



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL  
EM QUÍMICA EM REDE NACIONAL - PROFQUI  
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA

KARLA THAYSE ANDRADE SILVA

**ABORDAGEM INTERDISCIPLINAR: AS LIGAÇÕES QUÍMICAS E AS  
INTERAÇÕES CONFORMACIONAIS DA HEMOGLOBINA COM O  
OXIGÊNIO MOLECULAR.**

Recife, 2020

**ABORDAGEM INTERDISCIPLINAR: AS LIGAÇÕES QUÍMICAS E AS INTERAÇÕES CONFORMACIONAIS DA HEMOGLOBINA COM O OXIGÊNIO MOLECULAR.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação PROFQUI – Nível de Mestrado – da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre. Área de concentração: Ensino de Química

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dra. Sandra Rodrigues de Souza

Co-orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dra. Kátia Cristina Silva de Freitas

Recife, 2020.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal Rural de Pernambuco  
Sistema Integrado de Bibliotecas  
Gerada automaticamente, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

- A154a Silva, Karla Thayse Andrade  
ABORDAGEM INTERDISCIPLINAR: AS LIGAÇÕES QUÍMICAS E AS INTERAÇÕES  
CONFORMACIONAIS DA HEMOGLOBINA COM O OXIGÊNIO MOLECULAR. / Karla Thayse Andrade Silva.  
- 2020.  
84 f. : il.
- Orientadora: Sandra Rodrigues de Souza.  
Coorientadora: Katia Cristina Silva de Freitas.  
Inclui referências e apêndice(s).
- Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Programa de Mestrado  
Profissional em Química (PROFQUI), Recife, 2020.
1. Ensino Interdisciplinar. 2. Ligações Químicas. 3. Sequência de Ensino Aprendizagem. 4. Ensino de  
Química. 5. Respiração. I. Souza, Sandra Rodrigues de, orient. II. Freitas, Katia Cristina Silva de, coorient. III.  
Título

---

CDD 540

**KARLA THAYSE ANDRADE SILVA**

**ABORDAGEM INTERDISCIPLINAR: AS LIGAÇÕES QUÍMICAS E AS INTERAÇÕES CONFORMACIONAIS DA HEMOGLOBINA COM O OXIGÊNIO MOLECULAR.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação PROFQUI – Nível de Mestrado – da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre. Área de concentração: Ensino de Química

Orientadora: Prof<sup>ª</sup>. Dra. Sandra Rodrigues de Souza

Co-orientadora: Prof<sup>ª</sup>. Dra. Kátia Cristina Silva de Freitas

**Data de aprovação:** 03 / 02 / 2020.

**MEMBROS COMPONENTES DA BANCA EXAMINADORA:**

---

**Profa. Dra. Sandra Rodrigues de Souza**  
**Presidente e Orientadora**

Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE  
(Orientadora-Presidente)

---

**Profa. Dra. Kátia Cristina Silva de Freitas**

Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE  
(Coorientadora)

---

**Prof. Dr. João Rufino de Freitas Filho**

Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE  
(Membro interno)

---

**Profa. Dra.** Luana Cassandra Breitenbach Barroso Coelho  
Universidade Federal de Pernambuco  
(Membro externo)

---

**Profa. Dra.** Suzana Pereira Vila Nova  
Universidade Federal Rural de Pernambuco  
(2º Membro externo)

---

**Profa. Dra.** Ivoneide Mendes da Silva  
Universidade Federal Rural de Pernambuco  
(Suplente externo)

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus por seu amor e infinita misericórdia, sei que sua graça me fez chegar até aqui.

Aos Meus Pais, Jeane e Rinaldo, pela minha vida e por estarem sempre ao meu lado, por toda educação e incentivo, por sempre se dedicarem e se doarem para que eu e minha irmã pudéssemos alcançar nossos sonhos.

Ao meu Esposo, Dário Fernandes, por toda paciência e amor, principalmente nos períodos difíceis, obrigada pelo companheirismo, sempre acreditando em mim e me incentivando a nunca desistir quando os obstáculos apareceram.

A minha vó, Ivonete, que sempre está ao nosso lado, A minha vó, Lindalva, que não está mais presente em vida, mas sei que estaria radiante a me ver fechar mais esse ciclo.

A minha irmã, por seu minha primeira e verdadeira amiga, por sempre me proteger, cumprindo perfeitamente seu papel de irmã mais velha.

A Professora Sandra Rodrigues, pela orientação nessa pesquisa, não há palavras para expressar a gratidão que sinto por essa pessoa de caráter ímpar, por quem tenho absoluto respeito e admiração. É uma honra tê-la como orientadora, e estar sempre aprendendo ao seu lado.

A Professora Kátia Freitas, pela coorientação nessa pesquisa, nos ajudando nesse processo.

A Professora Rafaella Silva, pela ajuda durante a elaboração e aplicação desta pesquisa, me ajudando a trabalhar de forma interdisciplinar e me dando força durante todo o processo.

Aos Professores do Profqui, por terem feito parte da minha jornada acadêmica, contribuindo para meu crescimento pessoal e científico.

Aos colegas de curso, pela troca de vivências e pelo incentivo.

Aos Professores que passaram por minha vida e deixaram suas marcas: Silvana Sousa, Cristiane Dutra e Flavia Araújo.

Aos meus alunos, todos eles, do Alternativo, do Eleve, do Grau Técnico, do Walt Disney, eles são minha fonte de motivação.

“Ser professor é, antes de tudo, gostar de gente.”

Aucimara Souza do Nascimento

## RESUMO

A química é conhecida como uma das disciplinas mais difíceis do ensino médio, pois os fenômenos que a constituem não são bem entendidos e/ou os próprios alunos não demonstram interesse em conhecê-los melhor, talvez por não reconhecerem as inter-relações entre a química e o seu cotidiano ou até mesmo com outras disciplinas. Diante desta problemática que permeia o ensino das ciências, mais especificamente o ensino de química, este trabalho tem como objetivo analisar as possibilidades e limitações de uma sequência de ensino aprendizagem (SEA), em uma abordagem interdisciplinar, envolvendo o conteúdo de Ligações químicas e o estudo das interações conformacionais da proteína globular hemoglobina com o oxigênio molecular. Para isso, conduzimos esta pesquisa com 15 alunos de uma turma de 3ª série do ensino médio, de uma escola particular, localizada no bairro de Prazeres – Jaboatão dos Guararapes. Os instrumentos utilizados para coleta dos dados foram questionários, observações e vídeo. A organização e tratamento dos dados se deram, de modo geral, considerando como categorias analíticas as dimensões epistêmica e pedagógica propostas por Meheut (2005). Quanto à dimensão epistêmica, foi possível identificar que a estruturação da SEA buscou promover a construção dos conceitos científicos possibilitando a aproximação do conhecimento científico do mundo físico, ou seja, da realidade dos alunos. Exemplos deste aspecto podem ser os momentos da exibição do vídeo, a leitura em grupo do texto sobre a Respiração e a pesquisa para resolução das questões do texto paradidático. Quanto à dimensão pedagógica, identificamos que as estratégias da SEA promoveram interações sociais na sala de aula, tanto entre os professores e os alunos como entre aluno e aluno. Algumas das atividades buscaram possibilitar o compartilhamento de ideias quando, por exemplo, foi priorizada a possibilidade de se trabalhar em grupos.

**Palavras-chave:** Ensino Interdisciplinar. Ligações Químicas. Sequência de Ensino Aprendizagem. Ensino de Química. Respiração.



## **ABSTRACT**

Chemistry is known as one of the most difficult subjects in high school, because the phenomena that constitute it are not well understood and / or the students themselves do not show interest in getting to know them better, perhaps because they do not recognize the interrelationships between chemistry and their daily lives or even with other disciplines. Faced with this problem that permeates the teaching of science, more specifically the teaching of chemistry, this work aims to analyze the possibilities and limitations of a teaching-learning sequence, in an interdisciplinary approach, involving the content of chemical bonds and the study of the conformational interactions of the globular protein hemoglobin with molecular oxygen. For this, we conducted this research with 15 students from a 3rd grade class in high school, from a private school, located in the neighborhood of Prazeres - Jaboatão dos Guararapes. The instruments used for data collection were questionnaires, observations and vídeo. The organization and treatment of data took place, in general, considered as analytical categories the epistemic and pedagogical dimensions proposed by Meheut (2005). As for the epistemic dimension, it was possible to identify that the structuring of SEA sought to promote the construction of scientific concepts enabling the approximation of scientific knowledge of the physical world, that is, of the students' reality. Examples of this aspect can be the moments of the video exhibition, the group reading of the text on Breathing and the research to solve the issues of the paradidical text. As for the pedagogical dimension, we identified that SEA strategies promoted social interactions in the classroom, both between teachers and students and between student and student. Some of the activities sought to enable the sharing of ideas when, for example, the possibility of working in groups was prioritized.

