, podendo inibir futuras tentativas do aprendiz. A melhor reação é utilizar tal correção para incentivar o aluno a discutir sua resposta (certa ou errada) e para tentar entender seu raciocínio. Como também levá-los à troca de informações com outros alunos, coordenando, assim, diferentes pontos de vista existentes (BARROS, 2002).

Segundo Cury (2007), na área das Ciências, ao descartar o erro cometido por desatenção ou descuido, a maioria dos outros casos de erro é uma hipótese legítima do aluno, baseada em uma concepção ou crença da sua realidade escolar, se constituindo em uma forma ou medida de conhecimento.

No ensino de Química, Leal (2010) afirma que durante um processo avaliativo o professor deve contemplar, como aspecto principal, a promoção da aprendizagem. Sendo assim, os erros e imperfeições devem ser usados como indicadores de regulação para retomada de conceitos e relações conceituais carentes de aprimoramento.

Segundo Bonfanti e colaboradores (2013, p. 5), nas aulas experimentais de Química, os erros, que anteriormente eram descartados, tornam-se, agora, um “fator importante para compreender outras dimensões do fenômeno em estudo e gerar problemáticas”. Para os autores, a probabilidade de o aluno errar ou acertar favorece um maior comprometimento dos mesmos com sua aprendizagem. Nessa perspectiva, o erro adquire um papel de destaque na construção do conhecimento, tendo a função de aproximar as discussões desenvolvidas em sala com as produções científicas na área da Química.

Em concordância, Matos, Takata e Banczek (2013, p. 238) ressaltam que os “erros experimentais, dentro da Química, devem ser tratados pelos professores como temas geradores de discussões em sala de aula”. Dessa forma, o professor poderá utilizar esse erro como uma rica fonte de discussões em sala e, também, como um instrumento de regulação de conteúdos, reelaborando sua dinâmica e estratégias de ensino.

Para Gonçalves (2014), o erro pode ser explorado de maneira construtiva pelo professor, ao demonstrar que mesmo ele ocorrendo em uma experimentação, ainda assim, haverá o aprendizado, pois “nem sempre precisa dar certo para aprender” (GONÇALVES, 2014, p. 96). Dessa forma, o medo de errar, que muitas vezes encontra-se atrelado ao aluno durante as experimentações, poderá ser superado, tornando o processo de investigação mais leve e prazeroso.

Ao estudar a relevância dos jogos no ensino de Química, Cunha (2012) destaca a importância do erro à luz do construtivismo. Segundo a autora, “o erro no jogo faz parte do processo de aprendizagem e deve ser entendido como uma oportunidade para a construção de conceitos” (CUNHA, 2012, p. 96). Dessa forma, ao ocorrer o erro, o professor deve aproveitar o momento para levantar discussões e problematizar a situação com os alunos, transformando o evento ocorrido (que normalmente levaria

a punição, ou castigo) em uma atividade de aprendizagem diferenciada e descontraída.

Contudo, é importante ressaltar que, apesar da relevância do erro, o mesmo somente terá validade como fonte de enriquecimento e de avanços, se for percebido e retrabalhado pelo aluno, por meio de uma efetiva regulação. Segundo Cunha (2012, p. 97), para que essa regulação aconteça de fato, é fundamental que o professor intervenha “no momento em que ocorre erro, pois é nesse momento que o estudante tem a oportunidade de refletir sobre o assunto em questão e progrida na sua formação”.

Com uma intervenção adequada ao nível de desenvolvimento do aluno, realizada por meio de uma ação pedagógica consciente e bem fundamentada teoricamente, o erro gradativamente perderá a conotação negativa que lhe fora atribuído no processo educacional, no qual fora reduzido a uma produção sem valor do aluno.

Para tanto, o professor de Química, em seu papel de exímio experimentador, deve, de forma efetiva, desenvolver duas qualidades fundamentais: a primeira delas é aprender a observar atentamente as construções dos alunos sem intervir e julgar precipitadamente os erros dos alunos, para que, a partir daí, se busque compreender as hipóteses e o pensamento elaborados por esse aluno, bem como o nível de desenvolvimento em que ele se encontra; e a segunda qualidade, é a de aprender a buscar as informações mais preciosas dentre o que lhe fora exposto, de modo que, a partir dessas informações, se possa promover novas situações de conflitos, estimulando continuamente a regulação, e, enfim, a superação de tais erros.

4 PERCURSO METODOLÓGICO DA PESQUISA

A compreensão do erro no processo de ensino-aprendizagem não pode se dar através de meras mensurações. Compreender o erro do aluno, sob a sua perspectiva de pensamento, para então, entender a realidade cognitiva em que ele se encontra requer um estudo minucioso, demandando análises profundas e individualizadas que

só podem ser obtidas por uma abordagem qualitativa, em busca de interpretações do que fora observado. Esta abordagem mostrou-se mais adequada uma vez que é realizada uma investigação subjetiva, sem definições prévias de orientação, altamente descritiva e delimitada pelo estilo e capacidade do pesquisador de relacionar as situações contendo erro à dinâmica do processo de ensino e aprendizagem em Química (GIL, 2008).

Quanto à sua natureza, a presente pesquisa classifica-se como aplicada, ao buscar “novas formas de interpretar algo para serem utilizadas imediatamente” (MALHEIROS, 2011, p. 31), compreendendo que as posturas e atitudes perante o erro devem ser modificadas em caráter de urgência nas práticas cotidianas dos educadores.

Pelo fato do objeto de estudo da pesquisa qualitativa ser o indivíduo, e este ser constituído de princípios, valores e sentimentos, passível de influência por diferentes relações, histórias e culturas, pode-se estimar que tal pesquisa não apresenta aspectos passíveis de controle e mensuração, mas sim de aspectos que abrangem uma complexa interpretação. Para compreensão desse objeto de estudo, a pesquisa qualitativa preconiza que o pesquisador realize uma abordagem empírica do objeto e uma sistematização progressiva do conhecimento até que a compreensão da lógica interna do grupo seja desvelada (GUERRA, 2014).

Segundo Guerra (2014), o pesquisador, ao escolher essa abordagem, visa à compreensão de fenômenos relacionados a indivíduos ou grupos, a fim de interpretar a perspectiva dos próprios sujeitos participantes, de forma específica e contextualizada, sem se preocupar com dados numéricos e generalizações estatísticas.

Como característica marcante da pesquisa qualitativa, o ambiente natural, neste caso, o cotidiano escolar com os alunos, é tido como fonte para coleta dos dados. No presente trabalho, a sala de aula se tornou o campo de pesquisa ao longo do ano letivo de 2017, e através de ações corriqueiras desenvolvidas em sala de aula, coletou-se uma série de atividades, contendo uma riqueza de dados que, posteriormente, foram investigadas de forma mais incisiva por meio de entrevistas.

Nesse sentido, o trabalho classifica-se metodologicamente na modalidade de pesquisa-ação educacional, por buscar, segundo Tripp (2005, p. 450), “compreender as situações, planejar melhoras eficazes e explicar resultados”, bem como produzir conhecimentos com base nas experiências práticas vivenciadas no ambiente escolar.

De acordo com Ghedin e Franco (2011, p. 212), quando se adota essa modalidade de pesquisa parte-se da convicção que “pesquisa e ação podem e devem caminhar juntas, tendo em vista a transformação da prática”, ou seja, sempre haverá uma intervenção numa determinada realidade de estudo.

No processo de ressignificação do erro no ensino de Química Orgânica, tem-se uma abrangência da pesquisa-ação observada sob duas perspectivas. A primeira perspectiva envolve a classificação da pesquisa-ação como prática, devido a uma melhoria imediata da realidade na aprendizagem de um grupo específico de alunos, a partir da valorização e regulação dos seus erros durante o processo de construção dos conhecimentos. E a segunda, de caráter mais amplo, relaciona-se às reflexões críticas que a pesquisa visa proporcionar para que haja, no meio social como um todo, transformações das concepções sobre o papel do erro no processo de ensino-aprendizagem, em busca da emancipação do seu significado, bem como da conscientização para mudanças nas práticas adotadas no contexto escolar. Nesse sentido, o trabalho apresenta-se numa perspectiva de pesquisa-ação crítica (GHEDIN; FRANCO, 2011; TRIPP, 2005).

Devido à necessidade de uma interação mais acentuada com os alunos em busca da compreensão sobre o desenvolvimento cognitivo durante as construções optou-se pela utilização do método clínico. Tal método, descrito logo na sequência desse capítulo, proporcionou os meios técnicos que conduziram a uma intensa investigação, orientando boa parte da pesquisa.

4.1 O MÉTODO CLÍNICO

O método clínico, metodologia estabelecida por Jean Piaget em 1920, é uma investigação pertencente à variedade da pesquisa qualitativa resultante de uma fusão entre os métodos empírico, hipotético-dedutivo e histórico-crítico, comuns em pesquisas das ciências experimentais, lógico-matemáticas e humanas, respectivamente. Esse método consiste em uma conversa livre com a criança no intuito de estudar seus pensamentos por meio de uma entrevista penetrante, flexível e ao mesmo tempo, precisa. Esta entrevista funciona como um processo de ausculta mental ao buscar compreender de forma profunda e sistemática os processos lógico-matemáticos inerentes aos raciocínios manifestados pela criança, permitindo uma análise da sua evolução histórica (MUNARI, 2010).

Segundo Bampi (2006, p. 65), o método clínico pode ser compreendido como

[...] um procedimento de entrevistas com crianças, com coleta e análise de dados, onde se acompanha o pensamento da criança, com intervenção sistemática, elaborando sempre novas perguntas a partir das respostas da criança e, avaliando a qualidade e abrangência destas respostas. Também se avalia segurança que a criança tem sobre as suas respostas diante das contra-argumentações.

Esse método, também denominado método clínico experimental ou exploração crítica piagetiana, é conhecido pelo diálogo com o interlocutor, e visa à exploração dos conceitos construídos pelo aprendiz, sendo por isso um método muito utilizado no contexto do construtivismo piagetiano.

Trata-se de um método criado no intuito de apreender como as crianças pensam e percebem o mundo a sua volta, não enfatizando apenas o ato da entrevista, mas todo o processo investigativo do experimentador e da interação com a criança. Através dessa investigação verbal, revelam-se as particularidades dos atores envolvidos, fato que propiciará uma tentativa de compreensão dos seus significados e representações.

Esse método proporcionou a Piaget a realização do estudo da gênese e das estruturas do conhecimento, gerando fontes de pesquisas contínuas, fazendo-o avançar em seus conhecimentos sobre a cognição humana e o potencial infantil para a aprendizagem, através das respostas obtidas através desse método. Conversar com as crianças para tentar aprender a sequência dos seus pensamentos e analisar a justificativa que as crianças davam ao responder suas indagações, de forma sistemática, foi um grande avanço a compreensão do desenvolvimento infantil.

Tudo isso caracteriza o método clínico como um instrumento confiável para avaliar o nível de cognição alcançado pela criança, ao analisar o seu desempenho nas atividades realizadas, compreendendo melhor as diferenças individuais existentes nesse processo e, ainda, para detectar problemas na aprendizagem, como os pontos críticos de dificuldades e as razões do fracasso.

Outra característica desse método, segundo Bampi (2006, p. 70) é com relação à riqueza de situações que podem acontecer durante as entrevistas, tornando o método "um instrumento de avaliação dinâmico, interessante, revelador, criativo e reflexivo tanto para o entrevistador, como para o entrevistado".

Cada vez que o pesquisador se utiliza desse método como fonte de coleta de dados, ele tem diante de si um sujeito ímpar, com coerência própria, com toda sua singularidade e especificidades da condição humana. Contudo, consideradas as individualidades de cada um, o método vai, ainda, à busca do que há de universal neste sujeito epistêmico, tais como as características das suas explicações, formas de resolver problemas, coerência, contradições e criatividade nas respostas, para compreender a gênese e o desenvolvimento do processo cognitivo (BAMPI, 2006).

A utilização do método clínico permite um complexo estudo da estrutura do pensamento e raciocínios dos sujeitos avaliados e, assim, conforme Scarparo e Marques (2017, p. 827), "ao procurar compreender o pensamento do sujeito, por trás da resposta dada frente a um problema ou situação, tem-se a proposta de analisar as explicações fornecidas, buscando verificar a existência de coerência ou contradição nas respostas".

Diferentemente de outros métodos clássicos, o importante desse método é que o pesquisador seja capaz de entender a atividade lógica do aluno em profundidade, não apenas interpretar as respostas como certas ou erradas, mas sim, acessar os mecanismos das respostas fornecidas para compreender a estrutura do pensamento desse aluno e o nível de desenvolvimento em que ele se encontra. Através das respostas obtidas e com base em um aporte teórico substancial, o pesquisador direcionará o rumo da investigação, desafiando o julgamento e conduzindo o aluno às situações de conflito, por meio de sugestões e contra-sugestões. Nas sugestões, o experimentador expressará ideias favoráveis ao ponto de vista do aluno, levando-o a

expandi-lo, enquanto que nas contra-sugestões ele expressará pontos de vista contrários ao do aluno, para desestabilizá-lo por meio do conflito. Tais ações, por parte do pesquisador, levará o aluno tomar consciência da sua veracidade ou inconsistência da sua elaboração, promovendo, assim, o desenvolvimento das suas estruturas internas (PIAGET, 1926).

Através das justificativas fornecidas pelo aluno com o método clínico, o pesquisador consegue realizar uma análise dos níveis psicológicos de desenvolvimento, e não apenas o desempenho do sujeito, como nos testes de raciocínio, por exemplo. Assim, o pesquisador lança uma prévia e um núcleo referencial que se problematizam e controlam, à medida que avalia os raciocínios decorrente da investigação. Essa avaliação permitirá ao pesquisador inferir a respeito da atividade cognitiva do aluno, refletindo a existência, inexistência ou elaboração de uma determinada estrutura referente a um nível de desenvolvimento mental.

De acordo com Reis (1994), o método clínico piagetiano passou por três períodos de transformação. O primeiro período foi marcado pelo estudo da lógica infantil na qual se registravam as verbalizações espontâneas das crianças através de conversas livres sobre a representação que faziam do mundo. Nesta fase apresentaram-se algumas provas verbais provenientes dos testes de inteligência clássicos, cujos interrogatórios eram inspirados na entrevista psicoterapêutica. No segundo período da evolução do método clínico, Piaget estudou manifestações da inteligência a partir das quais conduziu verdadeiras experiências através da colocação de hipóteses explícitas e da variação de condições experimentais. E, no terceiro período, Piaget renuncia ao método de conversação simples, devido a sua insuficiência, para explorar a gênese das primeiras noções operatórias. A partir daí, adota o método no qual ele intervém com a linguagem, contudo relacionando à atividade dos sujeitos. Nessa terceira fase, os questionamentos tornam-se mais maleáveis, e a investigação sobre o estado a criança torna-se enriquecido através da dimensão experimental. As perguntas passam a ser feitas na presença de objetos observáveis e manipuláveis, a partir do qual a criança é convidada a elaborar raciocínios. Nesta fase, o método torna-se crítico, por começar a dar um direcionamento de forma sistemática nas afirmações do sujeito. Assim, se consegue investigar a solidez das convicções e a lógica profunda dos pensamentos da criança.

Em busca de atingir perspectivas semelhantes quanto à elaboração de raciocínio, o método clínico foi escolhido para realização deste trabalho por ser suficientemente flexível, de modo a permitir que os alunos consigam se mover ativamente nas análises de suas respostas, visando à compreensão da epistemologia do pensamento.

Através da utilização desse método, foram obtidas informações que possibilitaram a compreensão das formas de organização e da lógica do pensamento do aluno, bem como do nível de desenvolvimento cognitivo em que o aluno se encontra por intermédio do diálogo, no formato de entrevista informal⁴ e aberta⁵, realizada a partir da análise de atividades avaliativas feitas em sala de aula. Na busca por entender os erros cometidos pelos alunos, investigou-se o modo que o sujeito entende as ligações químicas realizadas entre os carbonos, a construção das cadeias orgânicas e bem como a forma com que os alunos constroem esses conceitos, dos mais simples aos mais complexos, levando os alunos a refletirem e dialogarem sobre os seus erros após determinada evolução conceitual.

Durante as entrevistas, sugestões e/ou contra-sugestões foram utilizadas na finalidade de avaliar a consistência e a qualidade das aquisições estruturais, fornecendo assim, pistas significativas a respeito do raciocínio desenvolvido pelo aluno. No processo de elaboração das respostas fornecidas, as convicções dos alunos, com relação aos pensamentos elaborados e a solidez estrutural das suas argumentações, eram cuidadosamente observadas. Pois, de acordo com Reis (1994, p. 14), as argumentações “podem esclarecer sobre a natureza dos obstáculos inerentes ao pensamento da criança e à resistência que o real opõe à formação das estruturas operatórias”.

Sendo assim, com a utilização do método clínico, os obstáculos existentes, que servem de objeção ao desenvolvimento cognitivo das estruturas de inteligência da criança, poderão ser redimensionados através de uma intervenção docente bem fundamentada. Dessa forma, ao compreender melhor a epistemologia do pensamento humano, o papel do erro será ressignificado, tornando-se possível sua exploração

⁴ Informal, segundo Pádua (2012), por possibilitar ao pesquisador um conhecimento mais aprofundado da temática investigada, oferecendo pistas para o encaminhamento da pesquisa.

⁵ Segundo Guerra (2014) a entrevista aberta é aquela na qual o entrevistado fala livremente sobre o tema, no caso específico desta pesquisa, sobre seus erros. Nesse tipo de entrevista o pesquisador pode realizar perguntas livremente para alcançar a maior profundidade possível nas respostas.

crítica e uma reorientação das práticas pedagógicas que o utilizam como um instrumento em benefício rumo ao avanço intelectual dos alunos.

4.2 CENÁRIO E ATORES DA PESQUISA

A coleta de dados da pesquisa ocorreu durante o ano letivo de 2017, na cidade de Itamaraju, Bahia, numa unidade escolar da rede pública estadual de educação básica denominada Complexo Integrado de Educação (CIE), cuja autorização foi concedida pela gestora escolar, conforme o Anexo 1.

O CIE de Itamaraju (CIEI) foi instituído pelo decreto nº 16.718 de 11 de maio de 2016 e iniciou o seu funcionamento no ano de 2016 através de uma parceria do Governo do Estado da Bahia com a Universidade Federal do Sul da Bahia (UFSB), a partir da fusão de três escolas estaduais: Colégio Inácio Tosta Filho, Centro Noturno de Ensino da Bahia (CENEB) e Colégio Polivalente de Itamaraju.

Os Complexos Integrados de Educação (CIEs) foram criados através de um convênio entre a Secretaria da Educação do Estado (SEC) da Bahia em convênio com a UFSB, governada de forma participativa através de uma cogestão institucional (UFSB - SEC).

Os CIEs começaram a ser implantados no final do ano de 2015 para responder ao desafio da Integração entre os diferentes sistemas de ensino e, segundo o Art. 1º do decreto nº 16.718 de 2016, tem por finalidade “promover inovações pedagógicas em processos curriculares e de gestão escolar e aprimorar os processos formativos da docência, em articulação com Instituições de Educação Superior” (BAHIA, p. 9, 2016).

Cada CIE é composto por um Centro de Ensino Médio Integral (CEMI), que funciona durante o período diurno; um Centro Noturno de Ensino (CNE), um Centro de Formação Docente Continuada (CF-DoC) e um Colégio Universitário (CUNI).

Atualmente existem cinco Complexos Integrados de Educação no Estado da Bahia, localizados em Porto Seguro, Itamaraju, Eunápolis e Itabuna, que funcionam em

parceria com a Universidade Federal do Sul da Bahia (UFSB), e outra unidade em Ipiaú, cuja parceria se dá com a Universidade Estadual da Bahia (UNEB).

O CIE de Itamaraju (CIEI) funciona nas instalações do antigo colégio Inácio Tosta Filho, localizada próximo ao centro da cidade, e apresenta em sua estrutura física um total de dezessete salas de aula, um auditório, uma biblioteca, uma sala de computação, um laboratório, uma sala de mídias, uma sala de professores, uma sala de direção, uma sala de secretaria, uma sala de articulação e planejamento, uma sala do Sistema de Gestão Escolar (SGE), uma cozinha, um refeitório, uma quadra esportiva, uma quadra de vôlei, quatro banheiros para alunos, dois vestiários, quatro banheiros para funcionários, cinco salas de almoxarifado.

O CIEI atende cerca de 1100 educandos do ensino médio, contendo as modalidades regular, técnico e educação de jovens e adultos (EJA). Durante o período diurno o ensino é integral, por buscar uma formação que engloba múltiplas dimensões de desenvolvimento do sujeito, e de tempo integral, por apresentar uma jornada de 08h consecutivas de estudo, que se inicia às 07h15min e termina às 17h00min, com pausas para 03 refeições diárias (lanche matutino, almoço e lanche vespertino). O ensino noturno integral funciona das 18h40min às 21h40min e possui uma ação pedagógica voltada para os jovens e adultos já inseridos no mercado de trabalho. As aulas em ambos os períodos abrangem disciplinas referentes à base nacional comum e à parte diversificada, que por sua vez acontecem no formato de oficinas, ateliês e encontros de saberes que contemplam temáticas pertinentes ao contexto local.

A pesquisa foi realizada com as três turmas de terceira série do ensino médio existentes no período diurno do ano de 2017, de ensino regular em tempo integral, com as turmas A, B e C, que continham matriculados, respectivamente, 32, 32 e 31 alunos, nas quais a pesquisadora era responsável pela disciplina de Química.

4.3 DETALHAMENTOS DA PESQUISA

O ano letivo de 2017 foi iniciado no dia 6 de fevereiro e organizado em 3 trimestres, a saber: I trimestre com 67 dias letivos (06/02 a 18/05), II trimestre com 65 dias letivos (19/05 a 01/09), III trimestre com 68 dias letivos (04/09 a 13/12). A coleta de dados da pesquisa se iniciou ao final do primeiro trimestre e foi concluída no último trimestre, porém a preparação e a duração para a mesma se deu ao longo de todo ano letivo.

No primeiro trimestre, antes de iniciar o conteúdo de Química Orgânica com as turmas de terceiras séries envolvidas na pesquisa, e como prática pedagógica frequente ao longo dos anos como docente, foi realizado um trabalho de revisão dos conceitos básicos necessários para que os alunos pudessem compreender os conteúdos da série em questão. Dentre os assuntos revisados encontram-se a estrutura do átomo, sua composição básica, distribuição eletrônica e ligações químicas, para em seguida introduzir os conteúdos relacionados à Química Orgânica, como o histórico da Química Orgânica, as características do carbono, os tipos de ligações e as propriedades dos compostos orgânicos. Essa revisão justifica-se, primeiramente, devido a interdependência dos conteúdos, não sendo possível a compreensão da Química Orgânica, sem que haja uma compreensão efetiva dos conceitos basilares e, por conseguinte, devido à enorme descontinuidade do trabalho docente existente na rede estadual, decorrente de inúmeros fatores comuns a todo ensino público do nosso país, tais como a frequente troca de professores, mudança de carga horária, de turno, vacância de cargo na disciplina, dentre outros.

Durante esse trimestre, no dia 10 de Maio, foi realizada a primeira atividade avaliativa destinada à coleta no intuito de verificar a compreensão a respeito da tetravalência do carbono. Nesta atividade foi solicitado aos alunos que estabilizassem os carbonos presentes nas moléculas orgânicas através da inserção de ligações simples, duplas ou triplas. Tais respostas foram posteriormente utilizadas como base para observar a evolução dos conceitos construídos pelos alunos. Esta atividade foi realizada em dupla no intuito de promover discussões, as quais, segundo o princípio de interação entre iguais, estimulam o auxílio mútuo na resolução dos conflitos e dificuldades, visando um melhor desenvolvimento da aprendizagem (HOFFMANN, 2003).

O segundo trimestre foi destinado a discussões relacionadas aos hidrocarbonetos e sua importância na sociedade moderna, regras de nomenclatura, identificação e construção dos compostos. Vale ressaltar que a falta de continuidade das aulas de

Química, devido a fatores administrativos e financeiros, tal como a falta de verba para o preparo do almoço, impediam que o colégio funcionasse em período integral e que parte das aulas no turno vespertino acontecesse, incorrendo em um atraso de conteúdo. Portanto, nesse trimestre não foi coletada nenhuma atividade direcionada para a realização da pesquisa.

Ao início do terceiro trimestre, a coleta de dados foi retomada. No dia 20 de setembro, foi realizada a segunda atividade avaliativa, no dia 27 de outubro, a terceira atividade e no dia 13 de novembro, a quarta atividade, perfazendo um total de quatro ao longo do ano letivo, aplicadas para todos os 95 alunos das três terceiras séries. A segunda atividade se tratava de uma investigação sobre os conhecimentos acerca da construção das fórmulas estruturais dos hidrocarbonetos ramificados da classe dos alcanos, alcenos e alcinos, a partir dos nomes dos compostos orgânicos fornecidos. A terceira e quarta atividades tratavam da inserção dos conceitos de funções químicas, com seus respectivos grupamentos funcionais. Na terceira atividade os compostos eram pertencentes à função química dos álcoois e enóis, enquanto a quarta atividade se tratava das funções químicas aldeídos e cetonas.

Durante os meses de setembro, outubro e novembro, após cada coleta, foi realizada uma análise prévia dos resultados para observar os erros cometidos pelos alunos e as respectivas modificações conceituais desenvolvidas pelos mesmos, o que culminou em uma seleção de alguns nomes para entrevista. Esta análise se deu pela identificação e apontamentos dos erros construtivos através de marcações manuscritas nas próprias atividades coletadas.

Os alunos que apresentavam erros sistemáticos, indicando falta de esforços cognitivos nas construções, foram excluídos da participação para a entrevista, bem como aqueles que entregaram questões sem responder ou que só apresentaram acertos em suas respostas, delimitando melhor o universo de opções para a pesquisa. Em seguida, foram retirados os alunos que não haviam realizado alguma(s) das quatro atividades nos dias estabelecidos. Isto porque ao faltarem no dia da atividade, muitos tinham que respondê-las posteriormente sem as orientações e acompanhamento docente necessários, em um local separado, enquanto a aula acontecia normalmente, fato que poderia prejudicar o desempenho do aluno em questão.

Após a triagem dos alunos por meio da observação dos erros construtivos, emergiram nove nomes passíveis de investigação. Realizada essa triagem, os nove alunos foram convidados a participar da entrevista e receberam todos os esclarecimentos a respeito da pesquisa, bem como os termos de assentimento (APÊNDICE A) e consentimento (APÊNDICE B) para serem assinados e entregues posteriormente.

Cada aluno recebeu duas cópias de cada termo, uma via do entrevistado e uma da pesquisadora, e foram instruídos a levar os termos para casa, entregar uma cópia para o responsável, para que ambos lessem com os devidos cuidados. Depois de lido e assinado, uma cópia de cada termo foi devolvida a pesquisadora no dia da entrevista.

As entrevistas ocorreram entre os dias 28 e 30 de novembro de 2017, conforme o Quadro 1, há pouco mais de seis meses da primeira atividade avaliativa coletada, na biblioteca do próprio colégio, durante o período de aula, já que a escola funciona em período de tempo integral, não restando um turno do dia livre.

Contudo, para a liberação dos alunos por alguns minutos, houve uma conversa com o professor responsável pelo horário de aula em questão, para que, ao se ausentar da sala, tais alunos não fossem prejudicados em termos de conteúdos e/ou atividades realizadas. Em algumas situações, algumas entrevistas precisaram ser adiadas por curtos períodos de tempo, a procura de um horário em que não houvessem tais prejuízos.

Ao iniciar a entrevista, realizada de forma individual em seu respectivo período, de acordo com o explicitado no Quadro 1, o aluno era convidado a se sentar junto à professora-pesquisadora em um espaço organizado na biblioteca da escola contendo as quatro atividades desenvolvidas ao longo do ano, expostas cronologicamente lado a lado sobre a mesa, para acompanhamento e reflexão do aluno durante o processo de investigação.

Ao se acomodar, o aluno recebia uma orientação que a entrevista seria gravada com o uso de um smartphone e que as perguntas a serem realizadas seriam direcionadas a partir dos erros destacados em suas provas e das respostas fornecidas por ele, na tentativa de entender sua forma de raciocínio ao elaborar suas construções.

Quadro 1 – Caracterização das entrevistas com os alunos

ALUNO(A)	DATA DA ENTREVISTA	HORÁRIO DA ENTREVISTA	DURAÇÃO DA ENTREVISTA
A1	29/11/17	09h 40min	26 min 56s
A2	29/11/17	10h 07 min	23 min 16s
A3	30/11/17	10h 42 min	25 min 02s
B1	28/11/17	11h 20 min	48 min 56s
B2	29/11/17	10h 23 min	01 min 17s
B3	29/11/17	10h 40 min	15 min 58s
C1	28/11/17	08h 31 min	11 min 58s
C2	28/11/17	09h 03 min	25 min 09s
C3	28/11/17	10h 14 min	41 min 39s
TOTAL			03h 35min 11s

Fonte: Próprio autor (2018).

Conforme indicado por Queiroz e Lima (2010), as entrevistas iniciavam-se sempre com umas perguntas básicas comum a todos os participantes, como por exemplo, a pergunta a respeito das características gerais do carbono que o aluno se recordava. Mas, conforme as respostas eram fornecidas, as perguntas iam sendo redirecionadas e ampliadas a caminhos únicos e pessoais, adaptadas a cada situação, a fim de apreender o processo cognitivo percorrido durante suas elaborações, fato que explica os diferentes tempos de duração de cada entrevista, contendo a mais curta 11 min 58s e a mais extensa 48 min 56s (Quadro 1).

A entrevista, com duração de 01 min 17s do aluno B2, precisou ser excluída do rol de análise devido à desistência do mesmo, fato que lhe fora assegurado desde o princípio ao receber o convite e reforçado nos termos de assentimento (APÊNDICE A) e consentimento (APÊNDICES B) caso houvesse algum desconforto em sua participação.

Com exceção do aluno B2 que desistiu da entrevista, os oito alunos restantes foram utilizados durante as investigações e análises iniciais. Contudo, desse total de oito entrevistas, apenas quatro dentre estas foram destinadas a um estudo mais minucioso e discussão aprofundada, a fim de evitar expansões desnecessárias ao trabalho, tornando-o enfadonho ao leitor.

Para a realização da descrição dos erros e suas respectivas análises optou-se como critério de escolha a ordem de nomenclatura fictícia do aluno/turma sequenciada no

Quadro 1. Como foram entrevistados três alunos de cada terceira série do Ensino Médio (três alunos da 3ª série A, três da 3ª série B e três da 3ª série C), iniciou-se a análise pelos alunos da 3ª série A (denominados de A1, A2 e A3), para em seguida analisar um aluno do 3ª série B (denominado de B1), justificando, assim, a seleção desses alunos para um aprofundamento maior durante a investigação.

4.4 FORMA DE ANÁLISE DOS DADOS

Após o levantamento das informações por meio das atividades e da entrevista, iniciou-se o processo de preparação para a realização da análise dos dados. Primeiramente, foram feitas as transcrições das entrevistas gravadas em áudio, para posteriormente serem organizadas e destinadas às análises pretendidas.

Os registros iniciais foram feitos por meio da percepção dos erros por parte do pesquisador durante a observação das atividades, fato que possibilitou a organização dos dados de forma coerente, facilitando a investigação analítica dos dados.

Nessa fase, conforme o sugerido por Pádua (2012), três aspectos foram observados, a saber: a pertinência, a relevância e a autenticidade das informações para a pesquisa.

A pertinência refere-se à verificação das informações que são de fato essenciais à pesquisa, o que foi observado através de um cuidadoso processo de identificação e separação dos erros de caráter construtivo encontrados no decorrer das quatro atividades, bem como na separação dos trechos da entrevistas que apresentavam falas importantes à mesma.

A relevância diz respeito à separação das melhores e mais adequadas informações, fato também observado durante a organização dos erros detectados e dos trechos das entrevistas escolhidos para discussão.

Por fim, respeitou-se também o aspecto autenticidade, característica diretamente relacionada ao compromisso do pesquisador com a verdade na manipulação e coleta

das informações amplamente considerada durante todo o processo de transcrição das falas e do tratamento das imagens dos erros coletados na pesquisa.

A técnica utilizada no tratamento de dados foi a análise de conteúdo, devido às interpretações de cunho qualitativo, “assegurando uma descrição objetiva, sistemática e com a riqueza manifestada no momento da coleta dos mesmos” (GUERRA, 2014, p. 38).

No decorrer da análise, procurou-se evidenciar as estratégias cognitivas dos sujeitos ao longo das sucessivas atividades, a fim de demonstrar o desenvolvimento conceitual alcançado por esses e explorar as situações de conflitos manifestadas em resposta aos questionamentos e estímulos realizados com base em seus erros. A criação das situações de conflitos teve como finalidade a provocação do aluno à superação do erro por meio de regulação, organização e reconstrução dos conhecimentos em busca de um progressivo avanço cognitivo, alcançando, assim, níveis cada vez maiores de inteligência (REIS, 1994).

Com os erros das atividades já previamente analisados e terminadas as transcrições das entrevistas, estabeleceu-se uma comparação entre os erros escritos e suas respectivas falas contidas na entrevista, o que possibilitou a observação de algumas unidades de significados. Segundo Malheiros (2011, p. 208), tais unidades referem-se à “menor parte dos dados que será considerada para o entendimento do resultado da pesquisa”, e são orientadas, primordialmente, por meio de registros.

Dessa forma, ao observar os registros já realizados em meio às comparações, encontrou-se que tais unidades correspondiam aos diferentes tipos de erros, conceituações e interpretações encontrados nas elaborações das fórmulas estruturais das quatro atividades avaliativas. A partir de tais unidades e de uma análise exaustiva e profunda dos erros coletados, chegou-se ao estabelecimento de algumas categorias.

O processo de categorização, segundo Pádua (2012), pode ser empregado no estabelecimento de classificações em um agrupamento de ideias, elementos e expressões em torno de conceitos, levando em conta o referencial teórico que orientou a pesquisa. Assim, baseadas numa perspectiva construtivista piagetiana, as

categorias de análise utilizadas para o desenvolvimento da pesquisa foram os erros de definição e aplicação do conceito de tetravalência do carbono, os erros nas formas de estabilização do carbono por meio do acréscimo de ligações simples, duplas e triplas, ou ainda, com a inserção de hidrogênios durante a construção dos compostos, bem como os erros nas elaborações e posicionamentos das ramificações, insaturações e dos grupos funcionais dos diferentes compostos orgânicos estudados.

A partir dessa categorização, as divergências e convergências entre os dados coletados e a teoria piagetiana foram apontadas, em busca da ressignificação do erro no ensino de Química, a fim de buscar avanços no plano do conhecimento dessa disciplina.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conhecer é um ato de interpretação, segundo La Taille (1997). Ao interpretar o conhecimento, cada indivíduo irá assimilá-los à sua própria forma de organização, de acordo com a condição de inteligência. A realidade exterior não será imposta a esse indivíduo, e sim, será filtrada de forma única, sendo assimilada e acomodada através do exercício constante dessa inteligência.

No processo de construção ativa de conhecimento, comumente erros são cometidos. Tais erros precisam ser analisados com um olhar atencioso, porque representam fragmentos de informação incorporados por esse sujeito; uma manifestação externa de um esforço interno legítimo de compreensão sobre o objeto de estudo a sua volta.

De acordo com Ferreiro (2011), uma das formas indicativas mais claras a respeito de como o indivíduo compreende o seu objeto de estudo é através de suas produções espontâneas, que fornecerá um valioso documento para ser interpretado e avaliado mediante uma postura teórica bem definida.

Nessa perspectiva, o que se levou em conta na construção desse capítulo não foram apenas os aspectos gráficos ditos como errados, mas sim, os aspectos construtivos

de conhecimentos, relacionados às representações que o indivíduo esquematizou. Dessa forma, ao observar atentamente e tentar compreender os erros, acompanhou-se a progressiva evolução conceitual que cada aluno apresentou durante o processo de ensino-aprendizagem de Química Orgânica.

Ao realizar uma investigação diagnóstica, por meio de questionamentos e problematizações lançadas às turmas na forma de diálogos livres sobre conceitos básicos da Química Geral, durante as primeiras aulas do ano letivo, prática corriqueira ao longo dos anos como docente, notou-se que grande parte dos alunos demonstrava não se lembrar dos conteúdos estudados nos anos anteriores, ou ainda pior, alguns afirmavam nunca ter estudado certos conteúdos questionados.

Então, no intuito de fazer com que o processo de ensino-aprendizagem de Química Orgânica tenha um maior êxito e alcance um maior contingente de alunos, grande parte do primeiro trimestre é sempre destinado a um trabalho de (re)construção dos conceitos mais básicos que servem como alicerce para o desenvolvimento dos novos conceitos. Ao término dessa preparação/revisão dos conteúdos de pré-requisitos para a compreensão da Química Orgânica, iniciou-se a coleta das informações da pesquisa que compõe o corpo desse trabalho, cujas análises serão realizadas a seguir.

5.1 – ANÁLISE DOS ERROS DOS ALUNOS

Com base na observação dos erros cometidos pelos alunos da terceira série, durante a realização das atividades relacionadas à Química Orgânica e na escuta sensível das respostas fornecidas por meio da entrevista clínica, foram realizadas análises minuciosas sobre o percurso de desenvolvimento dos alunos, acompanhando seus respectivos progressos conceituais ao longo do ano letivo, a fim de compreender como estes respondem aos estímulos que recebem em sala de aula, bem como a forma com que integram, processam e reestruturam as informações obtidas, até se chegar aos estágios de maior equilíbrio do conhecimento.

5.1.1 Investigação inicial acerca do desenvolvimento dos alunos

De acordo com os preceitos construtivistas, para se estudar o desenvolvimento cognitivo do aluno, o processo investigativo deve partir do que este aluno sabe ou pensa saber (LA TAILLE, 1997). Nessa perspectiva, as entrevistas foram iniciadas com uma pergunta básica comum sobre os conhecimentos que cada aluno havia, ou não, assimilado sobre o carbono ao longo do ano letivo, a fim de identificar o nível de conhecimento alcançado pelos mesmos, para a partir daí, aprofundar na investigação. Segue-se no quadro da Figura 1 um pequeno trecho das conversas com os alunos para exemplificar a pergunta base realizada, e dar início às análises dos erros e do desenvolvimento dos alunos entrevistados.

Figura 1 – Trecho das entrevistas contendo a investigação sobre os conhecimentos a respeito do carbono

(continua)

Trecho da entrevista com A1	EU: ... o que que você lembra a respeito do carbono? A1: carbono? EU: quantidade de ligações por exemplo... A1: se eu tivesse na hora de fazer atividade esses conceitos aí vão surgindo. EU: você lembra a quantidade de ligações que o carbono precisa fazer? A1: quatro. EU: tá certo... os tipos de ligações que ele consegue fazer? A1: tem :: aquela:: esqueci o nome. Mas, eu sei que são :: tem vários ::: são três tipos, né professora? EU: uhum. A1: mas, eu esqueci todos os nomes.
Trecho da entrevista com A2	EU: ... o que que você lembra a respeito do carbono? :: Com relação ao número de ligações por exemplo? A2: (risos envergonhados) professooraaaaa ::: eu não sei falar não! EU: sabe não? Quantas ligações o carbono tinha que fazer [...]? [...] A2: como assim? EU: aqueles “tracinhos” que ficam em volta do carbono [...] [...] A2: três! [...] Três :: não! :: Quatro!
Trecho da entrevista com A3	EU: ... o que que você lembra a respeito do carbono? A3: deu branco agora. EU: deu branco? [...] você pode olhar para suas provas [...] se você quiser [...]! A3: [...] vendo agora aqui :: (risos) :: eu não lembro de nada. EU: [...] olha a última prova [...] o etanal [...] você colocou alguns hidrogênios [...] para tentar estabilizar esse carbono? A3: cada carbono tem :: quatro hidrogênios. [...] quatro ligações!
Trecho da entrevista com B1	EU: [...] o que você aprendeu nesses meses todos a respeito do carbono? Número de ligação que ele precisa fazer para ficar estável? O que você se lembra? B1: não sei (sussurra em voz baixa).

	(conclusão) EU: lembra de quantas ligações pelo menos a gente sempre tinha que completar para o carbono? Quantas ligações o carbono precisa fazer? Oh, dê uma olhada nas suas provas! [...] B1: quatro.
Trecho da entrevista com B2	(B2 desistiu da entrevista)
Trecho da entrevista com B3	EU: que você lembra a respeito do carbono. Quantas ligações ele precisa fazer? B3: Eu me lembro que são :: é :: ele tem que fazer quatro ligações.
Trecho da entrevista com C1	EU: [...] quais são as características do carbono que você se recorda, C1? C1: Que pra formar um carbono, tem que ter...formar quatro hidrogênios, ligações e...(sussurro inaudível)
Trecho da entrevista com C2	EU: [...] o que você lembra sobre características do carbono? Pelo que você lembra o que que ele tinha que ter? Como é que você tinha que preenchê-lo? C2: o carbono :: eu entendi assim :: a gente sempre sabe, estudando, né? :: que o carbono ele tinha :: tem as ligações, né? EU: [...] quantas ligações ele tem que ter? C2: quatro. EU: sempre quatro? C2: sempre quatro.
Trecho da entrevista com C3	EU: [...] o que que você entendeu nessas aulas todas de Química a respeito do carbono? O que que você lembra? C3: do carbono? EU: o que que você lembra? Quantas ligações ele precisa fazer? C3: eu entendi assim :: as ligações que eu devo fazer, que são essas :: ééé :: aí eu fui da forma que você me explicou eu fui desenvolvendo. [...] EU: tá. E quantas ligações você acha que ele tem que fazer sempre? C3: duas. EU: que o carbono tem que fazer? C3: duas...não! Ahhhh ... duas. EU: então, por exemplo, nessa primeira atividade (mostro a atividade 1 respondida por C3) :: [...] nesse primeiro carbono da letra "a" você colocou ao todo quantos tracinhos em volta dele? C3: três. EU: conta aí! Uma...duas... C3: três. EU: e com essa? C3: quatro

Fonte: Próprio autor (2018).

Apesar da timidez e o nervosismo inicialmente ter atrapalhado a desenvoltura da maioria dos alunos em suas argumentações, e até mesmo levado um deles à desistência, no caso de B2, fica evidente, logo nos primeiros momentos das entrevistas, que houve uma assimilação, ainda que modesta, sobre o conceito base de tetravalência do carbono, o qual afirma que este elemento químico necessita realizar quatro ligações para adquirir estabilidade, por meio de ligações simples, duplas ou triplas. Conceito este, essencial à compreensão dos conteúdos de Química Orgânica.

Ao analisar os trechos das entrevistas, apresentados na Figura 1, nota-se que a maioria dos alunos não conseguiu teorizar formalmente o que apreenderam ao longo das aulas, com exceção de B3 e C1. Contudo, através de alguns estímulos e observações das atividades desenvolvidas, os conhecimentos, aos poucos, eram buscados e organizados, tornando-se acessíveis e passíveis de investigação por meio da exploração das situações contidas em suas próprias respostas e em seus escritos.

Uma característica observada durante a análise da Figura 1 refere-se à diversidade nos ritmos de aprendizagem e de construção dos saberes apresentada pelos alunos. Ao seu próprio tempo e de acordo com seu nível de desenvolvimento cognitivo, cada aluno conseguiu alcançar o padrão de conhecimento considerado correto, representado pelo termo “quatro” presente em todos os diálogos, ao referir-se à tetravalência do carbono.