**Keywords:** Interdisciplinary Teaching. Chemical bonds. Teaching and Learning Sequence. Chemistry teaching. Breath.

## LISTA DE SIGLAS

SEA – Sequência de Ensino Aprendizagem

PCNEM – Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio

Hb – Hemoglobina

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Multidisciplinaridade .....	pág 21
Figura 2: Pluridisciplinaridade .....	pág 21
Figura 3: Interdisciplinaridade .....	pág 22
Figura 4: Transdisciplinaridade .....	pág 22
Figura 5: Diferenças estruturais na conformação quaternária da hemoglobina, estados T (desoxiemoglobina) e R (oxiemoglobina). Mecanismos formulado por Perutz .....	pág 27
Figura 6: Losango Didático .....	pág 29
Figura 7: Figuras das representações gráficas elaboradas pelos alunos .....	pág 44
Figura 8: Representação da Ligação Iônica.....	pág 46
Figura 9: Representação da Ligação Covalente .....	pág 47
Figura 10: Representação da Ligação Metálica .....	pág 49
Figura 11: Vídeos apresentados no II encontro .....	pág 52
Figura 12: Maquete com a representação da hemoglobina .....	pág 56

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 : Questionário para diagnose das concepções prévias .....pág 35

Quadro 2: Estruturação da SEA .....pág 36

## SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	13
1.1. Objetivos.....	16
1.1.1. Objetivo geral .....	16
1.1.2. Objetivos específicos.....	16
FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	17
2.1. CONCEITO E HISTÓRICO DE INTERDISCIPLINARIDADE .....	17
2.1.1. Disciplinaridade, multidisciplinaridade, interdisciplinaridade ou transdisciplinaridade. ....	19
2.1.2. A prática da interdisciplinaridade na sala de aula .....	22
2.2. Ensino de Ligações Químicas.....	24
2.2.1. A contextualização no ensino de Ligações Químicas .....	25
2.3. Interações conformacionais da hemoglobina com o oxigênio molecular .....	26
2.4. Sequência de Ensino Aprendizagem (SEA).....	28
METODOLOGIA .....	31
3.1. A Pesquisa .....	31
3.2. Sujeitos da Pesquisa .....	32
3.3. Instrumentos de pesquisa e Etapas metodológicas .....	33
3.3.1. Instrumentos de pesquisa.....	33
3.3.2. Etapas Metodológicas .....	34
RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	40
4.1. Análise das concepções dos alunos sobre os conteúdos da química e bioquímica envolvendo ligações químicas.....	40
4.2. Análise das observações realizadas durante a aplicação da SEA .....	51
4.3. Análise da SEA quanto às dimensões epistêmica e pedagógica .....	61
CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	64
REFERÊNCIAS .....	66
APÊNDICES.....	73

## INTRODUÇÃO

A química é conhecida como uma das disciplinas mais difíceis para muitos alunos do ensino médio, pois os fenômenos que a constituem não são bem entendidos e/ou os próprios alunos não demonstram interesse em conhecê-los melhor, talvez por não reconhecerem as inter-relações entre a química e o seu cotidiano ou até mesmo com outras disciplinas. (SILVA; DEL PINO, 2003).

Pesquisas a partir da observação do cotidiano escolar de alunos de ensino médio permitem constatar que os mesmos apresentam inúmeras dificuldades no aprendizado da Química, principalmente pela pouca afinidade pela disciplina em questão. Além disso, os professores enfrentam dificuldades como salas de aula superlotadas e falta de laboratório para prática de aulas experimentais, o que corrobora para falta de interesse por parte do aluno. O ensino de química requer dos professores de química uma constante busca por novos modelos, que possam conduzir o estudante a refletir, se inteirar, aprimorar e valorizar o ensino de química como suporte para que o conhecimento científico, possibilitando uma aprendizagem de forma significativa, contribuindo para sua formação enquanto cidadão (SILVA et al, 2009).

A proposta apresentada para o ensino de Química nos PCNEM (2000) se contrapõe à antiga ênfase na memorização de informações, nomes, fórmulas e conhecimentos como fragmentos desligados da realidade dos alunos, salientando a importância do aluno aprender de maneira significativa e integrada as mudanças químicas que acontecem em processos tecnológicos e naturais, em todos os contextos. Esse pensamento é reforçado no PCNEM:

[...] A química pode ser um instrumento da formação humana que amplia os horizontes culturais e a autonomia no exercício da cidadania, se o conhecimento químico for promovido como um dos meios de interpretar o mundo e intervir na realidade, se for apresentado como ciência, com seus conceitos, métodos e linguagens próprios, e como construção histórica,

relacionada ao desenvolvimento tecnológico e aos muitos aspectos da vida em sociedade. (BRASIL, 2002, p. 87)

Porém o que é observado na maioria das pesquisas relacionadas à dificuldade na aprendizagem da Química é que o ensino segue ainda de maneira tradicional, de forma descontextualizada e não interdisciplinar, causando nos alunos uma grande desmotivação e desinteresse pela matéria. Pois o ensino disciplinar com base na visão cartesiana, que parte do pressuposto de que, para se conhecer o todo, é preciso fragmentá-lo em seus componentes e estudar cada um deles separadamente, não consegue habilitar os estudantes para uma aprendizagem autônoma, na busca de soluções em situações do cotidiano.

Para Behrens (2011) a visão fragmentada levou os professores e os estudantes a processos que restringem a produção do conhecimento, com metodologias pautadas na reprodução, na cópia e na imitação, condicionando o aluno a cumprir tarefas repetitivas, não apresentando na maioria das vezes nenhum significado para quem as realiza, dificulta a aprendizagem do aluno, não estimula ao desenvolvimento da inteligência, de resolver problemas e estabelecer conexões entre os fatos, conceitos, isto é, de pensar sobre o que está sendo estudado.

As disciplinas como estão estruturadas colaboram para isolar os objetos do seu meio e fragmentar partes de um todo. A discussão de temas complexos e relevantes para sociedade, como as questões ambientais e os problemas de saúde, necessitam serem embasados em informações atualizadas e integradas a diferentes conhecimentos entre as disciplinas, favorecendo o pensamento crítico entre alunos e professores. De acordo com Morin (2002), a educação deve romper com as fragmentações que permeiam o ensino para mostrar as correlações entre os saberes, a complexidade da vida e dos problemas que hoje existem, caso contrário, será sempre ineficiente e insuficiente e distante da realidade do aluno, facilitando dessa forma a dicotomia entre a teoria e a prática no processo de ensino e aprendizagem.

Pensando na dificuldade dos alunos em compreenderem os fenômenos químicos, essenciais para contextualizar conteúdos que permeia a matriz curricular, Roque (2008) sinaliza a necessidade da aplicação de metodologias que procurem aproximar a química da realidade dos alunos, tornar a ciência real e palpável aos nossos alunos.

Para Saviani (2007), a educação tem um potencial de instrumentalizar os sujeitos para agir sobre a realidade. Um trabalho educativo eficiente é aquele que consegue conectar a teoria com a prática, fazendo com que o aluno reflita e tenha capacidade de interferir em sua realidade para transformá-la. Cada educador deve ter como objetivo em sua prática docente, fazer com que o aluno reconheça e compreenda, de forma integrada e significativa, as transformações que ocorrem nos processos naturais e tecnológicos em diferentes contextos, encontrados na atmosfera, hidrosfera, litosfera e biosfera, e suas relações com os sistemas produtivo, industrial e agrícola, não só pelo olhar da química e sim pelo olhar das várias ciências que podem estar envolvidas.

A utilização de uma abordagem interdisciplinar no Ensino Médio é uma das indicações dos documentos oficiais (Brasil, 1999) e pode ser considerada uma das maneiras de superar a fragmentação do conhecimento (SCHINITMAN, 1987; MORIN, 2002). Além de evitar uma visão reducionista da Ciência, as intervenções interdisciplinares permitem utilizar assuntos mais interessantes para contextualizar as aulas, (LIMA et al., 2000), favorecendo a integração de conteúdos .

O aprendizado das ligações químicas é um dos mais importantes no ensino de química do Ensino Médio como conteúdo integrador, uma vez que o entendimento de inúmeros outros conceitos irá depender direta ou indiretamente da compreensão de como os átomos interagem formando as substâncias. No entanto, inúmeras pesquisas (TOMA, 1997; FERNANDEZ; MARCONDES, 2006) apontam que o ensino de ligações químicas que se tem feito atualmente na maioria das escolas se mostra insuficiente.

De acordo com Mortimer, Mol e Duarte (1994), Fernandez e Marcondes (2006) e Posada (1999), os alunos em geral, possuem várias dificuldades para compreender os conceitos abordados em ligações químicas, mesmo após um ensino formal eles continuam apresentando uma compreensão não muito adequada a



respeito e não conseguem estabelecer relações importantes entre os conceitos. Dessa forma, os estudantes continuam desenvolvendo apenas e tão somente a memorização de conceitos químicos, que não permite a utilização dos mesmos em outras situações fora da sala de aula.

Estudos realizados revelam que entre as dificuldades para o ensino de ligações químicas, está a “tendência generalizada no ensino de química em atribuir a estabilidade dos compostos químicos à formação do octeto eletrônico e que esta “crença” não é abalada facilmente por evidências ou resultados contrários a ela” (MORTIMER, 1994).

Diante de tal contexto, esta pesquisa foi conduzida pelo seguinte problema de pesquisa: Quais as possibilidades e limitações de uma sequência de ensino aprendizagem com abordagem interdisciplinar para o processo ensino aprendizagem do conteúdo de ligações químicas?

Na tentativa de responder à questão colocada, são propostos os seguintes objetivos:

## **1.1. Objetivos**

### **1.1.1. Objetivo geral**

- Analisar as possibilidades e limitações de uma sequência de ensino aprendizagem com abordagem interdisciplinar usando a bioquímica como temática para o processo ensino aprendizagem do conteúdo de ligações químicas.

### **1.1.2. Objetivos específicos**

- Diagnosticar as concepções prévias dos alunos(as) sobre os conteúdos da química e bioquímica envolvendo ligações químicas.

- Investigar as relações construídas pelos alunos, entre a química e a biologia a partir do tema, para a compreensão do conteúdo de ligações químicas.

- Analisar a sequência de ensino aprendizagem em sua dimensão epistêmica e pedagógica.

## FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1. CONCEITO E HISTÓRICO DE INTERDISCIPLINARIDADE

O tema interdisciplinaridade vem sendo discutido no Brasil desde 1970, Ivani Fazenda e Hilton Japiassu foram os primeiros teóricos a escreverem sobre a interdisciplinaridade no país.