Outro aspecto relevante, ainda relativo à diversidade dos alunos, refere-se à forma de interatividade que cada um apresentou durante as entrevistas. Alguns, por serem mais desinibidos, conseguiam dialogar e se expressar mais facilmente, o que favorecia a manutenção da conversa e à tentativa de acesso aos seus pensamentos e à sua construção de saberes. Em contrapartida, outros alunos, como B1 e C3, apresentaram uma enorme resistência à interação, por serem alunos muito quietos e introvertidos, fato que demandou uma atenção especial, cautela, paciência e uma grande flexibilidade na forma de perguntar, para que tais alunos não se fechassem ainda mais durante a entrevista.

A título de exemplo, enquanto a entrevista com C2 era repleta de falas espontâneas e extensas, rica em tentativas de explicações sobre como havia pensado ao elaborar suas construções, necessitando inclusive de direcionamentos constantes, para não perder o foco da investigação, com B1, havia longos e exaustivos momentos de silêncio. Esses longos momentos necessitavam de constantes estímulos por parte da pesquisadora, tais como perguntas e apontamentos, para conseguir respostas extremamente curtas e com explicações vagas, que por sua vez, careciam de novas perguntas, levando a outros longos períodos de silêncio.

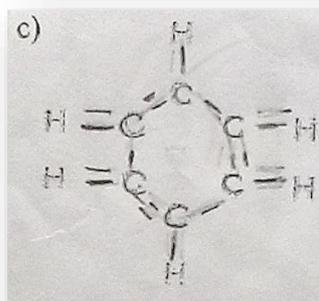
As análises minuciosas acerca do desenvolvimento dos quatro alunos selecionados, descritas logo em sequência, foram realizadas com base nas resoluções das suas

próprias atividades e em suas respectivas entrevistas, através dos quais, pôde-se observar os erros cometidos por esses alunos, suas tentativas de explicá-los ou superá-los, bem como o histórico das assimilações, modificações e apropriações conceituais ocorridas ao longo do processo de aprendizagem.

5.1.2 Análise clínica do desenvolvimento de A1

Uma rápida observação com relação à entrevista de A1 (Figura 1) e um olhar desatento por parte do professor ao avaliar a resposta dada por A1 de forma fragmentada, como, por exemplo, a encontrada na Figura 2, apenas no intuito de quantificar o número de erros e acertos, pode-se incorrer numa desvalorização preconceituosa dos seus esforços originais e até mesmo levá-lo à desistência de produzir novas reflexões.

Figura 2 - Atividade 1 realizada por A1: letra "c"



Fonte: Próprio autor (2018).

A atividade referente à Figura 2 requeria que os alunos preenchessem as ligações que faltavam aos átomos de carbono para que estes adquirissem estabilidade. O enunciado da questão indicava que as ligações a serem utilizadas poderiam ser ligações simples, duplas ou triplas, ao depender da necessidade de cada carbono.

Ao observar o que fora preenchido pelo aluno A1 percebe-se que em alguns momentos ocorre uma aproximação do padrão (ou correto), com o carbono realizando

quatro ligações, e em outros momentos divergindo do padrão, com hidrogênios e carbonos fazendo ligações a mais, duas e cinco, respectivamente. Contudo, ao observar com maior cuidado, nota-se que existem indícios de que ligações foram apagadas, indicando que houveram tentativas anteriores, alteradas devido ao surgimento de uma perturbação ou conflito que levou o aluno a reorientar algumas de suas construções. Tal conflito, de acordo com La Taille (1997), atuou como fonte de progresso em seu desenvolvimento, obrigando-o a superar o estado em que se encontrava a procura de novas direções, em busca de um maior equilíbrio.

Durante a entrevista (Figura 3), ao ser questionado sobre a estabilização desse composto (Figura 2), de imediato A1 identifica seu erro ao afirmar “aqui no caso eu coloquei foi duas”, ao se referir que erroneamente o hidrogênio estava fazendo dupla ligação. Para explorar com maior profundidade o nível cognitivo e os conhecimentos adquiridos por A1, o aluno foi motivado a pensar sobre uma possível reconstrução. Sem demora, A1 afirma que “não colocaria mais” as duplas ligações e inicia uma contagem do número de ligações do carbono “uma, duas, três, quatro...não tem necessidade!”, argumentando a formulação do seu raciocínio e demonstrando que houve um desenvolvimento conceitual a partir da percepção dos seus erros. Através do auxílio com perguntas diretivas como “esse carbono aqui (apontamento para um carbono específico), você acha que está estável?”, ou ainda “quantas ligações ele fez aqui?”, no intuito de estimular suas reflexões e desafiar a um maior esforço cognitivo, A1 percebe seu erro e passa por uma visível evolução, demonstrada por um crescente discernimento através da análise crítica dos próprios erros, ampliando sua capacidade e desempenho.

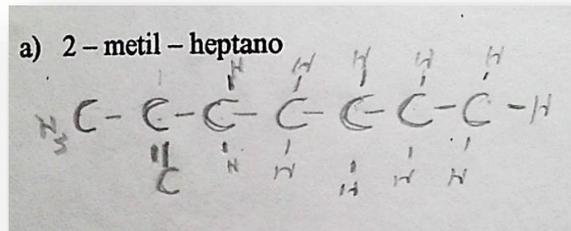
Figura 3 – Trecho da entrevista com A1: identificação do erro da figura 2 e sua consequente superação

EU: [...] aqui na letra “c” de que forma você pensou para preencher essas ligações aqui? O que você acha que tá correto ou incorreto? Por exemplo, esse carbono aqui, você acha que ele está estável? (5) Quantas ligações ele fez aqui?
A1: (extenso raciocínio) aqui no caso eu coloquei foi duas...
EU: entre o carbono e o hidrogênio você colocou duas, né?
A1: uhum...é!
EU: aí você tiraria se fosse fazer essa prova hoje você já não colocaria mais?
A1: uhum...não colocaria mais. Porque aqui ele já tem duas... uma, duas, três, quatro...não tem necessidade (sussurra o aluno).
EU: então, você já superou esse erro?
A1: uhum.

Fonte: Próprio autor (2018).

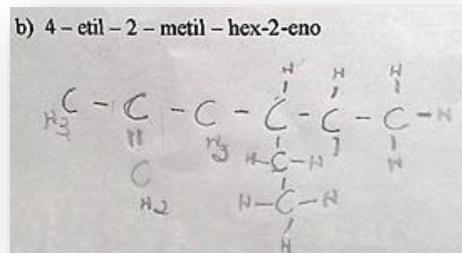
As aulas continuaram e aos poucos novos estímulos foram lançados até se chegar à coleta de uma segunda atividade. Nesta atividade, o aluno apresenta uma maior coerência conceitual ao se tratar da estabilização do carbono em sua tetravalência, conforme se pode observar nas Figuras 4, 5, 6 e 7.

Figura 4 – Atividade 2 realizada por A1: letra “a”



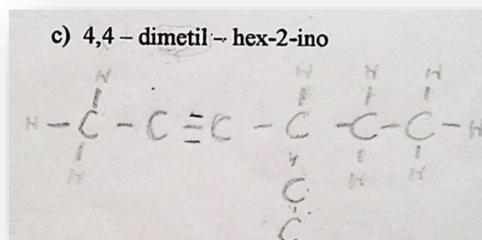
Fonte: Próprio autor (2018).

Figura 5 – Atividade 2 realizada por A1: letra “b”



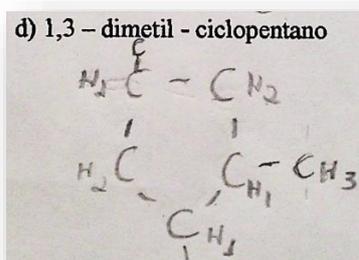
Fonte: Próprio autor (2018).

Figura 6 – Atividade 2 realizada por A1: letra “c”



Fonte: Próprio autor (2018).

Figura 7 – Atividade 2 realizada por A1: letra “d”



Fonte: Próprio autor (2018).

Nessa segunda atividade, houve o acréscimo de alguns conceitos em relação à primeira, tais como o de construção das cadeias a partir do nome da cadeia principal, a posição das insaturações e a inserção das ramificações nessas cadeias a partir do entendimento da nomenclatura com seus prefixos, infixos e sufixos.

Ao analisar as Figuras 4 a 7, na tentativa de compreender a lógica do outro, conforme orienta Esteban (2003), pode-se afirmar que, mesmo com a presença de alguns erros, A1 demonstrou compreender boa parte dos novos conceitos apresentados. O erro apresentado na Figura 4, encontrado no segundo carbono, refere-se a uma inserção de uma dupla ligação voltada para baixo deste carbono, enquanto se tratava de um alcano. Este fato demonstra que houve uma preocupação em respeitar o conceito da tetravalência no preenchimento das ligações covalentes da estrutura, pois se acredita que a da dupla ligação foi adicionada para se adequar a este conceito, contudo, nota-se que ainda não houve a assimilação de que o sufixo “ano” do enunciado impede que a insaturação aconteça.

Nessa mesma questão, A1 posiciona a ramificação “metil” corretamente, sem contudo, estabilizá-la. Porém, tal fato não indica desconhecimento por parte do aluno, já que grande parte dos átomos presentes no composto encontram-se devidamente preenchidos com os hidrogênios. Ao contrário, seus erros indicam que suas respostas estão em constante construção e configuram o início da formação de novos conhecimentos, numa perspectiva processual.

Apesar de ter estabilizado grande parte dos carbonos e das ramificações terem sido posicionadas nos carbonos solicitados na Figura 5, a disposição da insaturação do carbono, verticalmente e voltada para a ramificação disposta abaixo, não foi realizada

corretamente, o que transformou o composto contendo a estrutura “hex-1-eno”. Erros como esse, de acordo com La Taille (1997) e Esteban (2003), sinalizam ao educador tanto o saber, quanto o não saber desenvolvidos por esse aluno, possibilitando uma intervenção que proporcione uma perturbação, que leve, conseqüentemente, a uma regulação (feedback negativo).

Na Figura 6, com exceção da ramificação, os carbonos foram estabilizados corretamente e a insaturação foi posicionada em seu devido lugar. Contudo, ao se tratar da numeração “4,4” da ramificação “4,4-dimetil”, houve certo conflito relacionado ao posicionamento das ramificações metilas, levando A1 a optar por colocá-los no mesmo sentido, ambas para baixo, consecutivamente, o que acabou transformando a ramificação “dimetil” em “etil”, inferindo em um erro.

Contudo, ao analisar a construção da Figura 7, relativa ao mesmo tipo de ramificação, só que agora com números de posicionamentos distintos, “1,3-dimetil”, percebe-se que A1 conseguiu resolver tal conflito ao inserir cada metil nos carbonos 1 e 3 de forma correta. Ao ser levado a analisar seus próprios erros, relativos às Figuras 6 e 7, A1 raciocinou por um tempo significativo, contudo não conseguiu elaborar nenhuma explicação a respeito de como havia pensado para elaborar tais construções, o que indica que, mesmo tendo assimilado parte dos conceitos de acordo com o seu nível cognitivo, A1 chegou ao seu limite, e que sua interpretação não pode se desenrolar porque, segundo La Taille (1997) o sujeito retém apenas aquilo que é capaz de incorporar.

Nas Figuras 4, 6 e 7, nota-se que os carbonos da cadeia principal já se encontram, em sua maioria, devidamente estabilizados, entretanto, ao se tratar das ramificações, A1 ora as estabilizam, ora as deixam incompletas, o que leva a crer que seus erros são indicativos de um processo construtivo repleto de interação, assimilação e apropriação, que através da prática e do confronto, levará esse alunos ao desenvolvimento de múltiplas capacidades e conhecimentos (CARVALHO, 1997; FERREIRO, 2011).

Em um sistema de quantificação de acertos e erros, conforme discutido por Esteban (2003), seria comum as questões serem taxadas como erradas, frutos de um

desconhecimento por parte do aluno, ignorando-se os múltiplos esforços de sua construção, bem como a lógica que as permeiam.

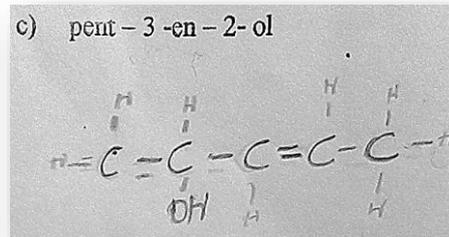
Contudo, a leitura das linhas e entrelinhas, a análise dos erros descritos (Figuras 4 a 7) e suas correções demonstram uma construção ativa do conhecimento por parte do aluno, levando a percepção de que os erros de A1, não representam ausência de conhecimento. Pelo contrário, seus erros demonstram que existe um crescimento cognitivo no processo de compreensão referente a uma série de conceitos fundamentais para o entendimento da Química Orgânica. Dentre eles, pode-se destacar que A1 consegue identificar a cadeia principal através do nome, constrói corretamente a quantidade de carbonos das cadeias principais relacionada à nomenclatura indicada; compreende como se dá o posicionamento e inserção das ramificações ao longo das cadeias; demonstra ter adquirido noções, ainda incompletas, à respeito das insaturações da cadeia (Figura 6); além de demonstrar certo equilíbrio na construção dos compostos, no que diz respeito ao fechamento e abertura das cadeias (Figura 7).

A terceira atividade, coletada quase um mês após a segunda, se tratava das funções químicas álcool e enol e exigia um nível conceitual mais elevado. Além de compreender os conceitos solicitados nas atividades 1 e 2, o aluno precisava conhecer o grupo da função orgânica em questão, no caso a hidroxila, e identificar o seu posicionamento através dos nomes fornecidos para que pudessem montar os compostos de forma adequada.

Na Figura 8, A1 demonstra, através da sua representação estrutural, ter conseguido compreender os termos contidos no nome do composto indicado. O número de carbonos da cadeia principal, a posição da ligação dupla solicitada e do grupo funcional estão devidamente localizados, bem como a estabilização dos elementos químicos do composto. Contudo, o erro manifestado por A1 se deu apenas pela inserção de uma insaturação a mais entre o primeiro e o segundo carbono, provavelmente numa tentativa forçada de estabilizar o primeiro carbono, fazendo com que o segundo extrapolasse seu número máximo de ligações.

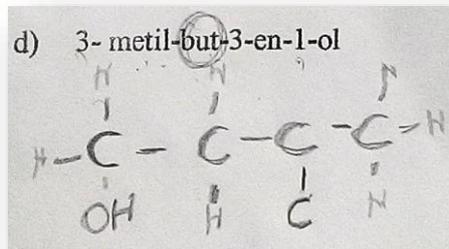
Na Figura 9, o erro se encontra na ausência da dupla ligação e na estabilização da ramificação, enquanto na Figura 10, o erro ocorreu apenas no excesso de hidrogênios, relacionado à estabilização no carbono no qual se encontra o grupamento funcional.

Figura 8 – Atividade 3 realizada por A1: letra “c”



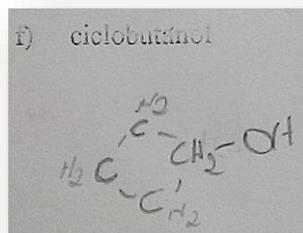
Fonte: Próprio autor (2018).

Figura 9 – Atividade 3 realizada por A1: letra “d”



Fonte: Próprio autor (2018).

Figura 10 – Atividade 3 realizada por A1: letra “f”



Fonte: Próprio autor (2018).

Durante a entrevista, ao ser questionado quanto à Figura 9, A1 demonstra um nível cognitivo de desenvolvimento mais avançado, apresentando convicções conceituais provenientes de uma efetiva assimilação e tomada de consciência a respeito dos seus erros, fato este que conduziu A1 a uma modificação dos seus esquemas iniciais.

Esse desenvolvimento pôde ser percebido quando, ao observar a nomenclatura 3-metil-but-3-en-1-ol, A1 afirmou que o composto “tem ligação dupla” (Figura 11), identificando logo em seguida que esta ligação não se encontrava em sua estrutura desenhada (Figura 9). E ainda, quando A1 percebeu seu erro relacionado às ligações do carbono na ramificação “3-metil”, afirmando que “tá faltando os hidrogênios”.

Figura 11 – Trecho da entrevista com A1: identificação do erro da figura 9 e sua conseqüente superação

EU: but-3en-1-ol. O que que significa “but”? ::: que tem?
 A1: quatro (carbonos).
 EU: quatro carbonos. “3-en” é igual ao da letra “c” ::: o que que está avisando para você fazer aqui?
 A1: que no caso tem ligação dupla.
 EU: ligação dupla. Então aqui, no seu, ainda não tinha, não é? Você fez sem a ligação dupla, mas você já identificou que deveria ter ::: “1-ol” você colocou no primeiro carbono o “OH”. E no carbono três, você deveria ter um metil...
 A1: tem...
 EU: tem, você colocou! E aí, nesse metil está faltando alguma coisa?
 A1: tá faltando os hidrogênios.

Fonte: Próprio autor (2018).

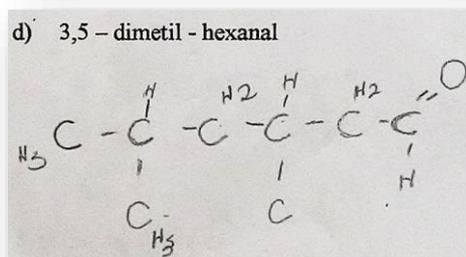
Tal modificação, no ponto de vista construtivista, foi possível graças à interação entre educador e educando, na qual o educador, no papel de facilitador, promove estímulos e sugestões, como, por exemplo, os que estão contidos na fala ““3-en’ é igual ao da letra ‘c’::: o que que está avisando para você fazer aqui?”; enquanto o educando, por meio de constantes reflexões, empenha seus esforços cognitivos no aprimoramento de suas (re)construções conceituais.

Assim, ao observar as respostas dadas por A1 na atividade 3 (Figuras 8, 9 e 10), consegue-se perceber que houve uma evolução nas assimilações conceituais, frutos de um trabalho ativo de construção. Essa evolução levou A1 a alcançar formas mais complexas de compreensão da Química Orgânica, mas ainda inacabada, carente de prática, de aprimoramento e de constante acompanhamento da parte docente para alcançar um equilíbrio final.

Nesse aspecto, o professor tem um importante papel facilitador, o qual implica em acompanhar o processo de construção do conhecimento, buscando avaliar o erro do aluno para compreender seu nível de estruturação da inteligência e assim poder auxiliá-lo na percepção do seu erro através de conflitos e situações desafiadoras que o estimulem à tomada de consciência e à sua eventual superação (HOFFMANN, 2003)

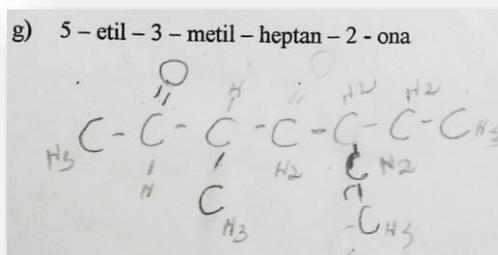
Na quarta atividade aplicada, foi requerido aos alunos que desenhasssem alguns compostos orgânicos pertencentes aos grupos dos aldeídos e das cetonas. Na Figura 12, pode-se observar que, assim como ocorrera nas atividades anteriores (Figuras 4, 6, 7 e 9), A1 não estabilizou as ramificações contidas no composto, apesar de realizar tal procedimento com muita habilidade nos demais carbonos, fato este que não indica que o aluno não aprendeu o conteúdo visto que na mesma atividade, Figura 13, A1 preenche as ramificações corretamente, após alguns reajustes nas tentativas de construção, que foram apagadas, contudo deixaram marcas ainda visíveis da sua existência, comprovando um processo de progressão na forma de organização dos conhecimentos (FERREIRO, 2011).

Figura 12 – Atividade 4 realizada por A1: letra “d”



Fonte: Próprio autor (2018).

Figura 13 – Atividade 4 realizada por A1: letra “g”



Fonte: Próprio autor (2018).

Na Figura 13, destacam-se os erros referentes aos excessos de hidrogênios na estabilização no segundo e quinto carbono. Contudo, através de alguns estímulos exemplificados através da orientação “eu queria que você verificasse” e da sugestão “há alguma coisa que você mudaria hoje [...] com relação à estabilização do carbono?”, A1 é levado a refletir e, após ficar em silêncio por alguns instantes, chega à conclusão que sobre o segundo carbono: “tiraria (o hidrogênio) desse daqui” e sobre o quinto carbono: “tiraria mais um”.

Tais afirmações apontam que, através do confronto com seus próprios erros, A1 conseguiu reestruturar o composto orgânico de acordo com o padrão, o que, segundo Luckesi (2013), é um passo essencial para a sua superação.

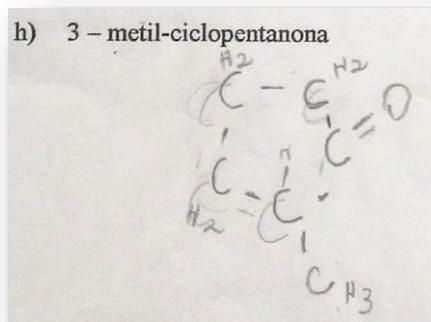
Na Figura 14, o erro se refere apenas ao posicionamento da ramificação no segundo carbono, enquanto deveria estar no terceiro, partindo do princípio que a contagem deve ser iniciada pelo carbono portador do grupo funcional, que passa a ser considerado o primeiro carbono do ciclo.

A investigação desse erro se deu através das seguintes provocações por parte da pesquisadora: “como você fez a sua contagem?”, “como você pensou para colocar o 3-metil?”, “quem seria o primeiro carbono?”. Perguntas estas realizadas no intuito de descobrir como A1 havia elaborado seus pensamentos sobre o sequenciamento dos carbonos para inserir a ramificação “3-metil” na construção do composto.

Após as indagações, A1 raciocina por alguns segundos, percebe o seu erro e, enfim, propõe uma nova hipótese para corrigir sua construção, sugerindo uma mudança do grupo funcional para a posição superior (no sentido anti-horário), adequando, assim, a contagem dos carbonos conforme fora solicitado na questão.

Sendo assim, ao observar e perceber seus erros por meio de um esforço ativo de organização interna, A1, demonstra ter adquirido um maior nível de desenvolvimento cognitivo, fato que lhe proporcionou a superação de suas limitações, alcançando, dessa forma, um maior aprimoramento dos conceitos básicos de Química Orgânica, alcançando, assim, uma maior equilíbrio em suas estruturas.

Figura 14 – Atividade 4 realizada por A1: letra “h”



Fonte: Próprio autor (2018).

5.1.3 Análise clínica do desenvolvimento de A2

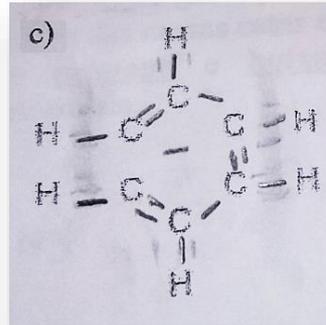
A observação das respostas da primeira atividade realizada por A2 indica um conceito de tetravalência ainda bem instável, mas em processo de formação, conforme se pode verificar nas Figuras 15 e 16. Na figura 15, notam-se algumas marcas longínquas sobrescritas, evidências de tentativas anteriores realizadas por A2, que foram excluídas por não satisfazerem sua coerência interna em busca de uma melhor organização da lógica conceitual, ainda em processo de assimilação, fato que levou A2 a efetuar esses diversos ajustes.

Dentre os 6 carbonos presentes na Figura 2, percebe-se que 4 deles já apresentam uma estabilização satisfatória, sobrando apenas os dois carbonos da esquerda sem o devido equilíbrio das ligações, mas se aproximando bastante dele. E logo ao ser questionado sobre “quantas ligações o carbono está fazendo aqui? (carbono esquerdo, parte superior)”, prontamente A2 responde “três”, identificando a instabilidade no número de ligações do mesmo.

Para verificar a segurança da sua resposta, logo foi realizada outra pergunta “Então, está completo?”, e, prontamente, A2 responde “Não. Está incompleto”. Essa resposta, quando analisada em associação à resposta mencionada na Figura 1, em que A2 consegue, ainda de forma insegura, afirmar que são “quatro” o número de ligações necessárias para se atingir a estabilidade desejada, demonstra que A2 está em

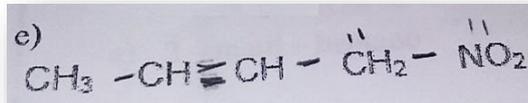
processo contínuo de elaboração das suas estruturas conceituais, que por meio de uma ação de orientação docente consciente e epistemologicamente comprometida com o sujeito, conseguirá desenvolver e ampliar seu potencial cognitivo.

Figura 15 - Atividade 1 realizada por A2: letra “c”



Fonte: Próprio autor (2018).

Figura 16 - Atividade 1 realizada por A2: letra “e”



Fonte: Próprio autor (2018).

Outro episódio curioso da entrevista com A2, ainda concernente à atividade 1, refere-se ao trecho do diálogo sobre a Figura 16, no qual A2 apresenta uma expressão de espanto ao perceber seu próprio erro. A percepção ocorreu quando lhe fora perguntado sobre o número de ligações que o primeiro carbono (contando do lado direito para o esquerdo, Figura 16) estava realizando. A2 responde com um tom de indagação, parecendo até duvidar do que havia construído anteriormente: “seeeis? Meu Deus!”, o que leva à interpretação de que tal erro, no atual nível de desenvolvimento que A2 se encontra, já fora superado.

Contudo, para testar a consistência da sua resposta e, assim, confirmar se realmente houve tal superação, fora realizada uma nova pergunta “o que você tiraria desse composto, ao refazê-lo?”. A2 então responde: “retiraria esses dois aqui em cima”, referindo-se à ligação dupla que havia escrito sobre o CH_2 , que por sinal observou ainda que tal ligação estava se ligando “ao vazio”, por não ter elemento químico algum acima desse carbono. Tais ligações, ao serem adicionadas, representam uma tentativa de cumprir o princípio de tetravalência a todo custo, não importando qual elemento estaria acima, ou não, como no caso, visto que A2, ainda não compreendia que o H_2 escrito ao lado desse carbono, já representavam duas ligações realizada com tais hidrogênios. Nota-se, ainda, que o mesmo acontecera ao nitrogênio ao lado, devido ao fato de A2 não compreender que se tratava de outro elemento químico, tratando-o como mais um carbono que necessitava de quatro ligações.

Suas hipóteses iniciais, aos poucos, foram sendo abandonadas e/ou modificadas, através de um processo constante de retroalimentação promovida pela interação com novas situações, com a introdução de novos conceitos, leituras e diálogos enriquecedores entre professor-aluno e entre os próprios colegas, fato que será percebido ao longo das análises das suas últimas construções.

O trecho da entrevista com A2 referente à segunda atividade iniciou-se com duas outras perguntas base, que serviram como fonte de estímulo para iniciar o diálogo e a investigação sobre as novas estruturas conceituais apreendidas até o momento em questão.

Com a sua atividade exposta para consultas e análises, fez-se uma breve explicação de que a partir daquele momento ocorreria um diálogo sobre a atividade referente aos hidrocarbonetos, tratando-se especificamente dos alcanos, alcenos e alcinos ramificados.

Após a explicação, a primeira pergunta foi realizada: “você se lembra o que são alcanos, alcenos e alcinos?”. De imediato, A2 respondeu negativamente: “Não sei explicar não!”, fato bastante recorrente ao longo das entrevistas devido às dificuldades de teorização dos conceitos, o que pode ser explicado pela presença de lacunas ou insuficiências de certas estruturas em equilíbrio, servindo de resistência ao processo

de acomodação dos conceitos assimilados, dificultando, assim, as generalizações necessárias à elaboração de tais explicações (LA TAILLE, 1997).

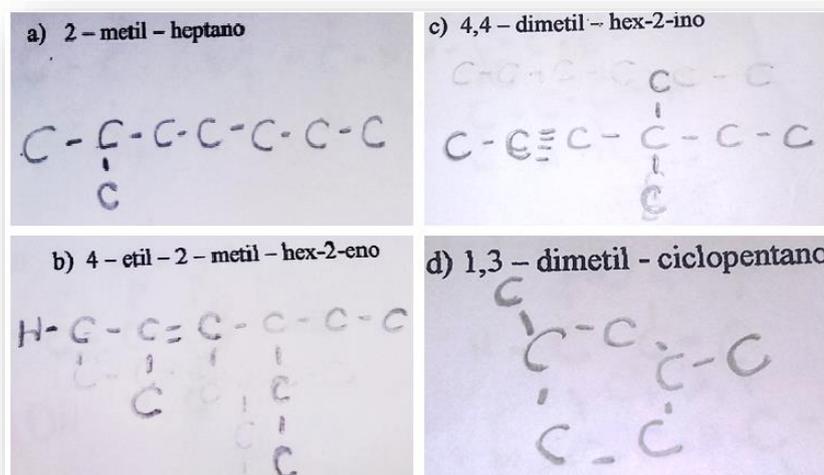
Em seguida, ao perceber a dificuldade de conceituação, uma segunda pergunta foi realizada, porém de uma forma mais flexível, a fim de não coibir as tentativas de diálogo com A2: “você saberia identificar, pelo que você desenhou, o que é uma ramificação?”.

Mesmo não sabendo conceituar adequadamente, com os termos cientificamente aceitos, houve uma tentativa de argumentação e exposição observadas nas seguintes falas: “ééé:::são as ligações:::”. Como A2 demonstrou certa insegurança ao gaguejar durante sua tentativa, iniciou-se uma estimulação por meio de novas perguntas, para que A2 não desistisse de sua investida. Então se perguntou a A2: “Quais ligações? Você poderia me mostrar?”. Ainda de forma insegura, A2 responde: “tipooooo:::locais para esse aqui! Os tracinhos e o carbono”, apontando corretamente para uma ramificação contida na atividade 2 (Figura 17), demonstrando que, apesar de ainda não possuir as estruturas conceituais em completo equilíbrio para responder eficientemente aos estímulos externos, elas estão em um poderoso processo de organização, cuja elaboração e reelaboração encontram-se em um movimento ativo e constante, sempre em busca de um nível de desenvolvimento cognitivo mais avançado (PIAGET, 1999).

Como fora destacado no trecho da entrevista supracitado, A2 afirmou não saber explicar os conceitos de alcanos, alcenos e alcino, afirmação essa que não implica necessariamente que ele não compreenda o significado de tais termos. E tal compreensão é confirmada ao analisar a Figura 17, contendo suas elaborações corretamente construídas com relação a esse conceito. Na letra “a”, a estrutura solicitada foi um alcano (2-metil-heptano) e A2 desenhou um composto aberto apenas com ligações saturadas, de acordo com o que é estabelecido no conceito do mesmo.

O mesmo acontece com as letras “b” e “c”, que, respectivamente, tratam-se de um alceno e um alcino, aos quais A2 inseriu, na ordem, uma ligação dupla e uma tripla, também de acordo com as definições conceituais, demonstrando que suas estruturas, apesar de não serem suficientes ao ponto de teorizar essas definições, estão sendo assimiladas e ampliadas gradativamente (PIAGET, 1979).

Figura 17 - Atividade 2 realizada por A2: letras “a”, “b”, “c” e “d”



Fonte: Próprio autor (2018).

Ao analisar as respostas contidas na Figura 17, associando-as aos dados da entrevista clínica desse aluno, pôde-se perceber que os conceitos, até então trabalhados em sala de aula, estão sendo devidamente assimilados por A2.

A qualidade de suas elaborações quanto ao desenho da cadeia principal, sendo ela aberta ou cíclica, quanto ao posicionamento das insaturações e das ramificações estão devidamente representadas em suas respostas, com exceção do conceito de estabilização da tetra valência do carbono. Este último precisou de uma investigação mais profunda para verificar o seu nível de apreensão e segurança conceitual, pelo fato de A2 não ter realizado nenhum preenchimento integral das ligações dos carbonos presentes nessa atividade.

Ao ser indagado sobre o que estava faltando em suas estruturas moleculares, A2 logo confirma que eles não estão realizando as quatro ligações necessárias. Contudo, ao sugerir que A2 realizasse tais preenchimentos, este apresentou inicialmente um sinal de certa instabilidade em suas tentativas, numa oscilação entre acertos e erros.

Ao perceber que a aplicação desse conceito ainda não se encontrava bem estabelecido, iniciou-se uma série de perguntas, que atuaram como estímulos, para que esse aluno conseguisse uma maior sustentação de suas respostas, conforme explicitado na Figura 18, atingindo um maior equilíbrio relacionado ao mesmo. Durante

os questionamentos, A2 apresentou poucos momentos de insegurança ao indicar o preenchimento dos carbonos apontados, presentes nas falas “Dois! :: a não:: três!” e “Tá, eu acho ::: tá!”. Em contrapartida, ao final de cada investigação, A2 sempre sinalizava compreender bem tal conceito, confirmada pela sua última afirmação, ao ser indagado sobre a letra “d”, a qual indica que não adicionou os hidrogênios por achar que não precisava, demonstrando uma enorme confiança tanto na compreensão, quanto na aplicação desse conceito.

Figura 18 – Trechos da entrevista contendo a investigação sobre o conceito de tetravalência do carbono apreendido por A2 na atividade 2, letras “a”, “c” e “d”

LETRA “A”	LETRA “C”	LETRA “D”
<p>Eu: [...]o que tá faltando aqui? O que você percebe que está faltando nos carbonos? Eles estão fazendo quatro ligações?</p> <p>A2: não.</p> <p>Eu: então você faria como aí? Por exemplo, no primeiro carbono, teria que colocar quantos hidrogênios?</p> <p>A2: H2.</p> <p>Eu: H2? Quantas (ligações) ele já fez?</p> <p>A2: Dois! :: .a não:: três!</p> <p>Eu: do primeiro (carbono) que eu estou falando!</p> <p>A2: só um! Então eu teria que colocar H3?</p> <p>Eu: H3. E o segundo??</p> <p>A2: três...</p> <p>Eu: já tem três ligações precisaria de que?</p> <p>A2: só um H.</p> <p>Eu: isso! E a ramificação?</p> <p>A2: H3!</p> <p>Eu: então você sabe colocar os hidrogênios?</p> <p>A2: aham.</p>	<p>Eu: [...]o que está faltando aqui?</p> <p>A2: os “agás” (Hs)?</p> <p>Eu: isso... os “agás” (hidrogênios)! Então por exemplo, no primeiro, tá faltando quantos hidrogênios?</p> <p>A2: três.</p> <p>Eu: o segundo já tem três (H) de um lado e um do outro, precisa de “H”?</p> <p>A2: não.</p> <p>Eu: o terceiro carbono, três de um lado, um do outro...está completo!</p> <p>A2: tá.</p> <p>EU: esse daqui, está completo?</p> <p>A2: tá, eu acho ::: tá!</p>	<p>EU: letra “d”. Está faltando quem?</p> <p>A2: os “agás” (hidrogênios).</p> <p>Eu: os hidrogênios, tá bom... mas, você sabe onde colocar, né? Pelo que eu estou percebendo.</p> <p>A2: eu pensei que não precisava!</p>

Fonte: Próprio autor (2018).

A etapa consecutiva da entrevista refere-se à terceira atividade e também se inicia com uma pergunta base, na qual se pedia que A2 fornecesse o conceito de grupamento funcional e da função orgânica álcool (Figura 19). Mais uma vez a teorização não havia ainda sido estruturada pelo aluno, contudo A2 apontou

corretamente em sua atividade o grupamento funcional que caracteriza a função química álcool, a hidroxila (- OH).

Outro sinal que sua estruturação se encontra ainda em processo de formação se deu no momento em que A2 realizou a leitura oral dos elementos químicos contidos na hidroxila como “zero agá”. Na tentativa de auxiliá-lo em sua oralidade, ao perceber que o raciocínio principal já estava se estabelecendo, foi efetuado um reforço e ao mesmo tempo uma intervenção através da afirmação “Isso! OH (ó agá)! Muito bem!”. Essa intervenção foi realizada por entender que esse aluno necessita ainda de alguns estímulos para regular suas estruturas internas e que esse erro faz parte do seu processo de desenvolvimento e gradativamente A2 irá superá-lo.

Figura 19 – Trecho da entrevista com A2 sobre a investigação dos conceitos de grupo funcional e função química álcool

EU: [...] o que você entende por grupo funcional? :: O que que te avisa que essa molécula é um álcool? :: Tem alguma coisa aqui que você olha :: e diz: isso aqui é um álcool!
 A2: isso aqui! (aponta corretamente para o grupo funcional OH)
 EU: o que é isso daí? Pode ler para mim jeito que tá...
 A2: “zero agá” (referindo-se ao grupo OH)
 Eu: Isso! OH! Muito bem.

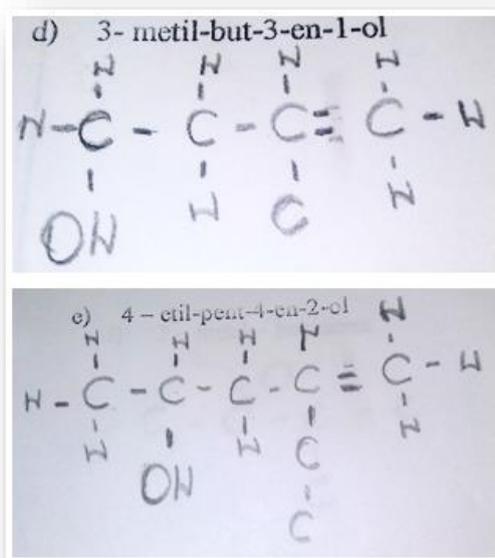
Fonte: Próprio autor (2018).

Ao observar a qualidade dos erros de A2, percebe-se que ele conseguiu assimilar inúmeros conceitos fundamentais que puderam ser identificados na estruturação dos compostos “d” e “e” (Figura 20), muito próxima ao padrão esperado. A2 iniciou sua elaboração pela cadeia principal, acrescentou o grupamento funcional e a insaturação dos respectivos compostos obedecendo ao enunciado e a ordem de prioridades no ato do posicionamento, adicionou corretamente as ramificações e estabilizou corretamente grande parte dos carbonos contidos nas fórmulas estruturais mencionadas, com exceção daqueles presentes nas ramificações “metil” e “etil”, que não receberam os hidrogênios necessários para completarem suas ligações e dos carbonos insaturados, que receberam hidrogênios a mais do que precisavam, totalizando cinco ligações.

Ao solicitar a análise da estabilização dos carbonos, a fim de verificar se estavam todos completos, A2 conseguiu identificar que os carbonos insaturados estavam com

ligações excedentes e prontamente corrigiu os erros manifestados, propondo a retirada dos hidrogênios em excesso.

Figura 20 –Atividade 3 realizada por A2: letras “d” e “e”

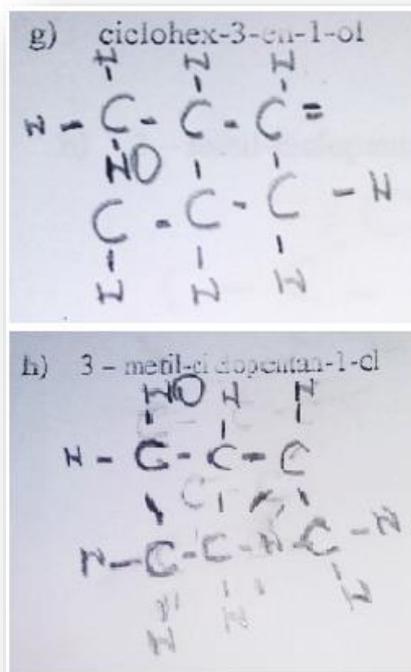


Fonte: Próprio autor (2018).

Na Figura 21, observou-se que A2 apresentou certa dificuldade de cognição nas letras “g” e “h” ao se tratar de compostos cíclicos. Na letra “g” o composto solicitado era o de nomenclatura ciclohex-3-en-1-ol. A construção da sua fórmula estrutural exige que o aluno compreenda, no mínimo, a noção de quatro aspectos básicos: 1º) trata-se de um composto com cadeia fechada, devido ao termo “ciclo” presente no início do nome; 2º) contém seis carbonos, de acordo com o prefixo “hex”; 3º) possui uma ligação dupla no terceiro carbono da cadeia principal, indicado pelo infixo “3-en”; e 4º) apresenta uma hidroxila no primeiro carbono, conforme o sufixo “1-ol.”

Ao observar a estrutura construída por A2, na letra “g” da Figura 21, apesar de parecer uma construção estranha a primeira vista, conforme ressalta Ferreira (2011), é necessário buscar entender as manifestações e as tentativas de elaboração ali presentes, porque são reflexos de uma construção original, frutos dos verdadeiros esforços cognitivos e não uma mera reprodução.

Figura 21 –Atividade 3 realizada por A2: letras “g” e “h”



Fonte: Próprio autor (2018).

Nesse sentido, embora não tenha alcançado o padrão considerado correto, A2 demonstra ter, mesmo que ainda de forma parcial, a compreensão desses quatro aspectos. Sobre tais aspectos, verificam-se alguns pontos indicativos de um desenvolvimento: sua fórmula estrutural encontra-se fechada, apresenta um total de seis carbonos, possui uma dupla ligação no terceiro carbono e uma hidroxila no primeiro.

Em sua elaboração, existem algumas distorções carentes de ajustes quanto a alguns desses aspectos, como por exemplo, o fechamento do ciclo se dando com apenas quatro carbonos, permanecendo assim, dois carbonos de fora; a inserção da dupla ligação com elemento algum, acrescentada no lado externo da cadeia principal.

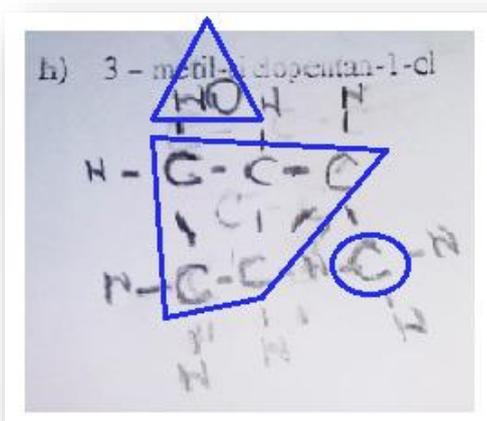
Contudo, tais ajustes se tornarão possíveis por meio de uma relação epistemológica entre aluno e professor, na qual A2 receberá uma orientação consciente e adequada ao seu nível de desenvolvimento para que ele tenha condições de perceber e superar seus erros.

A fórmula estrutural representada por A2 na letra “h”, à primeira vista, pareceu uma tentativa bastante confusa, sem muitos atrativos e perspectiva de apresentar algum indício de estruturação cognitiva de algum conhecimento.

Entretanto, ao analisar de forma mais minuciosa, percebeu-se que muitos aspectos conceituais também se manifestaram nessa construção. A presença de uma aparente desordem e de algumas marcas das tentativas anteriores atrapalharam inicialmente a interpretação dessa elaboração. Então, para facilitar a visualização e compreensão dos conceitos desenvolvidos por A2 nesse item, enfatizou-se na Figura 22 alguns pontos para discussão.