Segundo Thiesen (2008), no Brasil o conceito de interdisciplinaridade chegou pelo estudo da obra de Georges Gusdorf, que afirmava ser a totalidade uma categoria básica das reflexões desta nova perspectiva teórica, a qual seguiu, inicialmente, dois enfoques: o epistemológico, iniciado pelo pensamento de Hilton Japiassú, primeiro autor de produção significativa sobre a temática; e o enfoque pedagógico, de acordo com as discussões de Ivani Fazenda.

No campo da epistemologia tomava-se como alvo de estudo o conhecimento em sua produção, reconstrução e socialização; a ciência e seus paradigmas; e o método como mediação entre sujeito e realidade. Pelo viés pedagógico, as discussões giravam em torno de questões curriculares e de aprendizagem escolar. Além de Fazenda (1979, 1994, 1998, 2001), discussões sobre a perspectiva pedagógica podem ser vistas em outros diferentes autores como bem demonstram Pátaro e Bovo (2012). Nesta pesquisa, partimos das orientações propostas por Fazenda, segundo a qual um ensino interdisciplinar requer um trabalho conjunto, entre alunos e professores assim como de gestores e demais sujeitos integrantes da comunidade escolar, ou seja, a integração não deve ocorrer apenas entre as disciplinas escolares, mas também entre pessoas, conceitos, informações e metodologias. Para ela a interdisciplinaridade vem sendo utilizada como “panaceia” para os males da dissociação do saber, a fim de preservar a integridade do pensamento e o restabelecimento de uma ordem perdida.

Antes que um “slogan”, é uma relação de reciprocidade, de mutualidade, que pressupõe uma atitude diferente a ser assumida diante do problema do conhecimento, ou seja, é a substituição de uma concepção fragmentária para unitária do ser humano. É uma atitude de abertura, não preconceituosa, em que todo o conhecimento é igualmente importante. Pressupõe o anonimato, pois o conhecimento pessoal anula-se diante do

saber universal. É uma atitude coerente, que supõe uma postura única diante dos fatos, é na opinião crítica do outro que se fundamenta a opinião particular. [...] Assim sendo, pressupõe uma atitude engajada, um comprometimento pessoal (Fazenda, 1979, p.10-11).

Na análise de Thiesen (2008, p. 545), na sala de aula ou em qualquer outro ambiente de aprendizagem, são várias as relações que intervêm no processo de construção e organização do conhecimento. As múltiplas relações entre professores, estudantes e objetos de estudo constroem o contexto de trabalho dentro do qual as relações de sentido são construídas.

A interdisciplinaridade, segundo os PCN's, supõe um eixo integrador, que pode ser objeto de conhecimento, um projeto de investigação de interesse de toda comunidade escolar. Essa estratégia representa uma alternativa viável na educação, podendo ser aliada ao uso de situações-problema. Pois Quando o indivíduo se vê diante de um problema ele tende a ser levado a uma análise crítica do mesmo e busca identificar os modelos ou estratégias necessários para sua solução. O saber químico não deve se restringir ao conhecimento dos modelos atômicos, fórmulas moleculares, estequiometria e etc., mas em saber enxergar o mundo com um olhar atento, identificando como este saber pode ter papel decisivo na melhoria da qualidade de vida das pessoas, ou seja, colaborar na formação integral do indivíduo, evitando os equívocos e limitações de uma visão compartimentada do conhecimento (CARVALHO et al., 2011).

Propõe-se que a organização e o tratamento dos conteúdos do ensino e as situações de aprendizagem sejam feitos de modo a destacar as múltiplas interações entre as várias disciplinas do currículo, superando, sempre que possível, a fragmentação entre elas.

[...] ao planejar uma aula, o professor precisa buscar relações, formas de integrações e articulação interdisciplinar entre os diversos conteúdos estudados, para possibilitar ao aluno uma visão mais abrangente, mais global sobre o que esta sendo objeto de estudo, evitando assim, o estudo de disciplinas estanques descontextualizados, isolados... respeitando o nível do conhecimento e compreensão dos alunos frente ao que tiver sendo focado. (Projeto Aprender, 2004, p.65).

As disciplinas ou áreas de conhecimento podem interagir em níveis de complexidade diferentes sob as perspectivas da multidisciplinaridade, pluridisciplinaridade, interdisciplinaridade e transdisciplinaridade.

### **2.1.1. *Disciplinaridade, multidisciplinaridade, interdisciplinaridade ou transdisciplinaridade.***

O conceito de disciplina vem do latim disciplina, que significa “instrução, conhecimento, matéria a ser ensinada”, por sua vez, deriva de discipulus, “aquele que aprende”, do verbo “discere”, aprender. Na escola, disciplina, palavra polissêmica, adquiriu novo significado, tendo valor de manutenção da ordem (OLIVEIRA, 2016).

Ao realizarmos uma análise na forma de ensino que ainda predomina na educação brasileira, é possível constatar que por mais que existam políticas educacionais que apregoam um ensino mais humanista e vivencial, existe, ainda, uma forte predominância no estudo disciplinar.

A organização disciplinar foi instituída no século XIX, notadamente com a formação das universidades modernas; desenvolveu-se, depois, no século XX, com o impulso dado à pesquisa científica; isso significa que as disciplinas têm uma história: nascimento, institucionalização, evolução, esgotamento, etc.; essa história está inscrita na Universidade, que, por sua vez, está inscrita na história da sociedade. (MORIN, 2002, p.105).

A disciplinaridade é algo estudado e implantado dentro das universidades, mas que perpassa diversas formas de ensino e pesquisa, mantendo ainda este caráter de trabalho. Morin (2002) afirma, que a disciplinaridade está inscrita na história da sociedade, ainda hoje se colhe aspectos que não são tão positivos e reflexivos nos ambientes de formação escolar. Japiassu (1976, p. 59) em sua obra *Interdisciplinaridade e Patologia do Saber*, afirma que “se quisermos, porém, precisar o sentido do termo ‘interdisciplinar, teremos antes que saber, o que vem a

ser uma disciplina”. Para ele, interdisciplinaridade tem a ver com disciplinaridade, pois, para ser um professor interdisciplinar, precisa-se também de uma boa dose de disciplina. Japiassu (1976, p. 61) segue ainda sua explanação afirmando que disciplinaridade e disciplina: “é uma progressiva exploração científica especializada numa certa área ou domínio homogêneo de estudo. Uma disciplina deverá antes de tudo, estabelecer e definir suas fronteiras constituintes”.

Segundo Pires, uma das questões que se coloca para discussão é a das diferenças de fundo entre os conceitos de disciplinaridade, multidisciplinaridade, interdisciplinaridade e transdisciplinaridade. É preciso identificar, conceitualmente, as diferenças entre eles. A ideia de integração e de totalidade que aparentemente perpassa estes conceitos tem referenciais teórico-filosóficos diferentes e inconciliáveis. Uma organização do ensino interdisciplinar é diferente da organização multidisciplinar ou transdisciplinar e muito diferente da organização de ensino disciplinar (PIRES, 1998).

Para Japiassu (1976) é necessária a precisão epistemológica em relação aos termos para que se possa compreender a diferenciação das modalidades da disciplinaridade. Com isso, disciplina tem o mesmo sentido que ciência e disciplinaridade a exploração científica e especializada de determinado domínio homogêneo de estudo. Toda disciplina depende da interação com outras, e é necessário estabelecer níveis de agrupamento e compreender suas interrelações.

Multidisciplinaridade é o primeiro nível, que agrupa disciplinas sem fazer aparecer às relações que existem entre elas. É um tipo de sistema de um só nível e de objetivos múltiplos, sem cooperação entre as disciplinas. Os profissionais estão reunidos, mas trabalham isoladamente, e a ausência de articulação não implica na ausência de relação entre eles. Iribarry (2002) relata que a inserção dos profissionais num esquema automático não abre espaço para a articulação como em outras modalidades.

**Figura 1 - Multidisciplinaridade**

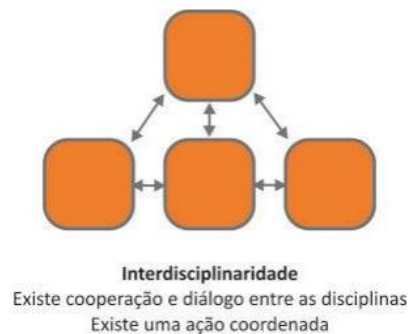
Fonte: (AMARAL, 2011)

A Pluridisciplinaridade justapõe as diversas disciplinas situadas geralmente num mesmo nível hierárquico, mostrando as relações entre elas, com objetivos múltiplos, colaboração, porém sem coordenação (JAPIASSU, 1976). Os profissionais cooperam, mas não se articulam de maneira necessariamente coordenada, e a cooperação não é automática, mas cumpre a finalidade de estabelecer contatos entre os profissionais e suas áreas de conhecimento (IRIBARRY, 2002).

**Figura 2 - Pluridisciplinaridade**

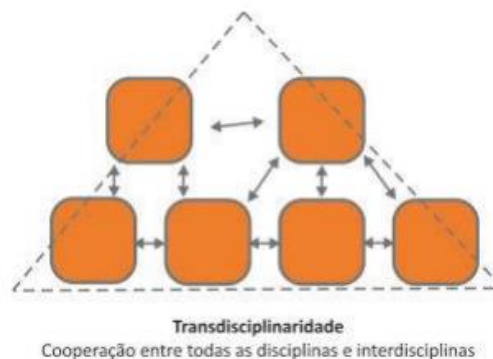
Fonte: (AMARAL, 2011)

Interdisciplinaridade é um tipo de sistema de dois níveis, de objetivos múltiplos com a coordenação procedendo do nível superior (JAPIASSU, 1976). Vilela e Mendes (2003) definem como sendo a interação de duas ou mais disciplinas, em contexto de estudo no âmbito mais coletivo, permanecem os interesses próprios de cada disciplina, porém, buscam soluções dos seus próprios problemas através da articulação com as outras disciplinas.). Resulta em enriquecimento e na transformação de suas metodologias de pesquisa e conceitos.