Em uma análise semelhante à da letra “g”, da Figura 21, serão destacados os avanços cognitivos apresentados pelo aluno A2 nessa questão. Para a construção do composto 3-metil-ciclopentanol, primeiramente A2 precisou identificar que os termos “ciclo” e “pent” indicavam que esse composto era cíclico e possuía cinco carbonos, o que pode ser visualizado no polígono destacado na Figura 22.

Figura 22 – Interpretação da resposta fornecida por A2 na letra “h” da atividade 3



Fonte: Próprio autor (2018).

Em seguida, de acordo com o sufixo “1-ol”, A2 precisava identificar que se tratava de um álcool e, portanto, concluir que este deveria conter uma hidroxila (OH) no primeiro carbono, fato que pode ser observado no triângulo destacado na imagem. Por fim, de acordo com o termo “3-metil”, A2 precisou acrescentar uma ramificação no terceiro

carbono, levando em consideração que a contagem deveria necessariamente começar pelo carbono que recebeu o grupo funcional (hidroxila), tornando-se então, o primeiro carbono.

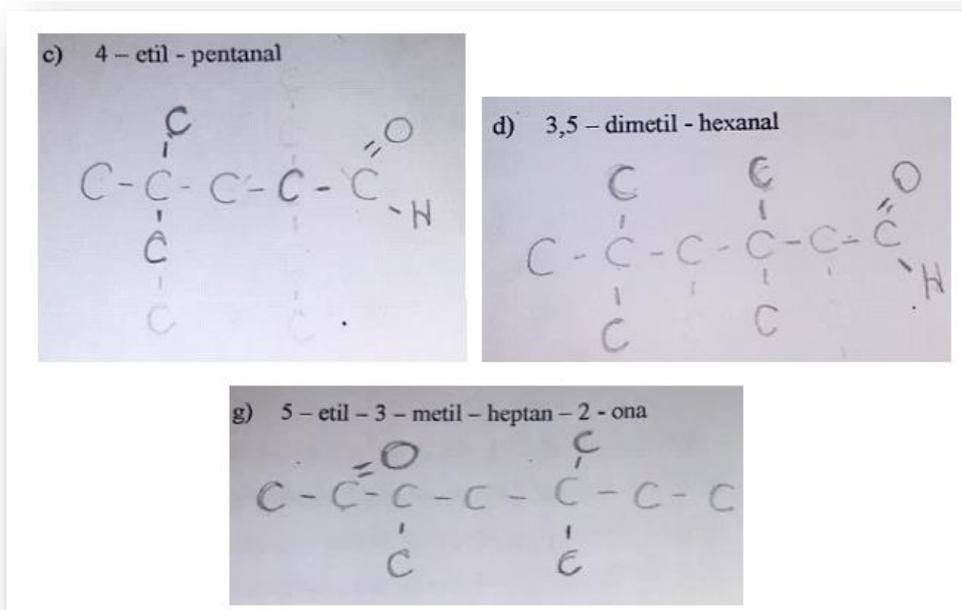
Todo esse raciocínio também pode ser observado em sua elaboração e encontra-se destacado com o círculo na mesma figura. Dessa forma, percebe-se que mesmo uma estrutura divergente do padrão, aparentemente confusa, bagunçada e com erros não deve ser objeto de desvalorização, de julgamento prévio, digno de notas baixas (e por vezes até zero). Isto porque, tal como fora exposto, essa estrutura pode apresentar uma série de indícios de que o aluno já conseguiu assimilar conceitos, servindo de diagnóstico para o professor a respeito do nível de desenvolvimento em que esse aluno se encontra para futuras intervenções.

Ao iniciar a entrevista sobre a quarta atividade, referente às funções orgânicas aldeídos e cetonas, A2 é convidado a observar suas respostas e logo em seguida perguntou-se a ele: “o que você percebe que está faltando em seus compostos?”. De imediato A2 detecta “os ‘agás’” (Hs), o que indica que, mais uma vez, esse aluno consegue observar suas falhas quanto à estabilização dos carbonos desses compostos de toda a sua atividade.

Contudo, para uma análise e discussão mais profunda, separou-se os erros indicativos de perturbação no processo de construção, todos eles relativos às ramificações “dimetil” e “etil”, conflito bastante comum entre os alunos de terceira série do ensino médio.

Tais erros foram dispostos lado a lado e encontram-se expostos na Figura 23 para uma melhor observação. E para facilitar a compreensão do conflito estrutural interno apresentado por A2, faz-se necessário a diferenciação dos três tipos de ramificações solicitadas nas questões, metil, etil e dimetil, que por sinal, já haviam aparecido nas atividades 2 e 3, nas quais A2 havia respondido de forma aparentemente equilibrada (vide Figuras 17, 20 e 21).

Figura 23 –Atividade 4 realizada por A2: letras “c”, “d” e “g”



Fonte: Próprio autor (2018).

Os prefixos “met” e “et”, muito utilizado na nomenclatura dos compostos orgânicos, referem-se ao número de carbonos existente naquela determinada parte da estrutura e equivalem a quantia de “um” e “dois” carbonos, respectivamente. Como o sufixo “il” é utilizado apenas na nomenclatura das ramificações, logo, entende-se que ao aparecer o termo “metil” num determinado composto, este apresentará uma ramificação contendo apenas um carbono.

O mesmo raciocínio aplica-se para o termo “etil”, “et” significa a presença de dois carbonos e “il” indica que tais carbonos são uma ramificação. Logo, se um composto apresenta o termo etil, significa que este possuirá uma ramificação contendo dois carbonos consecutivos e ligados entre si.

Como, normalmente, essas ramificações costumam aparecer repetidas vezes num mesmo composto, estipulou-se o uso das partículas “di”, “tri”, “tetra” para indicar a quantidade de vezes que essas ramificação se repetiram.

A título de exemplo, se a ramificação metil aparecer duas vezes em um composto, estando um deles ligado ao segundo carbono da cadeia principal e o outro ao quinto

carbono dessa mesma cadeia, indica-se, primeiramente, o número do carbono em que ela se encontra, no caso “2” e “5”, e em seguida, utiliza-se o termo “dimetil”, formando, assim, a nomenclatura “2,5-dimetil”. Se essa mesma ramificação aparecer três vezes, indica-se o número das posições dos carbonos em que estas se encontram, seguido do termo “trimetil”, e assim por diante.

Estabelecidas tais diferenciações, se discutirá agora as construções realizadas por A2, contidas na Figura 23. Resumidamente, o conflito conceitual apresentado por A2 refere-se à escrita das ramificações “etil” (letras “c” e “g” da Figura 23) e “dimetil” (letra “d” da Figura 23).

Na letra “c”, A2 inicia sua contagem dos carbonos de forma correta, a partir do carbono pertencente ao grupo funcional do aldeído (carbonila C=O, ligada ao hidrogênio), localizando corretamente a posição da inserção da ramificação. Entretanto, ao invés de acrescentar uma ramificação “etil”, ou seja, dois carbonos consecutivos, A2 adiciona duas ramificações “metilas”, formando assim um “dimetil”.

O mesmo erro ocorreu na letra “g” (Figura 23), que requisitava a ramificação “5-etil”, e exatamente no quinto carbono da cadeia, A2 acrescentou, outra vez, duas ramificações “metilas”, construindo novamente um dimetil.

Um dos fatos mais interessantes das suas construções encontra-se na letra “d”, cujo enunciado pede o acréscimo da ramificação “3,5-dimetil”, e A2, mais uma vez, localiza as posições de forma correta, só que agora acrescenta um “dimetil” no terceiro carbono e outro “dimetil” no quinto carbono, totalizando assim quatro ramificações metilas, denominado de “tetrametil”.

Através de questionamentos que o estimulassem a raciocinar sobre suas construções, conforme os trechos da entrevista expostos na Figura 24, A2 foi conduzido à observação dos seus erros, os identificou e propôs uma reconstrução mais adequada às três questões, demonstrando sua superação e um avanço significativo em seu nível de desenvolvimento intelectual.

Figura 24 – Trecho das explicações sobre os erros contidos nas letras “c”, “d” e “g” fornecidas por A2 referente à atividade 4

EXPLICAÇÃO LETRA “C”	EXPLICAÇÃO LETRA “D”	EXPLICAÇÃO LETRA “G”
<p>EU: [...] na letra “c”, que está destacada ::: fala o seguinte: 4-etil”, você lembra o que que significa o etil? O prefixo “et” são quantos carbonos? A2: dois?</p> <p>EU: [...] pedindo para colocar dois carbonos no (carbono) de número quatro. Aí você contou... (interrompe A2)</p> <p>A2: de trás para frente! [...] e coloquei um para cima e um para baixo.</p> <p>EU: você iniciou a contagem pelo lado do grupo funcional, “dupla O” com H, e aí você contou ::: um...dois...três...quatro. Só que aqui, tinha que ter um “etil”::: você colocou o quê?</p> <p>A2: metil?</p> <p>EU: metil para baixo!</p> <p>A2: e um para cima!</p> <p>EU: e como é que seria o correto?</p> <p>A2: os dois para baixo.</p>	<p>EU: [...]na letra “d” [...] como é que você explica essa construção que você fez?</p> <p>A2: [...] no terceiro carbono tinha que ser o dimetil e no quinto também.</p> <p>EU: ah então você achou que tinha que ter o dimetil...(interrompe A2)</p> <p>A2: no terceiro!</p> <p>EU: no terceiro com dois (carbonos) ::: e no quinto também com dois (carbonos)?</p> <p>A2: uhum!</p> <p>EU: mas se você fosse somar a quantidade de metis que você colocou, tem quantos?</p> <p>A2: quatro.</p> <p>EU: quatro! E aqui está pedindo quantos?</p> <p>A2: dois.</p> <p>Eu: “di”, teria que ter o total de dois (metis). ::: Hoje, você refaria o composto de outro jeito?</p> <p>A2: aham...no caso só ia ter que ter um metil aqui (aponta para o terceiro carbono) e um aqui (aponta para o quinto carbono), né?</p>	<p>EU: Na letra “g” está escrito 5-etil-3-metil-hepta-2-ona [...] no quinto carbono o que você deveria colocar?</p> <p>A2: etil.</p> <p>EU: [...] e você colocou o quê no quinto carbono?</p> <p>A2: Um carbono para cima e um para baixo.</p> <p>Eu: E como é que você construiria isso hoje?</p> <p>A2: Os dois para baixo.</p> <p>EU: Os dois para baixo? E no terceiro carbono tinha que ter um metil, está correto?</p> <p>A2: está.</p>

Fonte: Próprio autor (2018).

5.1.4 Análise clínica do desenvolvimento de A3

A entrevista clínica realizada com A3 teve seu início marcado pela fala “deu um branco agora” ao ser questionado sobre quais conhecimentos havia apreendido a respeito do carbono, conforme apresentado na Figura 1. Essa afirmação, de acordo com a psicanálise, pode estar relacionado com seu mecanismo de autopreservação desencadeado por inúmeras emoções, tais como, medo, insegurança, expectativa e/ou ansiedade por estar sendo entrevistado pela própria professora, sob a pressão de estar sendo investigado, gravado e atentamente observado.

Contudo, no decorrer da interação, ao perceber que as perguntas possuíam um caráter informal e flexível, no tom de uma conversa amigável entre iguais, no sentido de não estimular a insegurança do aluno, A3 foi perdendo a inibição, ficando mais à vontade para responder às questões, e com isso, “se lembrando” de boa parte dos conteúdos.

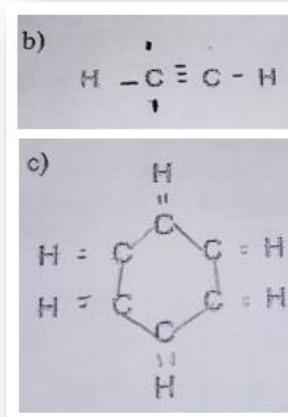
Ao observar as tentativas de estabilização dos carbonos na primeira atividade realizada por A3, apenas dois erros foram encontrados e separados para análise e investigação (Figura 25). Analisando o primeiro erro (letra “b” da Figura 25) percebe-se que A3 inseriu corretamente uma ligação tripla entre os carbonos.

Contudo, essa inserção não foi suficiente para atender às demandas estruturadas em seu raciocínio, causando uma perturbação suficiente para desequilibrá-lo e levá-lo a inserir no carbono da esquerda mais duas ligações, uma para cima e uma para baixo. Assim, esse carbono totalizou seis ligações, enquanto o carbono da direita, devidamente preenchido, permaneceu com quatro ligações, conforme o princípio da tetravalência.

Tal fato, associado a constatação de que grande parte das suas construções da atividade 4 estavam corretas (das seis questões contidas nessa atividade, apenas duas apresentaram erros), demonstra que o raciocínio lógico de A3, necessário para a compreensão desse princípio, encontrava-se em processo de regulação entre os mecanismos de assimilação e acomodação.

Para reforçar a presença dessa regulação e a existência de um real processo de desenvolvimento de novas estruturas conceituais, na letra “c” dessa mesma Figura 25, observa-se claramente que A3 elaborou uma construção na qual todos os carbonos apresentaram quatro ligações, embora os hidrogênios tenham ficado incorretos, com duas ligações cada. Uma vez compreendido o nível de cognição que A3 havia conseguido desenvolver até o momento dessa atividade, bem como os pontos carentes de aprimoramento pela análise dos seus erros escritos, sucede-se uma investigação do trecho da entrevista referente a tais erros para observar como se deu a continuidade desse processo.

Figura 25 –Atividade 1 realizada por A3: letras “b” e “c”



Fonte: Próprio autor (2018).

Figura 26 – Trecho das explicações sobre os erros contidos nas letras “b” e “c” fornecidas por A3 referente à atividade 1

LETRA “B”	LETRA “C”
<p>EU: na letra “b”, nesse primeiro carbono você seguiu esse conceito ou não (de tetravalência? :: O que você mudaria aqui?</p> <p>A3: eu tô achando que eu errei nessa daqui!</p> <p>EU: ele fez quantas ligações esse (primeiro) carbono?</p> <p>A3: ele (carbono) fez mais, né?</p> <p>EU: fez mais? Quantas?</p> <p>A3: tem seis aqui.</p> <p>EU: seis, não é? E o que você tiraria?</p> <p>A3: tiraria esses três tracinhos (tripla) e colocaria um tracinho (ligação simples) aqui :: e colocaria três tracinhos (ligação tripla) entre o hidrogênio e o carbono.</p> <p>EU: ahh, tá...entre o hidrogênio e o carbono você colocaria três?</p> <p>A3: ééé...sim.</p> <p>EU: certo! Mas, os hidrogênios fazem quantas ligações?</p> <p>A3: uma.</p> <p>EU: então aqui poderia ser as três (ligações tripla) que você está falando? o que você acha?</p> <p>A3: eu acho que não :: tá errado :: eu acho que tá errada essa daí.</p> <p>EU: essas ligações que você colocou :: uma para cima e uma para baixo :: elas estão feitas entre quem? Carbono e quem? Quem estaria aqui em cima e aqui embaixo? tem alguém aí?</p> <p>A3: nãoo :: acho que :: acho que eu errei nessa! (risos) Eu tô achaaaando!(afirma num tom de brincadeira)</p> <p>AMBOS: (risos)</p> <p>A3: agora dá um branco, olhando assim de novo.</p> <p>EU: não tem problema!</p>	<p>EU: Aqui no caso na letra “c” você fez uma ligação simples entre os carbonos :: uma para cima e uma para o carbono de baixo :: mas, chegou no hidrogênio :: você colocou ligações duplas!</p> <p>A3: sim, coloquei dupla!</p> <p>EU: essa ligação dupla, o que você pensa a respeito dela? Poderia estar aqui? Você respeitou que o carbono está fazendo as quatro, porém... :: o hidrogênio, ele consegue fazer essas duas ligações?</p> <p>A3: não, é só uma. Isso que eu errei...</p> <p>EU: só uma, não é? E você faria como esse composto hoje? Para o carbono fazer as quatro ligações e o hidrogênio essa única ligação que ele precisa fazer?</p> <p>A3: (esquiva-se o aluno) essa aqui, não fui eu que fiz :: foi “Ciclano”(pseudônimo) que fez essa daqui!</p> <p>EU: foi “Ciclano”?</p> <p>A3: é que a prova foi em dupla!</p> <p>EU: eee...</p> <p>A3: é que ele fez algumas e eu fiz outras!</p> <p>EU: mas você saberia refazer esse composto hoje?</p> <p>A3: não.</p> <p>EU: saberia estabilizar?</p> <p>A3: não.</p> <p>EU: tudo bem!</p>

Fonte: Próprio autor (2018).

De acordo com as falas presentes nesse fragmento da entrevista, algumas observações se fazem necessárias: a primeira delas, é que houve de fato a compreensão de que o carbono necessita fazer sempre quatro ligações e, com base nessa compreensão, A3 consegue identificar que houve um erro relacionado a esse aspecto e o porquê tal construção encontrava-se errada, fatos perceptíveis nas afirmações da letra “b” (Figura 26): “eu tô achando que eu errei nessa daqui”, “ele (carbono) fez mais (ligações)”, “tem seis (ligações) aqui”; a segunda observação refere-se ao desequilíbrio existente com relação ao preenchimento das ligações do hidrogênio. Isto porque, ao ser questionado por duas vezes sobre a quantidade de ligações que este elemento consegue fazer: “[...] mas, os hidrogênios fazem quantas ligações?” (Figura 26, letra “b”) e “o hidrogênio, ele consegue fazer essas duas ligações?” (Figura 26, letra “c”), A3 respondeu corretamente que este elemento só consegue realizar uma ligação.

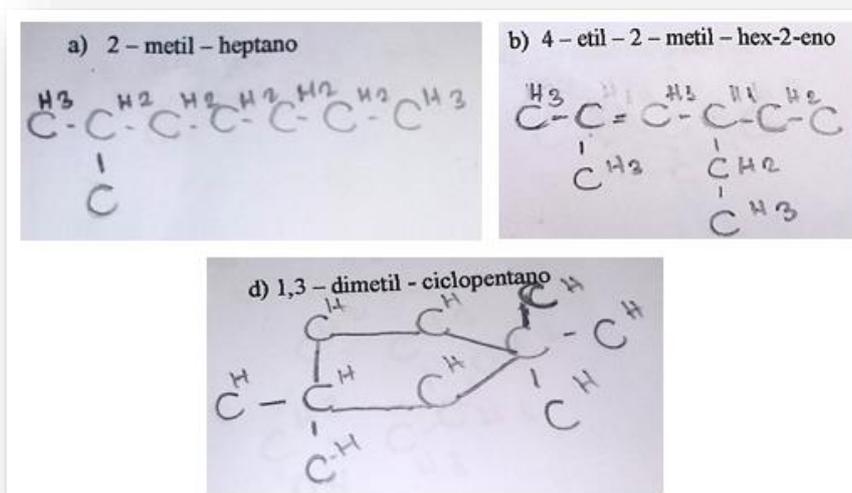
Contudo, ao propor a correção das letras “b” e “c”, A3 não consegue aplicar tal conhecimento, sugerindo, no primeiro caso, a inserção de uma tripla ligação entre o carbono e o hidrogênio através da fala “e colocaria três tracinhos (ligação tripla) entre o hidrogênio e o carbono.”, e no segundo caso, se esquivando de propor uma nova tentativa de resolução, afirmando que, pelo fato da primeira atividade ter sido realizada em dupla e esta questão não ter sido respondida por ele, mas sim pelo seu colega, logo ele não saberia corrigi-la, prenúncio de uma falha no objetivo de interação na construção mútua da atividade proposta.

Tais fatos mencionados, de acordo com Piaget (1999), implicam na existência de uma perturbação interna no seu processo de estruturação, o que não permitiu que A3 assimilasse tal conhecimento a ponto de acomodá-lo e aplicá-lo nessas duas situações. Os indícios dessa perturbação podem ser verificados na manifestação de duas situações: primeiro pelo aparecimento do termo “eu acho” de forma repetida no fragmento, associado à hesitação em sua fala: “eu acho que não :: tá errado :: eu acho que tá errada essa daí.” (Figura 26, letra “b”); e por último, pela sinalização de um novo lapso de memória ocorrido segundos depois da indagação, observado em sua afirmação “agora dá um branco, olhando assim de novo.” (Figura 26, letra “b”).

Os erros contidos na segunda atividade foram condensados numa mesma imagem (Figura 27) por se tratarem de falhas conceituais próximas, passíveis de

generalizações, buscando facilitar a comparação de determinadas situações e o estabelecimento de padrões de desenvolvimento relacionado ao nível cognitivo que A3 se encontrava no momento específico dessas construções. Os erros identificados nessa atividade 2 estão relacionados, mais uma vez, à estabilização dos carbonos e a elaboração da ramificação dimetil, tal como ocorrera com A1 (Figura 6) e A2 (Figura 23).

Figura 27 –Atividade 2 realizada por A3: letras “a”, “b” e “d”



Fonte: Próprio autor (2018).

Como essa atividade exigia um conjunto mais complexo de conceitos, pode-se observar que A3 conseguiu apresentar uma série de avanços cognitivos em relação à primeira atividade. Dentre eles, uma elaboração adequada das cadeias principais “heptano”, “hex-2-eno” e “ciclopentano”, manifestando, assim, a compreensão dos conceitos de saturação e insaturação das cadeias, presente nos alcanos e alcenos, respectivamente, e também realizando uma clara diferenciação conceitual entre os alcanos alifáticos (de cadeia aberta) e os cíclicos (ciclanos).

Nas letras “a” e “b” percebe-se ainda o desenvolvimento do conceito de ramificação, indicado pela inserção das ramificações metil e etil nas posições solicitadas de forma correta. Entretanto, ao tentar construir a ramificação “1,3-dimetil”, A3 demonstra não ter conseguido assimilar corretamente o seu significado, demandando orientações e

acompanhamento docente, os quais fornecerão os estímulos e informações necessárias, para que ele consiga, através dos próprios meios e esforços cognitivos, construir tal conceito.

A fim de verificar sua hipótese de construção e o progresso do seu desenvolvimento sobre esse conceito, foi solicitado a A3 que tentasse explicar como ele havia raciocinado para elaborar aquela fórmula estrutural do composto em questão, o que pode ser encontrado no trecho da entrevista contido na Figura 28.

Figura 28 – Trecho das explicações sobre o erro contido nas letras “d” fornecidas por A3 referente à atividade 2

LETRA “D”
<p>EU: como você pensou para fazer a letra “d”?</p> <p>A3: não lembro :: não lembro não!</p> <p>EU: não lembra não? Mas o que você vê aqui?</p> <p>A3: acho que tá errado!</p> <p>EU: tá errado? Você colocou quantos ... (o aluno me interrompe)</p> <p>A3: eu não entendi essa parte da vírgula!</p> <p>EU: da vírgula?</p> <p>A3: sim...</p> <p>EU: ahhh, entendi. Então no caso aqui você desenhou três vezes o metil em um carbono e duas vezes no terceiro carbono. E como é que você faria esse composto hoje?</p> <p>A3: explicar agora aqui, não vou saber não. ::: só na hora lá :: da prova lá, tal :: no caso (inaudível)...</p> <p>EU: mas quando tem a palavra dimetil você entende que tem que fazer o que?</p> <p>A3: tem que acrescentar algo :: que manda o número :: tipo aqui (aponta para a ramificação 2-metil da letra “a” e tenta explicá-la): 2-metil, tá mandando por um carbono [...] no segundo carbono.</p> <p>EU: certo.</p> <p>A3: eu entendo assim!</p> <p>EU: então quer dizer que, na letra “d”, no primeiro carbono você tem que acrescentar um metil e no terceiro também um metil?</p> <p>A3: sim...eu entendo assim!</p> <p>EU: metil para você são quantos carbonos?</p> <p>A3: um.</p> <p>EU: um! Então colocaria um aqui (no primeiro) e um no terceiro [...]?</p> <p>A3: sim. Mas, acho que mesmo assim estaria errado ainda!</p> <p>EU: estaria errado :: por que?</p> <p>A3: (risos) não sei explicar não professora ::: mas :: tá muito f-f-fácil, sei lá!</p>

Fonte: Próprio autor (2018).

Durante a entrevista, A3 indica que não lembrar como havia chegado àquela construção e que não saberia explicar seu raciocínio, todavia realiza o seguinte diagnóstico: “[...] acho que tá errado!” (Figura 28). Em seguida, A3 aponta a sua

dificuldade afirmando: “eu não entendi essa parte da vírgula”, referindo-se à numeração que precede o nome da ramificação, no caso, “1,3” (um vírgula três).

Coincidentemente, ou não, sua fórmula estrutural (Figura 27, letra “d”) apresentou exatamente três ramificações metilas, a três posições de distância da outra ramificação inserida, fato que indica que realmente houve um esforço cognitivo na tentativa de construir seu composto, o que configura seu erro como um erro construtivo, de acordo com Hoffmann (2003).

Após detectar parte da sua dificuldade, tenta-se investigar mais profundamente seu desenvolvimento cognitivo com a seguinte pergunta: “mas quando tem a palavra dimetil você entende que tem que fazer o que?”, e prontamente A3 inicia uma tentativa de argumentação a fim de explicar seu entendimento sobre o termo questionado.

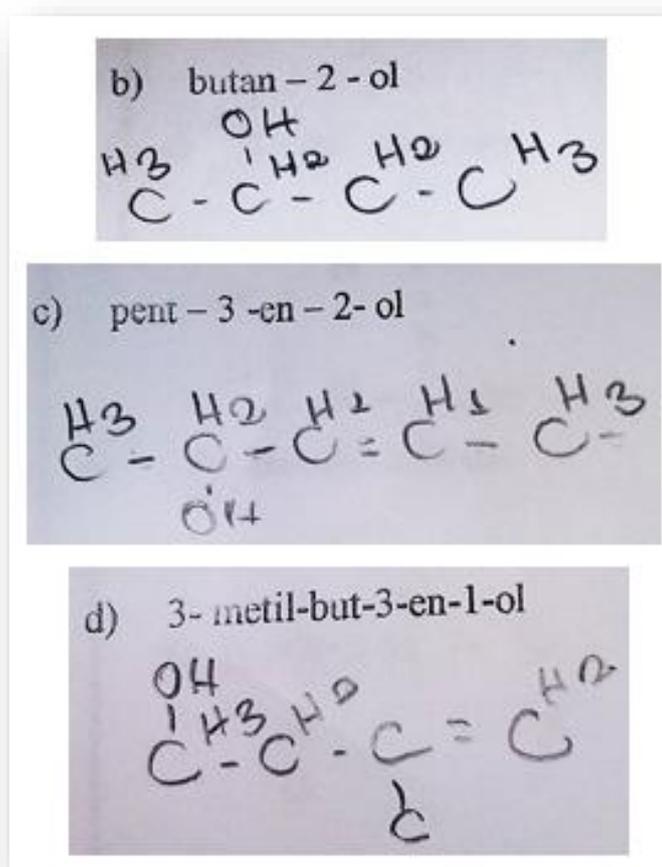
Assim como se verificou com A2, A3 também apresentou dificuldades na elaboração de explicações sólidas e generalizações sobre seus pensamentos. Entretanto, ao analisar cuidadosamente sua explicação “tem que acrescentar algo :: que manda o número :: tipo aqui (aponta para a ramificação 2-metil da letra “a” e tenta explicá-la): 2-metil, tá mandando por um carbono [...] no segundo carbono.” consegue-se ter uma breve noção sobre o nível de estruturação já alcançado por ele.

A3 compreende que é necessária uma indicação numérica para se posicionar a ramificação desejada, no entanto, sem explicar o que significa o termo “dimetil”. Visando auxiliar A3 na organização dos seus conhecimentos, realizou-se uma intervenção docente para estimular a regulação do seu entendimento através do sugestionamento: “então quer dizer que, na letra “d”, no primeiro carbono você tem que acrescentar um metil e no terceiro também um metil?” (Figura 28), o que resultou em uma concordância através da afirmação: “sim...eu entendo assim!”.

Contudo, nota-se que no decorrer desse trecho da entrevista, tal sugestão não fora suficiente para que A3 reorganizasse internamente suas estruturas conceituais, uma vez que, mesmo concordando que inserir uma ramificação metil no primeiro e outro no terceiro, ele afirma “acho que mesmo assim, estaria errado ainda”, não sabendo explicar o porquê de tal pensamento.

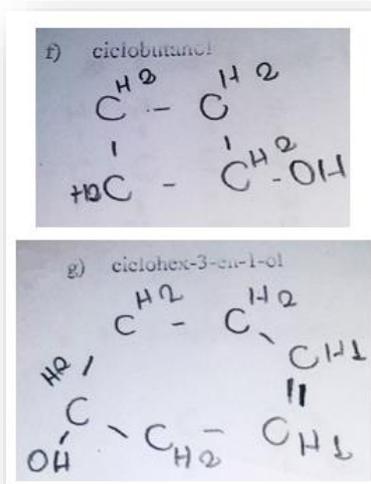
Ainda com relação aos erros referentes à Figura 27, que por sinal persistem ao longo da terceira atividade (Figura 29 e 30), nota-se que A3 apresentou certa inconstância no quesito estabilização dos carbonos, oscilando entre acertos e erros na quantidade de hidrogênios acrescentados, fato que sinaliza não a “ausência de conhecimento”, mas sim a existência de um “conhecimento em processo”, digno de toda atenção e reconhecimento por parte do professor. Este, por sua vez, ao se atentar e reconhecer tais erros como ideias provisórias em evolução, resultado de um verdadeiro esforço de construção, passará a utilizá-los como fonte preciosa de obtenção de informações a respeito desse aluno, o que propiciará uma reorientação de suas ações e intervenções pedagógicas a favor do desenvolvimento cognitivo desse aluno.

Figura 29 - Atividade 3 realizada por A3: letras “b”, “c” e “d”



Fonte: Próprio autor (2018).

Figura 30 - Atividade 3 realizada por A3: letras "f" e "g"



Fonte: Próprio autor (2018).

A análise da terceira atividade realizada por A3 (Figuras 29 e 30) evidencia a continuidade do progresso em seu desenvolvimento cognitivo e sua maior capacidade de estruturação, organização e aplicação dos conceitos, o que indica que A3 está galgando níveis superiores de conhecimento.

Realizando uma comparação entre os resultados obtidos na atividade e em seu respectivo trecho da entrevista, chega-se à conclusão que, mesmo não conseguindo elaborar uma definição sobre função orgânica, solicitada no início da investigação sobre a atividade 3 (Figura 31), A3 entende e constrói corretamente todos os compostos pertencentes a esse grupo, utilizando todos os conhecimentos obtidos nas atividades anteriores e gradativamente ampliando-os, ao estabelecer uma associação de tais conhecimentos aos novos conceitos que foram acrescentados nessa atividade.

Figura 31 – Fragmentos da entrevista fornecida por A3 referente à atividade 3
(continua)

EU: queria que você tentasse me explicar o que é um álcool! O que é uma função química?
 A3: deu um branco :: não lembro de mais nada.
 [...]
 EU: os hidrogênios estão estáveis para todos os carbonos aqui?
 A3: não, tá faltando!
 [...]
 EU: e esse (carbono) que você acrescentou esse H₂? ::: quantas ligações ele acabou fazendo? esse segundo carbono ?
 A3: cinco.
 EU: tem cinco, não é? Deveria ser quantas?

(conclusão)

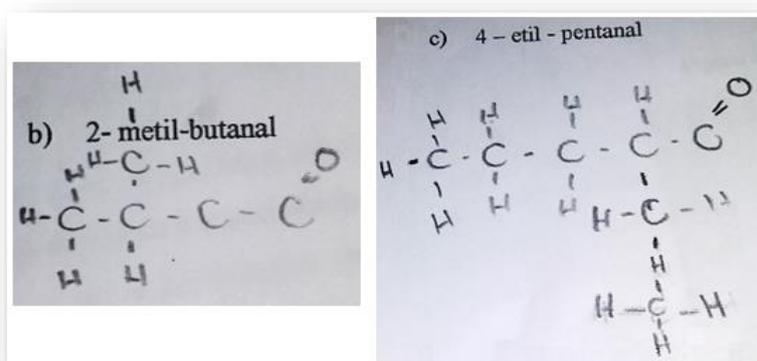
A3: deveria ser um (hidrogênio) só!
 [...]
 EU: você acrescentou um metil...mas, nesse caso, a estabilização do carbono da ramificação não foi feita!
 A3: é isso aí que eu ia falar...
 EU: e aí você acrescentaria o que aqui para corrigir?
 A3: os hidrogênios.
 EU: quantos?
 A3: mais três.

Fonte: Próprio autor (2018).

Ao ser abordado sobre seus erros, A3 rapidamente observa que muitos dos carbonos de suas estruturas não estão devidamente estabilizados, apontando que uns encontram-se com hidrogênio a mais e outros a menos, conseguindo corrigir verbalmente alguns desses. Algumas dessas correções encontram-se relatadas na Figura 31.

Na última parte da entrevista, referente à quarta atividade, cujo assunto envolvia as funções orgânicas aldeído e cetona, A3 apresentou algumas falhas conceituais básicas, que com as devidas orientações e estímulos ocorridos durante a entrevista, foram sendo ajustadas, possibilitando algumas correções. A primeira dessas falhas referia-se à numeração dos carbonos da cadeia principal, que deve ser iniciada sempre pelo carbono pertencente ao grupamento funcional (carbonila), aspecto este, que não havia sido respeitado durante as construções dos compostos (Figura 32, letras “b” e “c”).

Figura 32 - Atividade 4 realizada por A3: letras “b” e “c”



Fonte: Próprio autor (2018).

Durante a entrevista, A3 foi questionado com relação à sua contagem, na tentativa de fazê-lo perceber o seu erro, com as seguintes questões: “como é que você fez para inserir essa ramificação “2-metil”? Você contou a partir de qual lado? Do início ou do final?” (Figura 33). A3 afirma, então, que começou sua contagem do início da cadeia principal, mas que deveria ter iniciado a contagem pelo último carbono, próximo ao oxigênio do grupo funcional, aparentemente indicando uma apreensão desse aspecto conceitual.

Contudo, no decorrer da entrevista, A3 manifesta um reforço positivo do seu erro, no qual o processo de regulação não provocou uma perturbação suficiente para provocar a mudança em sua ação. Tal reforço pode ser verificado no momento em que A3 é perguntado sobre uma possível mudança na posição da ramificação “2-metil”, no caso de uma reconstrução desse composto, e ele responde: “deixaria aí mesmo” (Figura 33), o que indica que o conflito instaurado não fora suficiente para levá-lo a perceber sua inadequação e provocar uma necessidade interna de modificação dos seus esquemas iniciais, necessitando de novos estímulos.

Figura 33 – Recortes da entrevista fornecida por A3 referente à atividade 4

<p>EU: na letra “b”, 2-metil-butanal, como é que você fez para inserir essa ramificação “2-metil”? Você contou a partir de qual lado? Do início ou do final?</p> <p>A3: eu comecei :: eu comecei :: eu comecei aqui (aponta para o início da cadeia).</p> <p>EU: do início?</p> <p>A3: sim.</p> <p>Eu: aí nesse caso, a gente sempre vai começar a contagem ...(interrompe o aluno)</p> <p>A3: de trás para frente!</p> <p>Eu: a contagem deverá começar de onde você colocar o grupo funcional, na verdade! Se você colocar o grupo funcional no início, você começaria do início :: se você colocou no final, você começa de onde está mais perto dele! nesse caso como é que você corrigiria a sua questão?</p> <p>A3: começaria do lado próximo do “O” (oxigênio) aqui.</p> <p>EU: isso! E onde você colocaria o 2-metil?</p> <p>A3: deixava aí...</p> <p>EU: na letra “c”, temos: “4-etil-pentanal”. Neste caso, “etil” são quantos carbonos?</p> <p>A3: dois.</p> <p>EU: e onde que você deveria colocar esse etil?</p> <p>A3: no quarto carbono.</p> <p>EU: isso, no quarto carbono. Então...</p> <p>A3: errei de novo por causa disso aqui!</p> <p>Eu: você errou por que? Você começou a contar a partir de onde?</p> <p>A3: de frente para trás!</p> <p>EU: deveria contar de trás para frente. Então o que você mudaria?</p> <p>A3: eu trocava só esse aqui (grupo funcional) para cá (aponta para o primeiro carbono)!</p> <p>Eu: então, seria mais fácil trocar o grupo funcional, não é?</p> <p>A3: sim.</p>
--

Fonte: Próprio autor (2018).

No intuito de promover esses estímulos, outras perguntas foram feitas, agora com relação à letra “c” (Figura 32), cujo nome do composto indicava a presença da ramificação “etil” no quarto carbono da cadeia. Ao ser questionado sobre o significado do termo “etil”, A3 responde corretamente que se referia a uma ramificação contendo dois carbonos, apresentando segurança nesse conceito.

Para verificar se A3 havia assimilado a compreensão correta do posicionamento da ramificação, pergunta-se a A3 em qual carbono teria que estar e este responde corretamente que deveria estar “no quarto” (Figura 33). Logo ao responder esses questionamentos, repentinamente, A3 interrompe a fala da pesquisadora e afirma “errei de novo por causa disso daqui”, simulando ter constatado seus erros. Em seguida, A3 explica que o seu erro se deu porque ele havia contado os carbonos “de frente para trás”, sugerindo então, uma correção de tal erro ao propor a mudança do grupo funcional para o primeiro carbono, para que assim a ramificação ficasse no quarto carbono, conforme solicitado (Figura 33).

Por meio do estudo minucioso dos erros cometidos por A3, associado à sua investigação clínica, pôde-se acompanhar uma crescente organização conceitual e um contínuo avanço em seu processo cognitivo, entendendo que a manifestação dos seus erros eram indícios da estruturação dos seus conhecimentos.

5.1.5 Análise clínica do desenvolvimento de B1

Como mencionado anteriormente, investigar B1 a fim de compreender seu desenvolvimento cognitivo foi uma tarefa extremamente difícil e demorada por se tratar de um aluno bastante introvertido, reservado, de relacionamento restrito em sala de aula e comunicação muito escassa entre os professores e demais colegas.

Devido a tais características em sua personalidade, B1 normalmente não conseguia sanar suas dificuldades, fato que levava ao acúmulo de dúvidas, de conhecimentos incompletos e carentes de aprimoramento, e, conseqüentemente, ao “fracasso” em

várias disciplinas e a aquisição de inúmeras notas baixas - informações estas obtidas durante os Conselhos de Classe ocorridos ao final de cada trimestre.

Entretanto, ao observar atentamente o desenvolvimento cognitivo de B1, ao longo da realização das atividades propostas, percebeu-se que, apesar de suas atividades apresentarem inúmeros erros e que praticamente todas as suas respostas encontravam-se destoantes do padrão considerado correto, houve um progresso imensurável no que diz respeito a aprendizagem desse aluno.

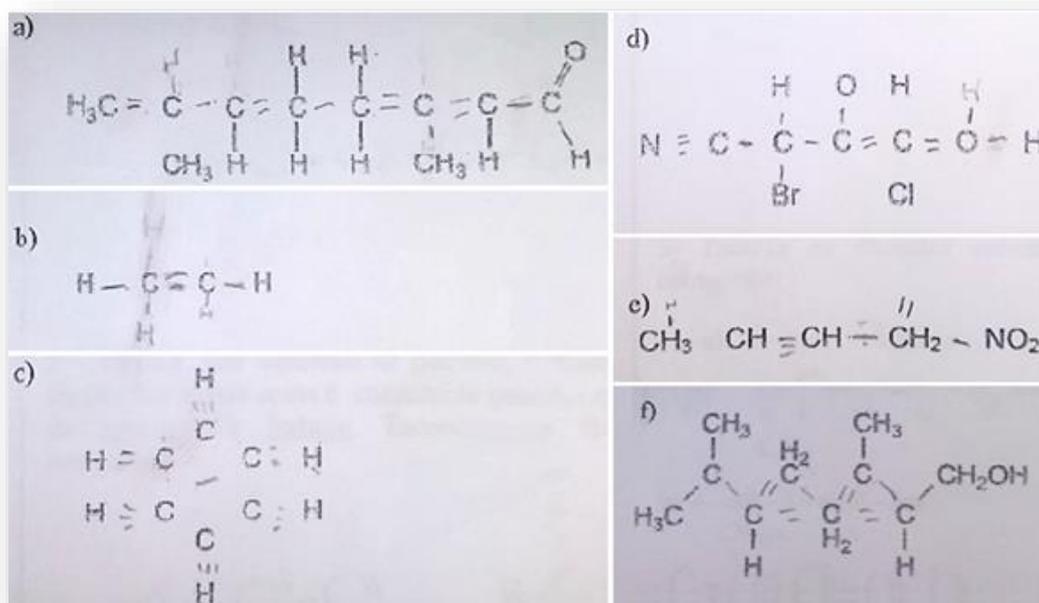
Ao comparar suas primeiras produções até o momento da realização da entrevista, nota-se que B1 conseguiu constatar e superar grande parte dos seus erros, demonstrando com isso que, ao minimizar a importância dos métodos de quantificação dos acertos e erros, conforme sugere Esteban (2003), aliada a adoção de práticas que valorizem e observem a qualidade do que efetivamente o aluno aprendeu, os educadores passariam a enxergar o real avanço cognitivo alcançado por esse aluno, sem que houvessem rotulações negativas, exclusão ou menosprezo deste por não atingir a perfeição na elaboração de suas respostas.

Ao analisar respostas como as encontradas na primeira atividade realizada por B1 (Figura 34), comumente grande parte dos professores de Química manteria seu foco na quantidade de erros cometidos para posterior atribuição de uma ínfima nota. Todavia, sob a perspectiva construtivista e abdicando das práticas de quantificação e classificação, tais erros podem ser utilizados como uma forma de reconhecimento acerca do nível de entendimento apreendido pelo aluno e do desenvolvimento dos conceitos alcançados, ou não, por este, identificando assim, quais os pontos mais carente de orientação e intervenção docente.

Apesar das letras “a”, “b”, “d” e “e” apresentarem falhas no preenchimento de algumas ligações, pode-se observar que o princípio da tetravalência do carbono se encontra em processo de formação em alguns pontos dessas fórmulas estruturais. Nota-se que para colocar em prática o conceito em questão, B1 utilizou alguns artifícios como a inserção de hidrogênios nas fórmulas estruturais (letra “a”, “b” e “d”, Figura 34) no intuito de estabilizar os carbonos, a quebra da molécula em moléculas menores conforme pode ser observado na letra “e” da Figura 34 e, ainda, a exclusão de alguns elementos presentes na molécula (letra “a” e “d”, Figura 34), a fim de não atrapalhar

a arrumação de suas estruturas, divergindo do que fora pedido no enunciado, no entanto, demonstrando um esforço cognitivo na elaboração de suas construções.

Figura 34 - Atividade 1 realizada por B1: letras “a”, “b”, “c”, “d”, “e” e “f”



Fonte: Próprio autor (2018).

O segundo carbono da letra “a”, contando da esquerda para direita (Figura 34), por exemplo, apresentava uma ramificação em sua parte inferior, a qual B1 ignorou. Contudo, para estabilizar este carbono, B1 adiciona, em sua parte superior, um hidrogênio, fazendo com que esse adquirisse quatro ligações. Durante a entrevista, ao investigar esse item, B1 consegue detectar alguns dos seus erros, indicando que o primeiro carbono necessitava de apenas uma ligação, ao invés da dupla ligação que havia inserido, e que o sexto carbono estava realizando cinco ligações, extrapolando sua tetravalência.