**Figura 3 - Interdisciplinaridade**

Fonte: (AMARAL, 2011)

Por fim a transdisciplinaridade, onde cada pesquisador problematiza os conceitos de diferentes campos. É o nível superior da interdisciplinaridade, onde desaparecem os limites entre as diversas disciplinas. A cooperação é tal que se fala no surgimento de uma macrodisciplina (VILELA; MENDES, 2003). Promove a interação global das várias ciências; inovador; não é possível separar as matérias.

**Figura 4 - Transdisciplinaridade**

Fonte: (AMARAL, 2011)

### **2.1.2. A prática da interdisciplinaridade na sala de aula**

As propostas interdisciplinares têm sido sinônimo de modernização na educação, mas ao analisarmos mais profundamente esse tema, percebemos que

apesar de estar presente nos discursos de diversos professores e instituições de ensino ainda parece ser invisível para muitos e inacessível para a realidade escolar. A necessidade de integrar as disciplinas e de contextualizá-las vem tornando-se foco principal entre nas discussões professores, gestores e demais profissionais da educação. Conseqüentemente, o termo interdisciplinaridade está cada vez mais presente em pesquisas educacionais (SOMMERMAN, 2012; MOZENA; OSTERMANN, 2014). Entretanto, na prática da sala de aula, os professores formadores não conseguem estabelecer ambientes de ensino e aprendizagem interdisciplinares, mesmo que a matriz curricular e as práticas de ensino propiciem aberturas para que essas práticas aconteçam de fato na formação de professores.

Conforme Ivani Fazenda (1994) existe uma grande lacuna entre as disciplinas do currículo normal e estas se transferem para a atuação do professor, de forma que cada educador se isola em sua área de atuação e não consegue dialogar com os demais professores, talvez também por acreditar que sua disciplina é mais importante e que não vale a pena modificar sua prática educativa. E assim a interdisciplinaridade vem como mecanismo que contribui para desmistificação destas lacunas, contribuindo para a interlocução do conhecimento como um todo, não mais fragmentado. Também devemos levar em consideração que os professores, em sua maioria, possuem uma alta carga horária a cumprir e que, muitas vezes, não possuem tempo e disposição para a prática interdisciplinar, tanto para buscar referencial teórico quanto a dispor a participar de equipes de trabalhos. Fazenda (1994) explicita que o professor interdisciplinar necessita de muita coragem e iniciativa própria para propor uma nova roupagem a sua prática educativa. As iniciativas pessoais dos educadores são essenciais para a transformação da educação, e ainda podem contribuir para a ampliação das discussões a respeito da interdisciplinaridade. Assim, questionamo-nos sobre como deve ocorrer esta prática, como ela deve iniciar, se vai ocorrer gradualmente ou se deve ser totalmente implantada.

O diálogo entre as disciplinas é favorecido quando os professores dos diferentes componentes curriculares focam, como objeto de estudo, o contexto real – as situações de vivência dos alunos, os fenômenos naturais e artificiais, e as aplicações tecnológicas (BRASIL 2006), dando sentido assim ao que se é abordado dentro da sala de aula.



A extrema complexidade do mundo atual não mais permite que o ensino médio seja apenas preparatório para um exame de seleção, em que o estudante é perito, porque treinado em resolver questões que exigem sempre a mesma resposta padrão. O mundo atual exige que o estudante se posicione, julgue e tome decisões, e seja responsabilizado por isso. Essas são capacidades mentais construídas nas interações sociais vivenciadas na escola, em situações complexas que exigem novas formas de participação. Para isso, não servem componentes curriculares desenvolvidos com base em treinamento para respostas padrão. Um projeto pedagógico escolar adequado não é avaliado pelo número de exercícios propostos e resolvidos, mas pela qualidade das situações propostas, em que os estudantes e os professores, em interação, terão de produzir conhecimentos contextualizados. (BRASIL 2006).

A interdisciplinaridade proporciona uma gama de significados e possibilidades de iniciativas e atividades, mas para tanto, o papel do professor neste processo é essencial, uma vez que ele será um dos protagonistas para desenvolver o projeto interdisciplinar, ressignificando sua prática e refletindo sua postura quanto docente. É necessário perceber que todos nós somos parte integrante desse processo e temos responsabilidade sobre a situação atual, a escola, cada dia mais, necessita da atenção de todos, alunos e gestores escolares, comunidade escolar e secretarias de educação, demonstrando que o trabalho coletivo é um dos elementos que compõe inevitavelmente o trabalho interdisciplinar.

## **2.2. Ensino de Ligações Químicas**

O tema ligação química é considerado um dos mais importantes em química, comumente é trabalhada em aulas de química na primeira série do ensino médio e nos semestres iniciais dos cursos de formação de professores de química, pois é de essencial importância para a compreensão de diversos outros conteúdos químicos, tais como: estruturas moleculares, reações químicas, equilíbrio químico e termodinâmica (TOMA, 1997; FERREIRA e PINO, 2003).

Os conceitos que envolvem a ligação entre átomos ou entre moléculas ainda são tratados, por alguns professores, de forma a levar o estudante a pensar que essas ligações podem ser vistas o que lhes permitiria, a partir disso, classificar e diferenciar as substâncias. Porém, pensamos que o conteúdo de ligações químicas deva ser desenvolvido especialmente no ensino médio a partir das propriedades observáveis das substâncias (Nível macroscópico) para, então, direcionar o trabalho para a compreensão dos modelos de ligações (nível microscópico), já que por meio destes podemos explicar os diferentes comportamentos/propriedades dessas substâncias. Ou seja, trata-se de uma prática que pode (re)significar em nível microscópico o vivenciado no nível macroscópico. (FERREIRA e PINO, 2003).

### **2.2.1. A contextualização no ensino de Ligações Químicas**

Segundo Santos & Schnetzler (1997) a contextualização conecta a realidade do aluno ao conhecimento científico. Nessa proposta faz-se necessário que o professor assuma o papel de enfrentar situações problemáticas contextualizadas onde além de saber o que fazer, saiba como fazer, mas também porque e para que fazê-lo, ou seja, a contextualização se apresenta como uma estratégia didática que, no processo ensino-aprendizagem, abrange um conhecimento interativo entre conteúdos de uma mesma área ou de áreas diferentes do saber. Ela diminui a dicotomia entre teoria e prática e também permite que, os alunos sejam capazes de relacionar os conhecimentos adquiridos com o seu cotidiano (PIMENTA e GHEDIN, 2002).

Convém ressaltar que já em 1794, o notável cientista da Química Moderna “Lavoisier”, ao longo de suas pesquisas, destacou pontos de encontro entre a Química e a Agronomia como uma forma de contextualizar essas duas ciências. O que mostra a importância da contextualização desde aquela época (SANTOS, 2007). Desde Lavoisier a Química é vista como uma ciência que estuda as substâncias e suas propriedades, sendo estas classificadas de acordo com suas propriedades absolutas.

O ensino contextualizado é ressaltado na perspectiva Freiriana, que parte dos saberes práticos dos alunos, do senso comum, do senso popular sem ficar preso a

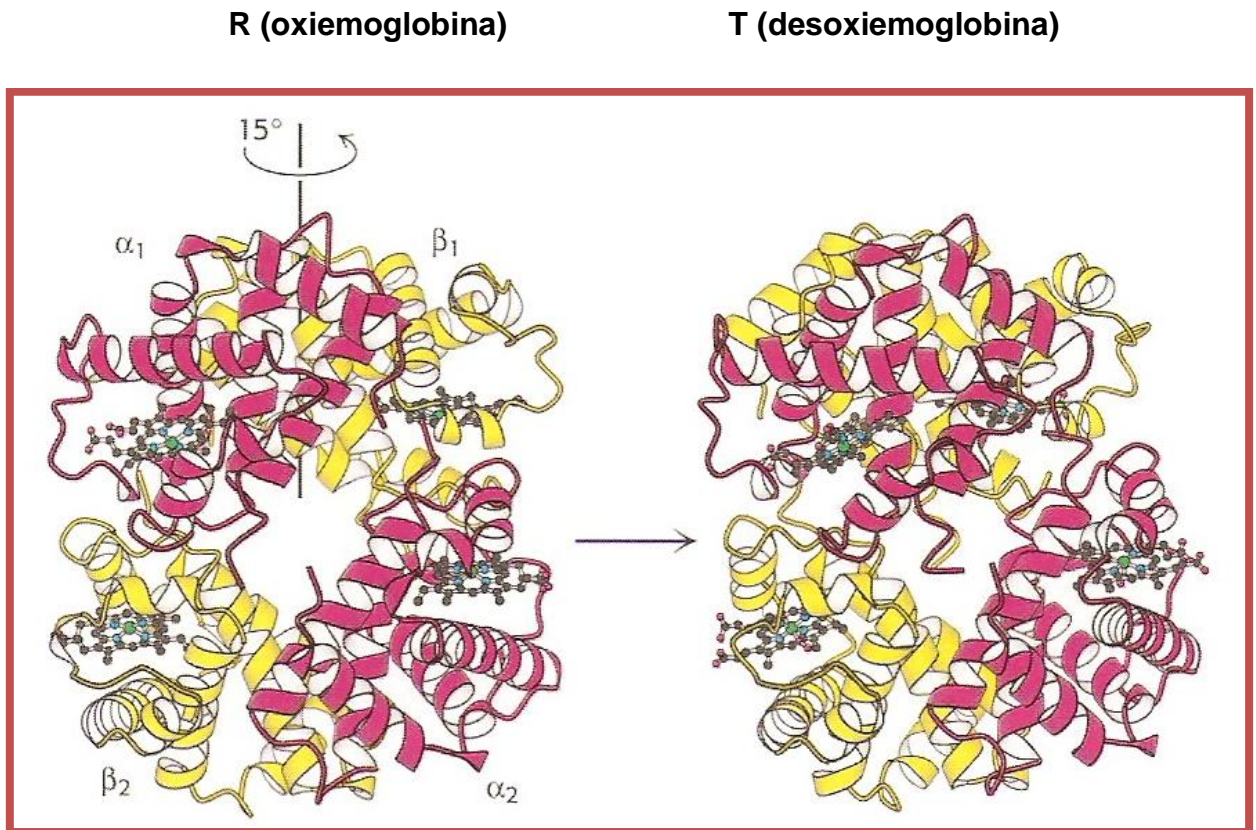
eles. De acordo com Freire a educação bancária busca a imersão da consciência e a educação transformadora busca a emersão que resulta na inserção crítica da realidade.