Na letra “b”, no lugar de adicionar uma tripla ligação, conforme era esperado, B1 adiciona uma ligação dupla e insere em cada carbono um hidrogênio, deixando os carbonos estáveis em sua construção ao elaborar e aplicar uma hipótese legítima de conhecimento acerca da tetravalência do carbono, o que demandou um esforço

cognitivo e algumas tentativas anteriores, que podem ser percebidas pelas marcas de apagões deixadas em volta do primeiro carbono.

Na letra “c” (Figura 34), ao ser indagado sobre como havia pensado para preencher as ligações daquele composto, B1 não consegue responder, permanecendo em silêncio. Em seguida, na tentativa de reestabelecer o diálogo com o aluno, o silêncio prolongado é quebrado através de uma nova pergunta “o que você percebe que está errado aqui na letra “c”?”. Após uns instantes calado, B1 responde “acho que é a ligação aqui”, indicando ter percebido seu erro na inserção das ligações químicas.

Em busca de obter uma certificação de que B1 havia realmente compreendido seus erros, outro questionamento é realizado: “e esse hidrogênio aqui, pode ter essa ligação tripla com o carbono?”, respondendo o aluno prontamente que “não”. No intuito de facilitar e orientar B1 para que ele alcançasse a regulação dos seus conhecimentos, é realizada, em seguida, uma explicação a respeito do seu erro com as ligações químicas dos elementos em questão: “o hidrogênio sempre faz ligação :::: simples! No hidrogênio você só pode colocar [...] ‘um tracinho’, porque ele só faz uma ligação! Já o carbono [...] pode fazer dupla, tripla!”.

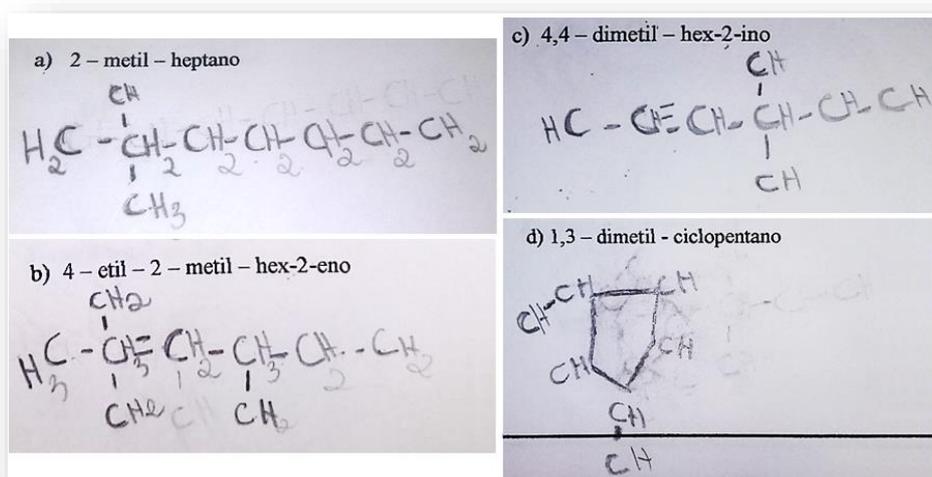
Na letra “d” nota-se que todos os carbonos encontram-se com quatro ligações, indicando que, mais uma vez, B1 respeitou o conceito da tetravalência, inclusive tentando aplicar tal conceito ao elemento oxigênio (lado direito da fórmula), que realiza apenas duas ligações, o que demonstra que apesar de ter iniciado o processo de assimilação de tal conceito, sua acomodação e aplicação a novas situações ainda carecia de novas orientação e reajustes.

Na letra “e” houve o curioso processo de separação da molécula em duas partes e a tentativa de estabilização dos carbonos através da inserção de um hidrogênio ao primeiro carbono da molécula, estabilizando-o com quatro ligações e, da inserção de ligações triplas e duplas ao restante da cadeia na tentativa de estabilizar os demais carbonos da fórmula estrutural, mas sem obter muito êxito em sua construção. Contudo, ao questionar B1 sobre: “o que está errado aqui [...]?””, o aluno outra vez identifica seu erro afirmando que era “a ligação entre os carbonos”, indicando que tanto o terceiro e quanto o quarto carbono não estavam estabilizados corretamente, por conterem “cinco” e “sete” ligações, respectivamente.

Os erros contidos na letra “f” também foram muitos, no entanto, ao ser investigado sobre a questão, B1 não forneceu pistas significativas para que seus pensamentos fossem compreendidos e interpretados como erros construtivos.

Em sua atividade 2, B1 apresenta uma série de avanços em seu desenvolvimento cognitivo ao demonstrar durante a construção dos seus compostos uma segurança na elaboração das suas cadeias principais, sejam elas abertas (letra “a”, “b” e “c”, Figura 35) ou fechadas (letra “d”, Figura 35), saturadas (letra “a” e “d”, Figura 35) ou insaturadas (letra “b” e “c”, Figura 35). Contudo, B1 apresentou certa inconstância na elaboração das ramificações e no preenchimento dos hidrogênios durante a estabilização dos carbonos.

Figura 35 - Atividade 2 realizada por B1: letras “a”, “b”, “c” e “d”



Fonte: Próprio autor (2018).

Tanto na letra “a”, quanto na letra “b” da Figura 35, os compostos anunciaram em sua nomenclatura a presença da ramificação “2-metil”, e em ambos os casos, ao tentar inserir tais ramificações, B1 escreveu duas vezes a ramificação metil, construindo erroneamente em sua estrutura duas ramificações “dimetilas”.

Contudo, durante a entrevista, ao ser questionado sobre tais erros, B1 conseguiu identificá-los e corrigi-los de forma satisfatória, o que pode ser observado através das explicações contidas na Figura 36 (correção da letra “a”) a respeito do termo “2-metil” que se tratava de “um” carbono que deveria ser inserido “no segundo (carbono)”.

contudo ele havia inserido “dois carbonos” e “não era para fazer (assim) não!”, “era para acrescentar só [...] um carbono.”

Figura 36 – Trechos da entrevista fornecida por B1 referente as correções das ramificações contidas nas letras “a” e “b” da atividade 2

CORREÇÃO DA LETRA “A”	CORREÇÃO DA LETRA “B”
<p>EU: [...] e agora vem a ramificação que é esse “2-metil”. Metil são quantos carbonos? B1: um. EU: um carbono? Ok. E onde que você tinha que colocar ele? B1: no segundo (carbono). EU: no segundo. Certo. E o que você fez aqui? B1: coloquei dois carbonos. EU: colocou dois carbonos? E era para fazer assim mesmo? O que que você acha? B1: não...não era para fazer não! EU: e era para fazer como? B1: era para acrescentar só :: só um carbono. EU: uhhh. Então, você colocou um a mais, não é? Então aqui tá sobrando esses de cima... deixaria só de baixo, é isso? B1: (acena com a cabeça que sim)</p>	<p>EU: [...] no segundo pediu para você colocar um...? B1: metil. EU: metil. :: (inicio uma contagem) um, dois... no segundo (carbono) você colocou...? B1: dois! EU: ahh, você colocou duas ramificações “metil”? B1: coloqueeeeei! EU: Ok, não tem problema...você já enxergou, não é? Que aqui era para ter só um e você colocou dois! E no quarto carbono :: (inicio uma nova contagem) um, dois, três, quatro :: era para colocar o quê? B1: dois (carbonos). EU: ok. Etil são dois (carbonos)! E o que você colocou? B1: um carbono. EU: no caso você colocou mais um metil, não é? Ok...você já identificou (seus erros)!</p>

Fonte: Próprio autor (2018).

Ainda na letra “b” da Figura 35 mencionava-se a presença do termo “4-etil” na nomenclatura do composto, o que levou B1 a adicionar uma ramificação contendo apenas um carbono (metil) ao quarto carbono da cadeia principal, incorrendo num erro. Todavia, conforme o trecho contido na Figura 36 (correção da letra “b”), o seu desenvolvimento conceitual pôde ser percebido ao realizar a seguinte pergunta “no quarto carbono [...] era para colocar o quê?”, respondendo B1 que deveria ter inserido “dois (carbonos)”. E para confirmar a percepção do seu erro na construção da fórmula estrutural perguntou-se ainda: “E o que você colocou?”, admitindo o aluno ter colocado apenas “um carbono”, demonstrando ter compreendido o seu erro a ponto de sugerir as mudanças necessárias para a superação do mesmo.

Sobre os erros na inserção dos hidrogênios para estabilização dos carbonos foram realizadas também algumas indagações sobre as estruturas desenhadas a fim de investigar se B1 havia tido algum progresso e se saberia corrigir a quantidade desses elementos em algumas situações apontadas. Grande parte das suas respostas foram

assertivas, indicando que o aluno além de ter superado seu erro, alcançou um maior nível de desenvolvimento conceitual do que se encontrava anteriormente.

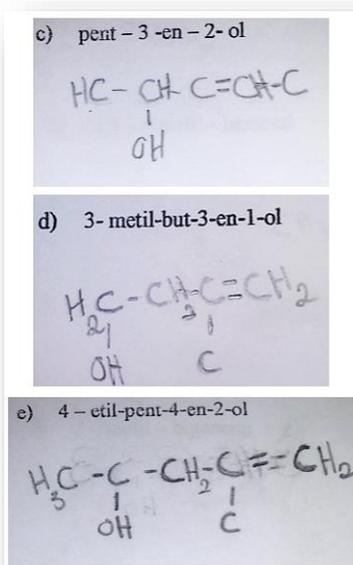
Ao iniciar a entrevista sobre a terceira atividade, que englobava a noção da função orgânica álcool, perguntou-se a B1 o que ele entendia por grupo funcional. Como o aluno sempre apresentava dificuldades de interação e comunicação, novas perguntas e dicas eram lançadas a fim de estimular B1 a se expressar e dialogar de forma mais natural, conforme o trecho a seguir: “você lembra o que é um grupo funcional? ::: [...] você sabe me dizer o que é esse grupo funcional? ::: Qual é o grupo funcional, por exemplo, do álcool? ::: O que vai caracterizar e dizer: isso aqui [...] é um álcool. [...] O que os álcoois tem que chama atenção?”. Após essa enorme insistência, o aluno resolve, enfim, se manifestar e responde, de forma curta e objetiva “é quando tem ‘HO’”, indicando conhecer o grupamento funcional que caracteriza os compostos pertencentes à função orgânica álcool.

Ao analisar as fórmulas estruturais construídas por B1, referentes a essa função química, nota-se que houve uma maior equilíbrio conceitual e um significativo avanço em suas elaborações, quando comparadas às contidas nas atividades anteriores.

Na Figura 37, referente as letras “c”, “d” e “e” da atividade 3, observa-se que B1 consegue estruturar corretamente as cadeias principais dos compostos solicitados e adiciona de forma adequada os grupamentos funcionais, as insaturações e as ramificações, respeitando os critérios de numeração, segundo a maior proximidade com a hidroxila (OH).

Apesar da ocorrência de alguns erros relacionados a esse aspecto, os hidrogênios já encontram-se melhor estabilizados, e mais uma vez, B1 incorre no erro acerca do termo “etil”, na letra “e” (Figura 37), desenhando apenas um carbono (metil), ao invés de dois consecutivos. Contudo, tal erro foi facilmente identificado e superado, ao ser questionado: “Na letra ‘e’ está escrito ‘4-etil’. [...] Etil são quantos carbonos?”, respondendo B1, de forma segura que tal ramificação deveria conter “dois (carbonos)”.

Figura 37 - Atividade 3 realizada por B1: letras “c”, “d” e “e”

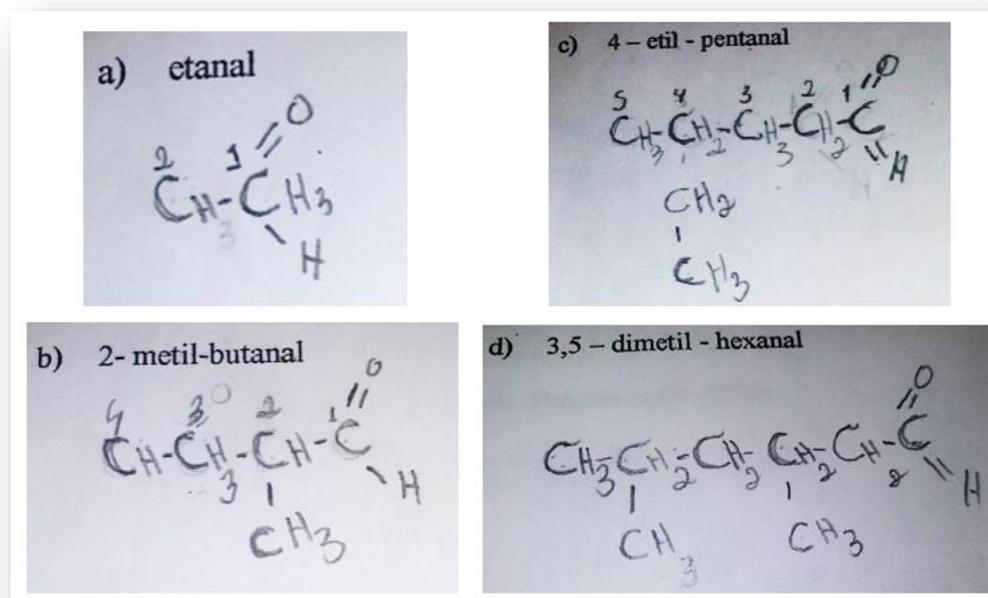


Fonte: Próprio autor (2018).

Em seguida, mantendo o ritmo do diálogo, sua afirmação é complementada e novos estímulos são lançados através das falas: “dois, não é? E ele (o etil) tem que estar no quarto carbono! :: E você fez o que ali (no quarto carbono)? [...] Quem é esse que você botou no quarto carbono?”. Respondendo B1 sucintamente: “um (carbono)”. Então, mais uma vez, outras tentativas de aprofundamento em seus pensamentos são realizadas: “e ele é o etil?”. Mais uma vez, B1 responde objetivamente: “não”. Pergunta-se ainda: “ele é quem?”, e B1 confirma a superação do seu erro ao afirmar que aquele que havia desenhado era “o metil”, no lugar do etil.

Em sua quarta atividade, B1 continua a apresentar um avanço em seu desenvolvimento durante a construção das fórmulas estruturais, apesar da frequente presença de erros no decorrer dessa atividade. Os erros encontrados na Figura 38 referem-se todos à estabilização do carbono, contrariando o princípio da tetravalência devido à falta ou excesso de hidrogênios, ou ainda, devido a inserção de insaturações de forma inapropriada. No entanto, todos esses erros foram percebidos e corrigidos satisfatoriamente por B1 durante a entrevista, conforme pode ser verificado na Figura 39, numa clara demonstração de que tais erros tratavam-se de saberes em processo de construção, que, por sua vez, passaram por uma desestabilização e progressiva regulação, fazendo com que B1 superasse seu estado atual, alcançando um maior nível de equilíbrio.

Figura 38 - Atividade 4 realizada por B1: letras "a", "b", "c", "d"



Fonte: Próprio autor (2018).

Figura 39 – Trechos da entrevista fornecida por B1 referente as correções das estabilizações dos carbonos contidas nas letras "a", "b", "c" e "d" da atividade 4

CORREÇÃO DA LETRA "A"	CORREÇÃO DA LETRA "B"	CORREÇÃO DA LETRA "C"	CORREÇÃO DA LETRA "D"
<p>EU: dê uma olhada nesse carbono que você chamou de um, que é o carbono do grupo funcional né? Ele já tinha [...] quantas ligações em volta dele? B1: quatro. EU: quatro. Então esses hidrogênios :: (H3) eram necessários? B1: não.</p>	<p>EU: [...] no segundo (composto)os hidrogênios ainda estão :: alguns estão certos outros estão incompletos, por exemplo, no terceiro carbono, você falou que precisava de três hidrogênios (H3). Quantos hidrogênios você acha que ele precisava? B1: dois. EU: dois. E esse carbono da ponta? B1: três.</p>	<p>EU: esse (carbono) aqui, que já tinha três ligações [...] o que tinha a ramificação, [...] precisaria de quantos hidrogênios? B1: um hidrogênio só! EU: um só! Ok. E esse terceiro carbono, :::: você colocou três hidrogênios, tinha que ser quantos? B1: dois. EU: dois. Ok!</p>	<p>EU: [...]o segundo (carbono), quantas ligações ele já tem? B1: três. EU: então ele precisaria de quantos (hidrogênios)? B1: Um hidrogênio. [...] EU: esse daqui (terceiro carbono) [...] já tem três (ligações) e, você colocou mais dois (hidrogênios), então fica com [...] cinco, não é? Então tinha que ter quantos hidrogênios? B1: um só. EU: Um só. E [...] quantas ligações esse hidrogênio (do grupo funcional) está fazendo? B1: duas. EU: duas. Hidrogênio pode fazer duas ligações? B1: Não.</p>

Fonte: Próprio autor (2018).

As análises efetuadas nesse trabalho buscaram evidenciar que os erros, presentes ao longo de todas as atividades realizadas, ao serem observados sob uma perspectiva construtivista, podem e devem ser compreendidos como parte integrante do processo de construção dos conhecimentos. Ao compreender as vias epistemológicas pelas quais ocorrem tal processo, o professor consegue perceber o erro, não mais como indício de fracasso ou simples desconhecimento, mas sim como um indicador importante do nível de desenvolvimento em que esse aluno se encontra, possibilitando intervenções mais adequadas para que esse aluno alcance um estado cada vez maior de equilíbrio e organização de suas estruturas internas.

Diante do que fora exposto como forma de trabalho de resignificação do erro e conhecendo as condições de trabalho que os docentes estão submetidos, tal como sobrecarga de trabalho, o grande número de aluno por turma, o compromisso com o cumprimento de conteúdo e planejamento, dentre outros fatores, sabemos que nem sempre é possível fornecer uma atenção individual e uma escuta sensível para compreender o erro e as respectivas dificuldades que cada aluno apresenta durante o processo de construção do conhecimento, como o que fora realizada na presente pesquisa.

Sendo assim, finalizo essa discussão com um breve relato de experiência desempenhado como docente e pesquisadora do erro como ferramenta pedagógica no processo de ensino-aprendizagem, afirmando que é possível realizar essa escuta sensível acerca dos conflitos e erros também de forma coletiva.

Uma vez que o professor tenha adquirido um aporte teórico a respeito do erro construtivo e uma noção básica a respeito de como ocorre a construção dos conhecimentos no indivíduo, ao realizar uma atividade ou avaliação com sua turma, ele analisará cuidadosamente as produções realizadas por seus alunos e sinalizará as questões que contém erros, sem apontar especificamente o local ou o tipo de erro que fora cometido.

Em seguida, ao devolver as atividades aos seus alunos, o professor poderá destinar um momento específico em sua aula para estimular a sua turma a refletir sobre seus próprios erros, justificando o porquê errou e solicitando que tentem reconstruir tais questões. Nessa reconstrução, o professor fornecerá novos meios de investigação,

como textos, livros, internet, sugestões, contra-sugestões, discussões, para que o aluno consiga perceber e corrigir seus erros, alcançando níveis cada vez maiores de desenvolvimento e superando seus próprios erros, bem como o sentimento de culpa ou medo que eventualmente encontram-se associados ao mesmo.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Romper com paradigmas amplamente consolidados no sistema de ensino em que estamos inseridos não é uma tarefa fácil. Um desses paradigmas que precisam ser superados na cultura escolar tem a ver com a ressignificação do erro no que se refere ao processo de ensino-aprendizagem. Resignificar, nesse caso, possui o sentido de buscar a complexidade contemplada no erro, de conscientizar para transformar a ação perante ele e de alcançar uma abertura para propagação de novas posturas, já que historicamente se trata de algo passível de condenações e castigos.

Ao deixar de lado práticas pedagógicas que prezam a quantificação, a memorização e a reprodução, aliada a adoção de posturas que valorizam a qualidade dos esforços de construções do aluno, o erro passa naturalmente a apresentar um novo significado. De desprezível passa a ser algo substancial dentro do processo de ensino-aprendizagem.

Com um olhar mais cuidadoso sobre os erros associado a uma entrevista clínica para respaldar o que fora observado, conseguiu-se demonstrar a riqueza de informação existente por traz dos erros, bem como os sucessivos e complexos esforços de aplicação conceitual, apesar de não ter chegado a uma estabilidade final em todas as situações.

Através da análise dos erros discutidos na pesquisa, foi possível mergulhar no universo de pensamentos do aluno, em busca da compreensão do que de fato ele conseguiu desenvolver conceitualmente. Tais análises possibilitaram a constatação dos pontos cruciais que careciam da intervenção docente, fornecendo uma devolutiva

necessária para uma ação pedagógica condizente com o nível de cognição em que esse aluno se encontra.

A pretensão da investigação realizada não foi em prol da exaltação do erro, sem qualquer reflexão ou análise crítica, mas sim pelo engajamento na busca da sua ressignificação, para que ele seja utilizado como indício de construção, sinalizador dos pontos já apreendidos e dos pontos que ainda necessitam de aprimoramentos e ajustes. Assim, numa perspectiva construtivista, o professor assumirá o importante papel de facilitar o processo de construção de conhecimentos, ao criar situações desafiadoras e promover os estímulos e conflitos necessários para que esse aluno consiga sair do nível cognitivo que se encontra para outro superior.

Nesse sentido, é importante que os educadores assumam, em seu cotidiano, a conduta de observar e tornar os erros observáveis pelo próprio aluno, não pelo simples apontamento, mas através de um trabalho de direcionamento e encorajamento das tentativas dos alunos em busca de uma legítima reflexão, e, conseqüente, regulação do que fora construído, para que esse aluno alcance níveis de desenvolvimentos cada vez maiores de inteligência.

A compreensão da magnitude do erro e a adoção de atitudes diferenciadas, por parte dos professores, diante dessas “estranhas” construções é fundamental para enxergar o erro como uma fonte de evidências e investigação do desenvolvimento dos alunos. Dessa forma, buscar entender suas manifestações e tentativas de elaboração, frutos dos esforços de reflexões, é poder acompanhar o histórico desse desenvolvimento cognitivo, compreendendo a forma com que este aluno responde às interações com o meio, bem como a forma de assimilação e apropriação do objeto de conhecimento, até que se atinja um equilíbrio final (FERREIRO, 2011).

REFERÊNCIAS

ALVES, L. M. S. A. Os castigos corporais na escola nos discursos narrativos nas obras de Machado de Assis, Manoel Antônio de Almeida e Raul Pompéia. In: III SIMPÓSIO DE HISTÓRIA DO MARANHÃO OITOCENTISTA: IMPRESSOS NO BRASIL DO SÉCULO XIX DA UEMA. 2013, Maranhão. **Anais eletrônicos...** Disponível em: <<http://www.outrostempos.uema.br/oitocentista/cd/ARQ/32.pdf>> Acesso em: 25 de jan 2018.

ARAGÃO, M.; FREITAS, A. G. B. de. Práticas dos castigos escolares: enlaces históricos entre normas e cotidiano. **Conjectura**, v. 17, n. 2, p. 17-36, maio/ago. 2012. Disponível em: <www.uces.br/etc/revistas/index.php/conjectura/article/viewFile/1648/1024>. Acesso em: 24 de jan 2018.

BAHIA (Estado). Decreto nº 16.718, de 11 de maio de 2016. Instituição e organização dos Complexos Integrados de Educação. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil - Estado da Bahia**. Salvador, 12 maio 2016. Ano C. nº 21. 932. Seção Executivo, p. 9. Disponível em:< <http://dovirtual.ba.gov.br/egba/reader2/>>. Acesso em 29 de abr. 2018.

BAMPI, Maria Alice Moreira. O método clínico experimental de Jean Piaget como referência para o conhecimento do pensamento infantil na avaliação psicopedagógica. 2006. 104f. **Dissertação** (Mestrado em Psicopedagogia) – Programa de Pós-Graduação da Universidade do Sul de Santa Catarina, Florianópolis,SC.

BARROS, C. S. G. Psicologia e Construtivismo. 1. ed. São Paulo: Ática, 2002. 208 p.

BRASIL. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF: Senado Federal: Centro Gráfico, 1988. 292 p.

_____. **Estatuto da Criança e do Adolescente (1990)** [recurso eletrônico]: Lei n. 8.069, de 13 de julho de 1990, e legislação correlata.13. ed. Brasília: Câmara dos Deputados, Edições Câmara, 2015.

_____. **Lei de Diretrizes e Bases**. Lei nº 9.394/96, de 20 de dezembro de 1996. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9394.htm >. Acesso em: 26 jan 2018.

_____. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais: ciências naturais - Ensino de primeira à quarta série**. Brasília: MEC, 1997. Disponível em: <<http://www.mec.gov.br/sef/estrut2/pcn/pdf/livro04.pdf>>. Acesso em: 26 jan 2018.

_____. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio**. Brasília: MEC, 2000. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/ciencian.pdf>>. Acesso em: 26 jan. 2018.

_____. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. **Orientações Curriculares para o Ensino Médio: Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias.** v. 2. Brasília: MEC, 2006. Disponível em: <portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/book_volume_02_internet.pdf>. Acesso em: 26 de jan 2018.

BONFANTI, et al. Uma análise de materiais didáticos no contexto da história do Ensino de Química no Brasil. In: Encontro de Debates sobre o Ensino de Química, 33., 2013, Ijuí, RS. Anais eletrônicos... Disponível em: <https://www.revistas.unijui.edu.br/index.php/edeq/article/view/2808/2382> . Acesso em: 18 de abr. 2015.

CARVALHO, J. S. F. de. As noções do erro e fracasso no contexto escolar: algumas considerações preliminares. In: AQUINO, J. G. (org.). **Erro e fracasso na escola: alternativas teóricas e práticas.** 5 ed. São Paulo: Summus, 1997. p. 11-24.

CARVALHO, A. M. P. de (Org.). **Ensino de Ciências Por Investigação: Condições para Implementação em Sala de Aula.** São Paulo: Cengage Learning, 2013. 164p.

CUNHA, M. B. Jogos no Ensino de Química: Considerações Teóricas para sua Utilização em Sala de Aula. Química Nova na Escola. São Paulo v. 34, n. 2, p. 92-98, maio 2012. Disponível em: < http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc34_2/07-PE-53-11.pdf>. Acesso em: 10 jul. 2018.

CURY, H. N. **Análise de erros:** o que podemos aprender com as respostas dos alunos. Belo Horizonte: Editora Autêntica, 2007. Resenha de: LOPES, A. J. **Série-Estudos.** Campo Grande, n. 26, p. 235-237, jul./dez. 2008. Disponível em: < http://www.serie-estudos.ucdb.br/index.php/serie-estudos /article/ viewFile/247/ 288 >. Acesso em: 10 jul. 2018.

DEMO, P. **É errando que a gente aprende.** Nova Escola. São Paulo, 2001, n. 144, ano 12, p. 49-51, entrevista concedida a Ricardo Prado.

ESTEBAN, M. T. (Org.). **Avaliação: uma prática em busca de novos sentidos.** 4. ed. Rio de Janeiro: DP&A, 2003. p. 29- 49

FERREIRO, E. **Vigência de Jean Piaget**/por Emilia Ferreiro. México: Siglo XXI, 1999. 134 p.

_____. **Reflexões sobre alfabetização.** 26. ed. São Paulo: Cortez, 2011.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social.** 6. ed. São Paulo: Alas, 2008. 200 p.

GONÇALVES, F. P. Experimentação e Literatura: Contribuições para a Formação de Professores de Química. **Química Nova na Escola,** São Paulo, vol. 36, n. 2, p. 93-100, maio 2014. Disponível em: < http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc36_2/04-EA-14-13.pdf > . Acesso em: 10 jul. 2018.

GHEDIN, E.; FRANCO, M. A. S. **Questões de método na construção da pesquisa em educação**. 2. ed. São Paulo: Cortez, 2011. 264 p.

GUERRA, E. L. de A. **Manual de Pesquisa Qualitativa**. Belo Horizonte, MG: Grupo Anima Educação, 2014. 47 p.

HOFFMANN, J.M.L. **Avaliação mediadora: uma prática em construção da pré-escola à universidade**. 20 ed., Porto Alegre: Mediação, 2003. 160 p.

LA TAILLE, Y. de. O erro na perspectiva piagetiana. In: AQUINO, J. G. (org.). **Erro e fracasso na escola: alternativas teóricas e práticas**. 5 ed. São Paulo: Summus, 1997. pp. 25-44.

LEAL, M. C. **Didática da Química: Fundamentos e práticas para o Ensino Médio**. Belo Horizonte: Dimensão, 2010. 120 p.

LUCKESI, C. C. **Avaliação da Aprendizagem Escolar [livro eletrônico]: estudos e proposições**. 1. ed. São Paulo: Cortez, 2013. 375 p.

MALDANER, O. A. **A formação inicial e continuada de professores de Química: professores/pesquisadores**. 3. ed., Ijuí: Unijuí, 2006, 424p.

MALHEIROS, B. T. **Metodologia da pesquisa em educação**. Rio de Janeiro: LTC, 2011. 254p.

MATOS, L. A. C.; TAKATA, N. H.; BANCZEK, E. P. A. Gota Salina de Evans: Um Experimento Investigativo, Construtivo e Interdisciplinar. **Química Nova na Escola**, São Paulo, vol. 35, n. 2, p. 237-242, nov. 2013. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc35_4/04-EA-191-12.pdf>. Acesso em: 10 jul. 2018.

MIZUKAMI, M. da G. N. **Ensino as abordagens do processo: temas básicos de educação e ensino**. 15 ed., São Paulo: Editora Pedagógica, 2007.

MUNARI, A. **Jean Piaget**. Recife: Editora Massangana, 2010. 156 p.

PÁDUA, E. M. M. de. **Metodologia da pesquisa: abordagem teórico-prática**. 17. ed. Campinas, SP: Papirus, 2012. 97 p.

PIAGET J. **A representação do mundo na criança**. Rio de Janeiro: Record, 1926. 318 p.

_____. **Epistemologia Genética**. Petrópolis: Vozes, 1970. 124 p.

_____. **Estruturalismo**. 3. ed. São Paulo: Difel, 1979. 118 p.

_____. **Psicologia e Pedagogia**. 7. ed. Tradução de DIRCEU, A. L.; ROSA, M.R.S. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 1985. 183 p.

_____. **O nascimento da inteligência na criança.** Tradução de CABRAL, A. 4. ed. Rio de Janeiro: Guanabara, 1987. 389p.

_____. **Seis estudos de psicologia.** 24. ed. Rio de Janeiro, Forense universitária, 1999. 136 p.

QUEIROZ, K. J. M. LIMA, V. A. A. de. Método Clínico piagetiano nos estudos sobre Psicologia Moral: o uso de dilemas. **Revista Eletrônica de Psicologia e Epistemologia Genéticas**, São Paulo, v. 3 n. 5, Jan-Jul, 2010. Disponível em <www.marilia.unesp.br/scheme>. Acesso em: 01 de dez 2017. ISSN: 1984-1655.

RABELO, E. H. **Avaliação: novos tempos, novas práticas.** 8. ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2009.144 p.

REIS, J. Importância do Método Clínico ou de Exploração Crítica no Estudo da Personalidade. **Intervenção Social.** n. 10. p. 9-23. 1994. Disponível em: <<http://revistas.lis.ulusiada.pt/index.php/is/article/view/1348>>. Acesso em: jan. 2018.

SCARPARO, A. L. S.; MARQUES, T. B. I. Método Clínico Piagetiano como ferramenta para investigar noções sobre alimentação saudável. **Demetra: Alimentação, Nutrição & Saúde.** v.12, n.4. p. 823-847, 2017. Disponível em: <<http://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/demetra/article/view/28434>>. Acesso em: abr. 2018.

SILVA, E. M. D. A Virtude do Erro: uma visão construtiva da avaliação. **Estudos em Avaliação Educacional.** v. 19, n. 39, jan./abr., 2008. Disponível em: <<http://www.fcc.org.br/pesquisa/publicacoes/eae/arquivos/1420/1420.pdf>>. Acesso em: 13 set. 2018.

TRIPP, D. Pesquisa ação: uma introdução metodológica. **Educação e pesquisa.** São Paulo, v. 31, n. 3, p. 443-466. Set/dez. 2005. Disponível em:<<http://www.scielo.br/pdf/ep/v31n3/a09v31n3.pdf>>. Acesso em: ago. 2017.

APÊNDICE A

TERMO DE ASSENTIMENTO

Você está sendo convidado para participar da pesquisa A (RE)SIGNIFICAÇÃO DO ERRO NO ENSINO DE QUÍMICA ORGÂNICA NUMA PERSPECTIVA CONSTRUTIVISTA. Esta pesquisa servirá de base para estudos que culminarão na elaboração da tese de dissertação na área de educação da professora e pesquisadora ANA REGINA DALMASCHIO CARRIJO para a obtenção do título de mestre. Seus pais/responsável permitiram que você participe, através do termo de consentimento livre e esclarecido.

Através dessa entrevista pretendo investigar o erro construtivo cometido pelos alunos durante a realização de atividades de Química Orgânica, visando ressignificar esse erro para utilizá-lo como um aliado no processo de aprendizagem.

Os adolescentes que irão participar dessa pesquisa têm de 15 a 19 anos de idade e cursam a 3ª série do Ensino Médio no Complexo Integrado de Educação de Itamaraju, no período diurno.

Você não precisa participar da pesquisa se não quiser, é um direito seu, não terá nenhum problema se desistir.

Os adolescentes participantes, após terem sido acompanhados ao longo do ano letivo, foram selecionados de acordo com o seu desempenho nas atividades ao longo do 2º e 3º trimestre a fim de participarem de uma entrevista para uma investigação dos seus processos de construção do conhecimento a partir dos erros cometidos durante as atividades avaliativas.

A pesquisa será feita no próprio colégio e para isso, serão utilizadas algumas atividades que foram realizadas durante o ano, um roteiro de perguntas semiestruturadas e um aparelho smartphone para a gravação das entrevistas.

As gravações serão analisadas e utilizadas apenas para fins científicos na construção de conhecimento na área da educação, podendo ser publicada alguns trechos das entrevistas, porém sem a identificação do aluno, não apresentando riscos de exposição e constrangimento para os participantes. Caso aconteça algo errado ou alguma dúvida, você pode procurar esclarecimentos no telefone (73) 99921 - 6248 da pesquisadora ANA REGINA DALMASCHIO CARRIJO.

Através da sua entrevista, muitos benefícios poderão ser alcançados como o surgimento de novos conhecimentos que promovam uma melhoria no ensino de Química.

Ninguém saberá que você está participando da pesquisa, não será divulgado a outras pessoas, nem daremos a estranhos as informações que você fornecer. Os resultados da pesquisa vão ser publicados, mas sem identificar os adolescentes que participaram da pesquisa. Quando a pesquisa for finalizada, todo o conteúdo será disponibilizado para a leitura e análise dos participantes.

Eu _____ aceito participar da pesquisa A (RE)SIGNIFICAÇÃO DO ERRO NO ENSINO DE QUÍMICA ORGÂNICA NUMA PERSPECTIVA CONSTRUTIVISTA, que tem o objetivo ressignificar o erro construtivo no ensino de Química, visando sua utilização como um aliado no processo de aprendizagem. Entendi as coisas ruins e as coisas boas que podem acontecer. Entendi que posso dizer “sim” e participar, mas que, a qualquer momento, posso dizer “não” e desistir. Os pesquisadores tiraram minhas dúvidas e coletaram a autorização dos meus responsáveis. Recebi uma cópia deste termo de assentimento e li e concordo em participar da pesquisa.

Local, ____ de _____ de _____.

Assinatura do menor

Assinatura da pesquisadora

APÊNDICE B

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

O(a) aluno (a) _____ foi convidado (a) a participar da pesquisa intitulada A (RE)SIGNIFICAÇÃO DO ERRO NO ENSINO DE QUÍMICA ORGÂNICA NUMA PERSPECTIVA CONSTRUTIVISTA, sob a responsabilidade da professora e pesquisadora ANA REGINA DALMASCHIO CARRIJO.

JUSTIFICATIVA

A presente pesquisa pretende investigar o processo de construção de conhecimentos dos alunos a partir dos erros que estes cometem durante as atividades avaliativas. Isto porque, os erros, quando corretamente observados, podem servir de aliado no processo de ensino ao fornecer pistas importantes do estágio de desenvolvimento em que o aluno se encontra, para regular então a sua aprendizagem.

OBJETIVOS DA PESQUISA

OBJETIVO GERAL: Resignificar o erro construtivo no ensino de Química, visando sua utilização como um aliado no processo de aprendizagem.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Investigar o erro construtivo cometido pelo aluno durante o processo de aprendizagem de Química Orgânica.
- Descrever as situações onde os erros serão encontrados, buscando entendê-los e interpretá-los em sua origem;
- Acompanhar o desenvolvimento conceitual dos alunos que cometeram erros na construção da escrita dos compostos químicos, após uma série de aulas que trabalharão diversificados conteúdos de química orgânica com ênfase nas estruturas das moléculas.

PROCEDIMENTOS, DURAÇÃO E LOCAL DA PESQUISA

Os adolescentes que irão participar dessa pesquisa têm de 15 a 19 anos de idade e cursam o 3ª série do Ensino Médio no **Complexo Integrado de Educação de Itamaraju**, no período diurno. Os adolescentes participantes, após terem sido acompanhados ao longo do ano letivo, foram selecionados de acordo com o seu desempenho nas atividades ao longo do 2º e 3º

trimestre a fim de participarem de uma **entrevista** para uma investigação dos seus processos de construção do conhecimento a partir dos erros cometidos durante as atividades avaliativas. A pesquisa será feita no **próprio colégio** e para isso, serão utilizadas algumas atividades que foram realizadas durante o ano, um roteiro de perguntas semiestruturadas e um aparelho smartphone para a gravação das entrevistas, que terão duração entre 10 e 30 minutos, ao depender da resposta dos entrevistados.

RISCOS E DESCONFORTOS

As gravações serão analisadas e utilizadas apenas para fins científicos na construção de conhecimento na área da educação, podendo ser publicada alguns trechos das entrevistas, porém sem a identificação do aluno, não apresentando riscos de exposição e constrangimento para os participantes. Quando a pesquisa for finalizada, todo o conteúdo será disponibilizado para a leitura e análise dos participantes e responsáveis. Caso aconteça algo errado ou alguma dúvida, você pode procurar esclarecimentos no telefone (73) 99921 - 6248 da pesquisadora ANA REGINA DALMASCHIO CARRIJO.

BENEFÍCIOS

As entrevistas que serão realizadas proporcionará à pesquisa um meio de investigação para o surgimento de novos conhecimentos que promoverão uma melhoria no ensino de Química e da educação como um todo.

ACOMPANHAMENTO E ASSISTÊNCIA

Os participantes e responsáveis poderão participar do acompanhamento da pesquisa a qualquer momento até o encerramento e publicação da mesma. Será dada assistência imediata no caso de danos decorrentes da pesquisa no telefone (73) 99921 - 6248 da pesquisadora ANA REGINA DALMASCHIO CARRIJO.

GARANTIA DE RECUSA EM PARTICIPAR DA PESQUISA E/OU RETIRADA DE CONSENTIMENTO

O aluno convidado não é obrigado a participar da pesquisa, podendo deixar de participar dela em qualquer momento de sua execução, sem que haja penalidades ou prejuízos decorrentes de sua recusa. Caso decida retirar seu consentimento, o(a) Sr.(a) não mais será contatado(a) pela pesquisadora.

GARANTIA DE MANUTENÇÃO DO SIGILO E PRIVACIDADE

A pesquisadora se compromete a resguardar sua identidade durante todas as fases da pesquisa, inclusive após publicação.

GARANTIA DE RESSARCIMENTO FINANCEIRO

Descrever possíveis ressarcimentos e como serão cobertas as despesas tidas pelos participantes da pesquisa e seus acompanhantes, decorrentes da pesquisa.

GARANTIA DE INDENIZAÇÃO

Existe uma garantia de indenização diante de eventuais danos decorrentes da pesquisa. De acordo com o item IV.4.c da Res. CNS 466/12, não se deve exigir do participante da pesquisa, sob qualquer argumento, renúncia ao direito à indenização por dano decorrente da pesquisa.

ESCLARECIMENTO DE DÚVIDAS

Em caso de dúvidas sobre a pesquisa ou para relatar algum problema, o(a) Sr.(a) pode contatar a pesquisadora ANA REGINA DALMASCHIO CARRIJO no telefone (73) 99921 - 6248, ou endereço Rua Polo Norte, nº 51, Bairro Canaã, Itamaraju, Bahia. O(A) Sr.(a) também pode contatar o Comitê de Ética em Pesquisa do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal do Espírito Santo (CEP/CCS/UFES) através do telefone (27) 3335-7211, e-mail cep.ufes@hotmail.com ou correio: Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos, Prédio Administrativo do CCS, Av. Marechal Campos, 1468, Maruípe, CEP 29.040-090, Vitória - ES, Brasil. O CEP/CCS/UFES tem a função de analisar projetos de pesquisa visando à proteção dos participantes dentro de padrões éticos nacionais e internacionais. Seu horário de funcionamento é de segunda a sexta-feira, das 8h às 14h.

DECLARAÇÃO

Declaro que fui informado e esclarecido sobre o presente documento, entendendo todos os termos acima expostos, e que voluntariamente concedo a participação do aluno _____ nesse estudo. Também declaro ter recebido uma via deste Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, de igual teor, assinada pela pesquisadora principal, rubricada em todas as páginas.

Local, ____ de _____ de _____.

Participante da pesquisa (aluno)

Responsável legal

Na qualidade de pesquisador responsável pela pesquisa “A (RE)SIGNIFICAÇÃO DO ERRO NO ENSINO DE QUÍMICA ORGÂNICA NUMA PERSPECTIVA CONSTRUTIVISTA”, eu, ANA REGINA DALMASCHIO CARRIJO, declaro ter cumprido as exigências do(s) item(s) IV.3 e IV.4 (se pertinente), da Resolução CNS 466/12, a qual estabelece diretrizes e normas regulamentadoras de pesquisas envolvendo seres humanos.

Pesquisador

ANEXO 1

TERMO DE AUTORIZAÇÃO

IDENTIFICAÇÃO DA PESQUISA: A (RE)SIGNIFICAÇÃO DO ERRO NO ENSINO DE QUÍMICA ORGÂNICA NUMA PERSPECTIVA CONSTRUTIVISTA
PESQUISADOR RESPONSÁVEL: Ana Regina Dalmaschio Carrijo
PARTICIPANTES: Alunos da 3ª série do Ensino Médio de Ensino Regular do Complexo Integrado de Educação de Itamaraju
ENDEREÇO PROFISSIONAL: Rua Maranhão, nº 52, Bairro de Fátima, Itamaraju, Bahia.

AUTORIZAÇÃO

Eu, _____
 Número Funcional: _____ RG: _____ CPF: _____
 Diretor(a) do Complexo Integrado de Educação de Itamaraju, localizado na Rua Maranhão, n. 52, Bairro de Fátima – Itamaraju/Ba, **autorizo** a aluna/pesquisadora **Ana Regina Dalmaschio Carrijo** a divulgar os dados educacionais da mencionada **Unidade de Ensino**, para fins acadêmicos, de estudo e pesquisa no curso de Mestrado em Ensino na Educação Básica, do Programa de Pós Graduação em Ensino na Educação Básica do CEUNES/UFES.

Assinatura e Carimbo do(a) Diretor(a)

Assinatura do Aluno/Pesquisador

Itamaraju – Ba, ____ / ____ / ____