Diante do que foi visto, um ensino baseado na contextualização se torna muito mais dinâmico, criativo e questionador e isso contribui, sobremaneira, para o entendimento do processo ensino aprendizagem. O questionamento permeia também outra ferramenta na busca da construção do conhecimento científico.

### **2.3. Interações conformacionais da hemoglobina com o oxigênio molecular**

Há déficit na literatura para o ensino de ciências em relação a abordagem sobre o mecanismo de interação da hemoglobina com o oxigênio molecular, enfatizam a ligação ao íon  $\text{Fe}^{++}$  (BARAN, 2006), que está ligado a quatro átomos de nitrogênio (N) do anel porfírico, formando o grupamento heme ( MOREIRA et al., 2011; VOET, 2013) e sua relação com anemia (CARVALHO et al., 2013). A hemoglobina é uma proteína intracelular, tetramérica, que apresenta uma estrutura quaternária  $\alpha_2\beta_2$ , responsável pelo complexo sistema de transporte de oxigênio em quantidade adequada para oxigenar as células dos tecidos. Em uma pressão parcial de oxigênio molecular ( $p\text{O}_2$ ) de 26 torr apresenta 50% de saturação. Diferente da mioglobina não apresenta curva hiperbólica de ligação ao oxigênio e sim sigmoidal devido as mudanças conformacionais ocorridas ao interagir com essas moléculas, mudando toda a estrutura do tetrâmero, em baixas pressões de oxigênio (estado T) desoxiemoglobina (figura 1<sup>a</sup>) e na saturação de oxigênio (estado R) oxiemoglobina, apresentado uma forte afinidade ao  $\text{O}_2$  quando está próxima a saturação. Verifica-se na figura 1 que a oxigenação promove uma rotação de  $15^\circ$  de um dos dímeros  $\alpha\beta$  em relação ao outro. Resultando no efeito cooperativo (MOREIRA et al., 2011; Voet, 2013) a interação do  $\text{O}_2$  a um heme facilita a coordenação de outra molécula de  $\text{O}_2$  com outro heme do mesmo tetrâmero.

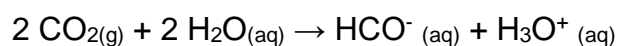
Figura 5: Diferenças estruturais na conformação quaternária da hemoglobina, estados T (desoxiemoglobina) e R (oxiemoglobina).



Fonte: Mecanismos formulado por Perutz (VOET, 2013).

Ao atingir o pulmão, a desoxi-hemoglobina libera os prótons, deslocando o equilíbrio para a liberação do  $\text{CO}_2$ , que é eliminado na expiração

Nos capilares sanguíneos, onde a pressão de oxigênio ( $p\text{O}_2$ ) é baixa e os íons  $\text{H}^+$  produzidos pela formação de bicarbonato pela ação da anidrase carbônica interagem com a hemoglobina facilitando a liberação de oxigênio ( $\text{O}_2$ ), fenômeno conhecido como efeito Bohr, Figura 2. Nos pulmões a desoemoglobina libera esses prótons, deslocando o equilíbrio do  $\text{CO}_2$  para ser eliminado na respiração, pela reação (MOREIRA et al., 2011):



Em baixas  $p\text{O}_2$ , o oxigênio dissocia-se da hemoglobina e difunde-se para os tecidos, onde a miglobina, cuja a afinidade ao oxigênio é maior do que a

hemoglobina. No tecido muscular com respiração intensa ocorre uma alta produção de  $\text{CO}_2$ , que difunde-se para os capilares é transformado em bicarbonato.

#### **2.4. Sequência de Ensino Aprendizagem (SEA)**

Devido à dificuldade e ao desinteresse apresentado pelos alunos do ensino médio, a busca por novas estratégias de ensino aprendizagem tem motivado os pesquisadores dedicados ao ensino das ciências. Várias perspectivas didático-metodológicas podem ser utilizadas tanto para implementação de novas estratégias de ensino aprendizagem como para realização de pesquisas sobre aspectos do processo ensino aprendizagem. Sendo assim, podemos como um dos caminhos, a perspectiva da sequência de ensino aprendizagem (SEA).

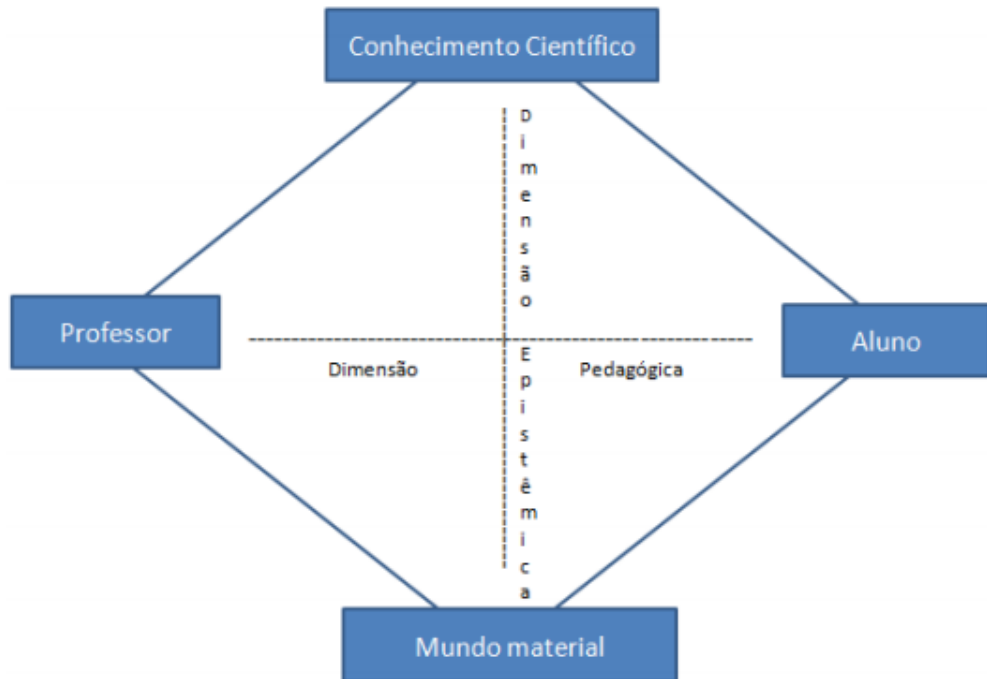
A SEA pode ser definida como:

Um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais, que têm um princípio e um fim conhecidos tanto pelo professor como pelos alunos (ZABALA, 2010, p. 18).

Adicionalmente, a sequência de ensino aprendizagem, baseado em Méheut (2005), é um conjunto de atividades escolares organizadas, que existem para planejar o ensino de um conteúdo, maximizando as potencialidades de diferentes metodologias, dentro de uma rede interligada de ações em busca da aprendizagem. Segundo a autora, componentes devem ser levados em consideração, sendo eles: professor, aluno, mundo material e conhecimento científico. É a partir da relação entre esses componentes que se estabelecem duas dimensões que irão permear toda a sequência: a dimensão epistêmica e a dimensão pedagógica.

A dimensão epistêmica representa a construção do conhecimento científico, todos os processos relacionados para interpretação do mundo material. Na dimensão pedagógica são representadas as interações entre professor-aluno e aluno-aluno (FIRME; AMARAL; BARBOSA, 2008). As dimensões epistêmica e pedagógica e suas relações estão representadas na figura 6:

Figura 6 – Losango Didático



Fonte: (MEHEUT e PSILLO, 2004.)

Nessa direção, a SEA pode contribuir como instrumento de planejamento do ensino e como objeto de pesquisa, como, é o caso desta pesquisa, incentivando aos educadores atuantes, a evitar aquelas sucessões de aulas, tarefas e provas, referentes a informações esparsas e isoladas.

Entretanto, de acordo Schnetzler (2002), as pesquisas no ensino de química nesses 25 anos de Sociedade Brasileira de Química (SBQ), em cujo âmbito, a Divisão de Ensino de Química (DED) tem exercido um papel fundamental no desenvolvimento da área em nosso país. Embora a pesquisa em educação em ciências tenha sofrido esse grande impulso nestes últimos anos, como atestam as sociedades que reúnem pesquisadores desta área e o levantamento efetuado por Moreira (2007), parece que os resultados destas investigações, segundo Maldaner et al (2007), não conseguem chegar às salas de aula de nossas escolas.

Portanto, é preciso que os professores saibam construir atividades inovadoras que levem os alunos a evoluírem, nos seus conceitos, habilidades e atitudes, mas é necessário também que eles saibam dirigir os trabalhos dos alunos para que estes realmente alcancem os objetivos propostos (CARVALHO; GIL-PEREZ, 2011).

Sendo assim, temos nesta pesquisa o objetivo de analisar possibilidades e limitações de uma sequência de ensino aprendizagem com abordagem interdisciplinar usando A Respiração como temática para o processo ensino aprendizagem do conteúdo de ligações químicas. E nesse sentido, discutiremos a diante os aspectos metodológicos seguidos.

## **METODOLOGIA**

Apresentaremos o desenvolvimento dos métodos e instrumentos utilizados para a elaboração da pesquisa proposta por este estudo, que por se delinear numa pesquisa em educação em ciências, mais especificamente em ensino de química, teve a produção do conhecimento como resultante da busca de respostas e perguntas sobre o ensino e a aprendizagem.

### **3.1. A Pesquisa**

A presente pesquisa tem caráter predominantemente qualitativo e o procedimento metodológico adotado foi um estudo de caso, visando investigar como a abordagem interdisciplinar pode auxiliar no processo de aprendizagem do conteúdo de ligações químicas. O problema de pesquisa foi investigado e analisado, com uso de técnicas padronizadas de coleta de dados, tais como questionários e observação do comportamento dos participantes através da filmagem durante as etapas de aplicação. Partimos primeiramente de uma revisão bibliográfica, sobre o conteúdo de ligações químicas, como ele é abordado nas aulas de química, quais temas costumam ser utilizados durante a explicação sobre esse assunto, e então buscar um tema para que pudéssemos abordar o conteúdo de forma interdisciplinar. Para tratamento desses dados consideramos como categorias analíticas as dimensões epistêmica e pedagógica, propostas por Meheut (2005).

Reafirmamos que esta pesquisa é de natureza qualitativa, pois conforme dito por Neves (2008, p. 7):

“Esse tipo de estudo se destaca pela interpretação das ações dos indivíduos e busca o significado e características do resultado das informações obtidas através da aplicação de questionários e atividades abertas.”



Por meio da pesquisa qualitativa as contribuições das “percepções e mudanças conceituais apresentadas por indivíduos” podem ser avaliadas (NEVES, 2008 p.7).

De acordo com a afirmação de André (1986) na pesquisa qualitativa, ocorre um significativo envolvimento do investigador com seus sujeitos da pesquisa. Dessa forma, são características de tal pesquisa, sobretudo, o caráter descritivo no processo de investigação, o contato direto com os sujeitos da pesquisa e a escuta por parte do pesquisador.

Por fim, acredita-se que o método de estudo de caso mostra-se adequado na presente pesquisa, uma vez que o objetivo é identificar e compreender o processo de desenvolvimento de competências cognitivas com habilidades para interpretar, argumentar e resolver problemas, com base em Yin, que afirma que o estudo de caso é aplicado com o objetivo de se compreender os diferentes fenômenos sociais, em que não há uma definição substancial sobre os limites entre o fenômeno e o contexto (Yin, 2015).

### **3.2. Sujeitos da Pesquisa**

Os sujeitos da pesquisa foram 15 estudantes, de uma turma de 3ª série do ensino médio, de uma escola particular, localizada no bairro de Prazeres – Jaboatão dos Guararapes. Todos os alunos envolvidos aceitaram participar da pesquisa de forma voluntária, os quais assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE) (Apêndice 1). Como estávamos tratando de estudantes menores de idade, o termo foi enviado para os responsáveis. Para designar cada estudante utilizamos a letra A seguida de número de 1 a 15, que foi entregue no primeiro encontro, para que cada participante tenha sua identidade preservada, não sendo divulgada nenhuma informação que possibilite a sua identificação. Os dados coletados na escola foram empregados exclusivamente para esta pesquisa.

### **3.3. Instrumentos de pesquisa e Etapas metodológicas**

#### **3.3.1. Instrumentos de pesquisa**

Em pesquisas de caráter qualitativo, as ferramentas comumente utilizadas são os questionários, a filmagem e as entrevistas, as duas primeiras foram escolhidas e aplicadas ao longo desta pesquisa, fazendo parte do corpo de uma SEA.

O questionário é um instrumento desenvolvido cientificamente, composto de um conjunto de perguntas ordenadas de acordo com um critério predeterminado, que deve ser respondido sem a presença do entrevistador (MARCONI; LAKATOS, 1999, P.100) e que tem por objetivo coletar dados de um grupo de respondentes.

O questionário é uma ferramenta de relevância na pesquisa científica qualitativa, especialmente nas ciências sociais. A construção de questionários não é considerada uma tarefa fácil e não existe uma metodologia padrão para o projeto de questionários, apenas recomendações de diversos autores com relação a essa importante etapa do processo de coleta de dados (PARASURAMAN, 1991).

Vale ressaltar alguns pontos favoráveis dessa ferramenta, deixa os alunos à vontade para responder as questões solicitadas, uma vez que não será feita a identificação deles, nem a necessidade da presença do pesquisador. Tal ação leva a respostas mais fidedignas no que tange aos itens requeridos na pesquisa, fazendo com que esta se apresente de forma autêntica, objetiva e condizente com as concepções prévias dos alunos e tem baixo custo operacional. Os dados registrados no questionário servem para que o pesquisador tenha subsídios e argumentos que serão trabalhados ao longo da sua pesquisa.

A filmagem foi outro instrumento escolhido, porque através dela é possível captar com riqueza de detalhes situações em que os alunos vivenciem as atividades no laboratório. Inclusive, podemos reproduzi-las quantas vezes forem necessárias a fim de conseguir registrar situações antes não percebidas.

Conforme Carvalho (2006):

Os dados obtidos pelas gravações em vídeo se tornaram fundamentais para estudarmos o trabalho desenvolvido em sala de aula, uma vez que os vídeos nos mostravam o detalhamento do processo de ensino e de aprendizagem, com as anotações dos professores e os resultados das provas dos alunos passando a dados secundários, porém importantes para a triangulação e para a validação dos dados gerados pelas gravações em vídeos (CARVALHO, 2006, p. 16 e 17).

### **3.3.2. Etapas Metodológicas**

Para contemplar o nosso primeiro objetivo específico, as concepções prévias dos alunos(as) sobre conteúdos da química e bioquímica envolvendo ligações químicas, foi aplicado um questionário, para então se iniciar a sequência de ensino, visando contemplar os nossos outros objetivos.

*1ª Etapa Metodológica* – Levantamento de concepções prévias.

O questionário utilizado no 1º momento, antecedendo a SEA está representado no Quadro 1.

Quadro 1 : Questionário para diagnose das concepções prévias

<b>Questões</b>
<b>Aluno:</b>
<p><b>Q1</b> Ao nosso redor vemos uma grande diversidade de substâncias. Elas se diferenciam por muitos aspectos, como cor, estado físico, cheiro, sabor, capacidade de entrar em combustão, pontos de fusão e ebulição, densidade etc. Por que os átomos têm necessidade de se unirem? Quais as partículas que formam os átomos e qual(is) interação(m) nas ligações químicas?</p>
<p><b>Q2</b> As principais ligações químicas são: iônica, covalente e metálica. Desenvolva a seguinte atividade:</p> <p>a) descreva as principais características de Ligação iônica, covalente e metálica;</p> <p>b) descreva (fazendo uso de um desenho) a forma como os átomos se arranjam em cada tipo de ligação;</p>
<p><b>Q.3</b> Todos nós respiramos! O nosso corpo precisa de oxigênio (<math>O_2</math>) para poder queimar nutrientes e assim produzir energia. O sistema respiratório é responsável por absorver esse oxigênio, passar para corrente sanguínea e também receber o gás carbônico (<math>CO_2</math>) gerado pelas reações metabólicas do organismo e expelir para o ambiente. No ar que inspiramos (atmosférico) há cerca de 21,0% de oxigênio e 0,03% de gás carbônico. No ar que expiramos (alveolar) há cerca de 14,0% de oxigênio e 5,60% de gás carbônico.</p> <p>Como o oxigênio é transportado dos pulmões para as outras partes do corpo?</p>

Fonte: (AUTORA, 2019)

Nesta nossa primeira etapa de pesquisa, o nosso olhar estava voltado para o problema do ensino disciplinar e descontextualizado.

### *2ª Etapa Metodológica – Aplicação da SEA*

A SEA foi desenvolvida para a abordagem do conteúdo de Ligações Químicas. Fizemos a retomada do conteúdo, pois foi um assunto estudado no 1º ano do Ensino médio, dois anos anteriores ao ano da realização da pesquisa.

Na elaboração da SEA buscamos associar diferentes aspectos de cada uma das dimensões propostas por Meheut (2005). Nessa direção, buscamos elaborar atividades que atendessem:

- à dimensão epistêmica, aquela que permite a aproximação do conhecimento científico à realidade dos alunos, utilizando vídeos, imagens e textos, contendo situações do cotidiano, e animações com a representação do funcionamento do nosso organismo;
- à dimensão pedagógica, aquela que busca estabelecer os papéis de professor e alunos no processo de ensino aprendizagem e promover interações entre os mesmos, fazendo uso de debates, leituras e análises de imagens em grupos.

No quadro 2, ilustramos a SEA estruturada.

**Quadro 2: Estruturação da SEA**

<b>Encontros</b>	<b>Atividades</b>	<b>Objetivos</b>	<b>Conteúdos</b>	<b>Estratégias Didático-metodológicas</b>
I	Momento 1: Relembrando as Interações atômicas	Apresentar as ligações químicas de forma contextualizada.	Ligações Químicas	Aula expositiva Dialogada;

II	<p>Momento 2: Exibição de vídeo: (Proteínas   Compostos Orgânicos   Bioquímica   Prof. Paulo Jubilut)</p> <p>Momento 3: Discussão sobre o Vídeo com os alunos.</p>	<p>Fazer Levantamento de concepções prévias.</p> <p>Despertar o interesse e sensibilizar os alunos a cerca do tema.</p>	<p>Ligações Químicas Proteínas Respiração</p>	<p>Aplicação de Questionário; Exibição de vídeo; Discussão;</p>
III	<p>Momento 4: Leitura do texto: A Química do Corpo Humano – Respiração</p> <p>Momento 5: Resumo da leitura</p>	<p>Promover interações sociais entre os alunos e aprofundar as discussões sobre o tema de forma interdisciplinar.</p>	<p>Proteínas e a Respiração</p>	<p>Leitura em grupos e discussão;</p>
IV	<p>Momento 6: Respiração : uma aula interdisciplinar</p>	<p>Possibilitar ao aluno uma visão mais abrangente, mais global sobre o sobre o tema tratado ( A respiração).</p>	<p>Ligações Químicas Proteínas Respiração Relevância social sobre o tema.</p>	<p>Aula expositiva Dialogada;</p>
V	<p>Momento 7: Montagem da maquete : Transporte do oxigênio</p>	<p>Desenvolver habilidades artísticas, formulação de hipóteses sobre o tema e interação aluno-aluno.</p>	<p>Ligações Químicas Hemoglobina</p>	<p>Aula prática</p>

VI	<p>Momento 8: Apresentação e leitura de uma texto paradidático envolvendo um desafio .</p> <p>Momento 9: Busca da resolução do Desafio</p>	<p>Possibilitar o interesse dos alunos por uma situação que pode ser solucionada por meios químicos e bioquímicos. Estabelecer um diálogo entre o Professora/ Pesquisadora e os(as) alunos(as) e entre eles com intuito do surgimento de possíveis dúvidas, questionamentos e problemas relacionados com tema.</p> <p>O alunos(as) irão expor diferentes formas para resolver o desafio Professora/Pesquisadora propõe a discussão em grupos sobre os diferentes ponto de vista apresentados pelos(as) alunos(as)</p>	<p>Ligações Químicas Proteínas Respiração Relevância social sobre o tema.</p>	<p>Leitura em grupo Debates Pesquisa</p>
VII	<p>Momento 10: Resolução do Desafio</p>	<p>Professora/Pesquisadora a partir das discussões dos grupos e as possíveis mediações são estabelecidas as conclusões.</p> <p>Com as contribuições dos grupos e as conclusões obtidas a professora/pesquisadora estabelece modelos</p>	<p>Ligações Químicas Proteínas Respiração Relevância social sobre o tema.</p>	<p>Mediação da professora/pesquisadora a as respostas intuitivas ou suposições apresentadas por cada grupo.</p> <p>Caso necessário, a professora/pesquisadora indica fontes de informação mais apropriadas para cada uma das questões.</p>

		interpretativos para estudos de ligações químicas e interações conformacionais das proteínas globulares hemoglobina e mioglobina com o oxigênio molecular.		<p>A partir das observações realizadas pela professora/ pesquisadora, esta comunica aos alunos(as) o resultado da avaliação</p> <p>Avaliar a aprendizagem através das estratégias traçadas para solução do problema proposto.</p>
--	--	--	--	---

**Fonte: Elaboração própria, tendo como fundamento teórico Zabala (2010).**

A SEA foi desenvolvida em uma turma da 3ª série de ensino médio durante 7 encontros (aulas), cada aula composta por 2 períodos de 50 minutos, totalizando 14 períodos (700 horas), equivalente a 5 semanas, pois foram realizados em média 2 encontros semanais.

### *3ª Etapa Metodológica – Análise da SEA*

Para a análise da mesma consideramos como categorias analíticas as dimensões epistêmica e pedagógica, propostas por Meheut (2005).

A dimensão epistêmica representa a construção do conhecimento científico, todos os processos relacionados para interpretação do mundo material. Na dimensão pedagógica são representadas as interações entre professor-aluno e aluno-aluno (FIRME; AMARAL; BARBOSA, 2008), nesse sentido, buscamos analisar as contribuições e limitações de cada etapa da SEA elaborada e aplicada nesta pesquisa.



## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Planejamos e aplicamos um questionário diagnóstico e uma SEA, estratégias utilizadas a fim de atender nossos objetivos de pesquisa.

### **4.1. Análise das concepções dos alunos sobre os conteúdos da química e bioquímica envolvendo ligações químicas.**

Neste primeiro momento de análise dos resultados, organizamos os dados de acordo com a ordem das questões, esse questionário visou atender o primeiro objetivo específico: diagnosticar as concepções prévias dos alunos(as) sobre conteúdos da química e bioquímica envolvendo ligações químicas. Identificamos os alunos com a letra A e um número de 1 a 15.

Segundo Alba; Salgado e Pino (2013), a utilização do questionário é de muita relevância, pois torna possível checar o conhecimento prévio dos alunos a cerca do tema a ser estudado. Salientam também a importância do questionário para fechamento de uma atividade, pois é um instrumento que permite avaliar a eficácia do método de Estudo de Caso no entendimento e compreensão do conteúdo pelos alunos, no nosso caso, utilizamos algumas questões dentro do nosso texto paradidático.

#### Questão 1

Por que os átomos têm necessidade de se unirem? Quais as partículas que formam os átomos e qual(is) interação(m) nas ligações químicas?

Referente à estrutura do átomo e sobre qual a partícula participante das ligações químicas, todos os alunos conseguiram responder de forma satisfatória, citando cada partícula integrante e reconhecendo os elétrons como partículas participantes das ligações químicas, estabelecendo essa relação inter atômica,

porém em relação à necessidade dos átomos se unirem através das ligações químicas os alunos apresentaram deferentes concepções como respostas para explicar as interações atômicas: o antropomorfismo e a regra do octeto.

Os alunos A2, A3, A6, A8, A11 E A15, usaram do antropomorfismo para justificar a necessidades os átomos interagirem através das ligações químicas, observa-se nas respostas de cada aluno o uso dos verbos “querer”, ”gostar” e “desejar” para justificar a formação de uma ligação química, ou seja, o aluno atribui características humanas, sentimentos, comportamentos a seres de natureza não humanas, inanimados ou seres irracionais, nesse caso, aos átomos.

Encontramos respostas como:

*A2 “os átomos gostam de ter sua última camada preenchida”.*

*A3 “Tem átomos que querem doar e outros que querem receber elétrons para ficarem estáveis”.*

A Maioria dos estudantes (A1, A4, A5, A9, A10, A13 e A14) usaram a regra do octeto como base para explicar as ligações químicas, para Mortimer et al., (1994) parece haver uma tendência generalizada no ensino de Química de atribuir a estabilidade das substâncias à formação do octeto eletrônico e que esta “crença” não é abalada facilmente nos alunos, pois evidenciaram que alunos que já haviam concluído o Ensino Médio tiveram dificuldade em reconhecer alguns resultados empíricos como conflitantes com a explicação da estabilidade do cloreto de sódio baseada na regra do octeto.

*A1 “as ligações químicas acontecem para que os elétrons sejam transferidos e átomos obtenham uma camada com 8 elétrons”.*

*A5 “ O átomo só se torna estável quando possui 8 elétrons na camada de valência”.*

Dois alunos (A7 e A12) responderam que os átomos se ligam para formar elementos, apesar da resposta incoerente, possivelmente se confundiram, e talvez gostariam de se referir a formação de moléculas.

Pudemos observar nessa primeira questão, que a maioria dos alunos conhece a estrutura atômica, reconhecem a existência de uma interação entre eles, entretanto esse tipo de interação não chega a ser compreendida por grande parte, percebe-se que não está claro o porquê de existir essa união entre os átomos, e para alguns a única razão para os elétrons serem transferidos ou compartilhados é a obtenção de uma camada de valência completa ou simplesmente por “desejo” dos átomos.

### Questão 2

Desenvolva a seguinte atividade:

- a) descreva as principais características de Ligação iônica, covalente e metálica;
- b) descreva (fazendo uso de um desenho) a forma como os átomos se arranjam em cada tipo de ligação;

3 alunos (A3, A6 e A12) deixaram essa questão em branco, 4 alunos (A4, A5, A7 e A14) responderam apenas sobre as características das ligações e 8 deles (A1, A2, A8, A9, A10, A11, A13 e A15) responderam tanto sobre as características como fizeram a representação gráfica,

Os alunos que não fizeram a representação gráfica apresentaram respostas simples e curtas:

A4 *“Iônica: Doação de elétrons, Covalente: Compartilhamento de elétrons, Metálica: compartilhamento de elétrons”.*

A7 *“Ligação iônica é quando a doação e recebimento de elétrons de elementos químicos diferentes, quando um metal se ligando a um não-metal a ligação covalente tem o compartilhamento de elétrons entre átomos que querem receber elétrons e metálica eu não sei”.*

Ainda analisando as respostas dos alunos que apresentaram apenas a parte escrita dessa segunda questão, podemos dizer que os demais, trouxeram características baseadas na regra do octeto, explicando que na ligação iônica há uma transferência de elétrons, possibilitando que o metal doe o elétron, e o ametal receba, assim ambos completariam suas camadas de valência, explicaram que na ligação covalente os átomos compartilham seus elétrons, obedecendo à regra do octeto, porém pra ligação metálica, as repostas apresentadas são bem vagas.

Observamos que os alunos que responderam a essa questão de forma escrita e como a representação gráfica, apresentaram respostas semelhantes aos dos alunos A1, A2, A8, A9, A10, A11, A13 e A15, supracitados, o diferencial foram os desenhos.

Apenas o aluno A1, referiu-se sobre algumas propriedades das substâncias iônicas, moleculares e metálicas, como ponto de fusão e ebulição e os aspectos físicos e condutibilidade elétrica.

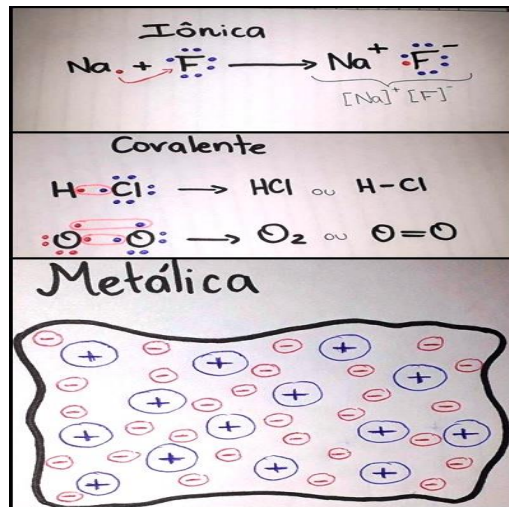
A1 *“ iônica é uma ligação ocorre entre átomos de metais e ametais, com transferência de elétrons formando íons que interagem entre si por atração eletrostática, a covalente ocorre entre ametais com o compartilhamento de elétrons e as ligações metálicas são as ligações que ocorrem entre metais, elas formam retículo metálicos em que os elétrons desses átomos formam o chamado mar de elétrons. Os compostos iônicos e metálicos apresentam altos pontos de fusão e*

ebulição quando comparamos aos covalentes, os iônicos são quebradiços e só conduzem corrente elétrica quando colocados em solução com água, os metálicos conduzem eletricidade sempre.”

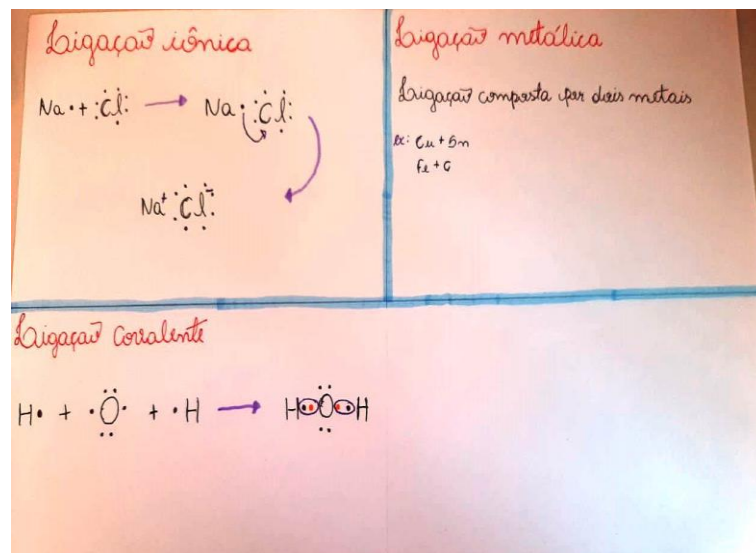
### Análise das representações gráficas

Figura 7: Figuras das representações gráficas elaboradas pelos alunos: A1(a), A8 (b), A2 (c), A10 (d), A9 (e) A13 (f).

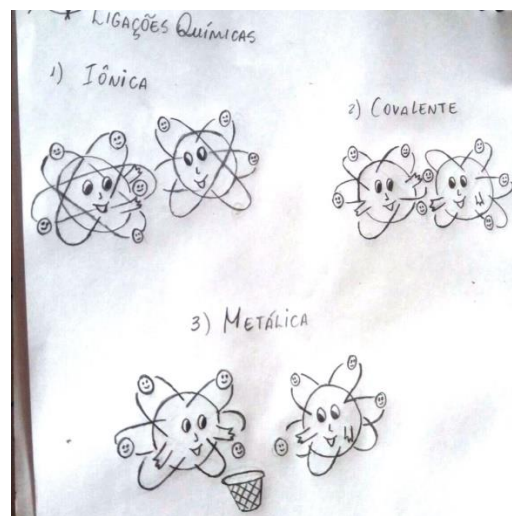
(a)



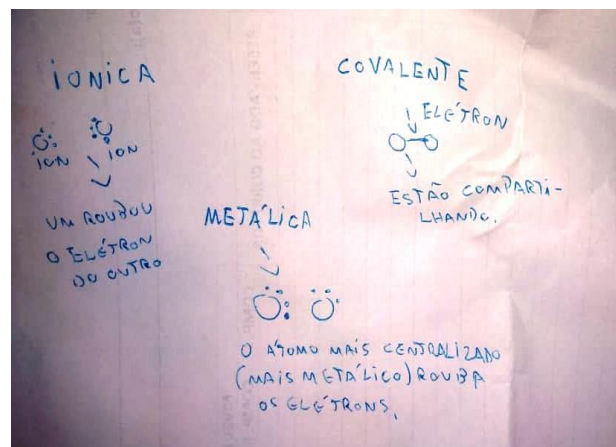
b)



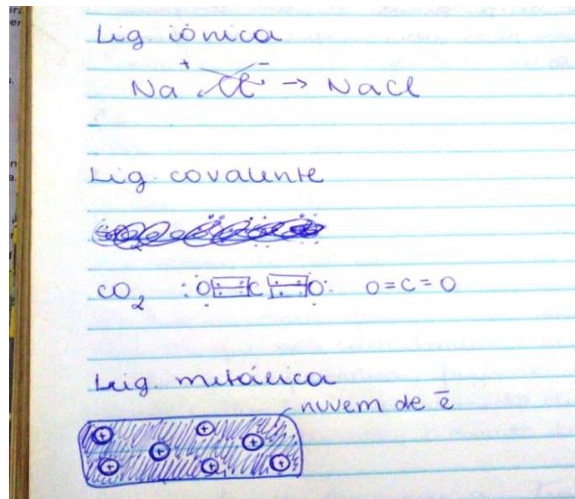
(c)



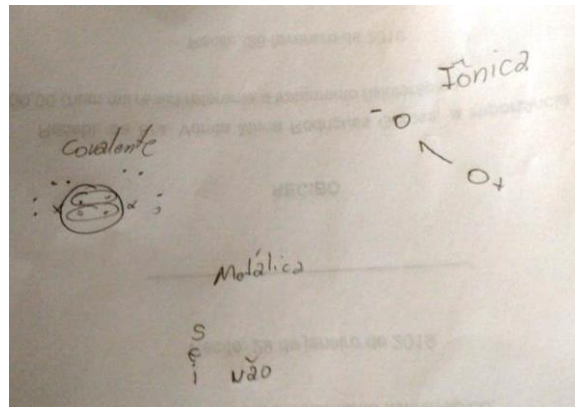
(d)



(e)

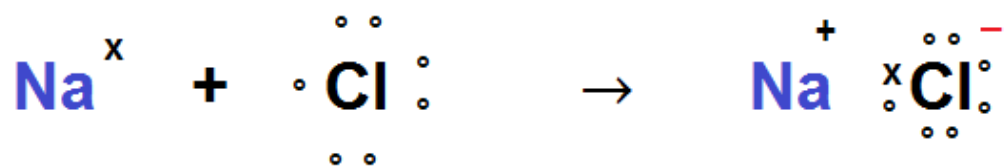


(f)



Todos os alunos que fizeram a representação da ligação iônica como:

Figura 8: Representação da ligação iônica



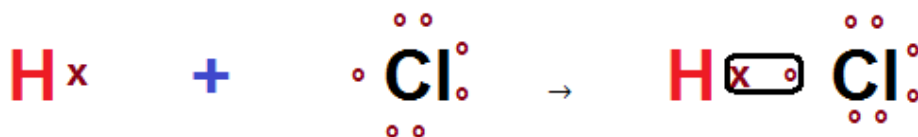
Fonte: (AUTORA, 2019)

Ou seja, observa-se em todas as respostas o uso do modelo eletrostático simples para a representação da ligação iônica, que nos indica que nas ligações os prótons existentes em um dado átomo atraem os elétrons existentes na eletrosfera de outro átomo, capturando esses elétrons e formando íons, estabelecendo assim a interação entre estes.

Apesar de explicar uma série de propriedades, o uso do modelo eletrostático simples, pode nos direcionar para alguns problemas, com relação às ligações iônicas, a ideia de forte atração entre átomos e posterior formação de íons pode gerar nos alunos a noção de que ocorre apenas uma única ligação nos compostos iônicos: entre o par de átomos envolvido na transferência de elétrons. Esta concepção remete à ideia de formação de unidades discretas nos compostos iônicos; fato que não ocorre, uma vez que nos sólidos iônicos os compostos formados por cátions e ânions encontram-se arrançados em uma rede tridimensional (SANTOS, PINHEIRO, BELLAS, 2017).

Para as ligações covalentes observa-se que todos os alunos desenharam o compartilhamento de elétrons, por meio de traços ou circulando os pares de elétrons compartilhados (Figura 9).

**Figura 9: Representação da Ligação Covalente**



Fonte: (AUTORA, 2019)



Para os compostos covalentes foi observamos, uma outra representação que faz parte do modelo eletrostático simples, denominada teoria de Lewis. Conforme esta teoria, átomos se ligam através de seus elétrons de valência formando uma espécie química mais estável que as anteriores. Na estrutura de Lewis, os elétrons de valência livres são representados por pontos e os elétrons compartilhados que formam a ligação são representados por linhas.

Pode-se evidenciar esta representação em sala de aula através do uso do modelo de pau e bolas, no qual os próprios estudantes podem montar a representação das moléculas (SANTOS, PINHEIRO, BELLAS, 2017).

Associada à concepção de Lewis, encontra-se a regra do octeto, os 8 alunos que fizeram os desenhos, seguiram a regra dos 8 elétrons na última camada eletrônica, 7 dos 8 alunos representaram que a união ocorreria para satisfazer a regra do octeto, confirmando o que Mortimer (MORTIMER, 1994) encontrou em seus resultados, evidências do caráter dogmático existente no ensino de química. Nenhum aluno, respondem na parte escrita ou gráfica sobre a união seria para diminuir a energia livre.

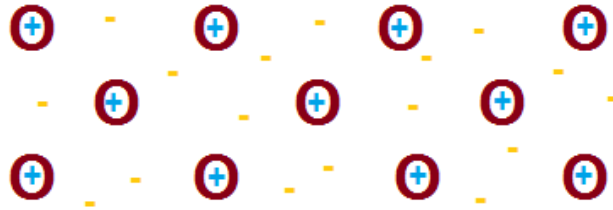
O animismo relacionado à regra do octeto também é observado em alguns desenhos (A2 E A15).

A todo o momento, tanto livros didáticos, como os professores e os alunos consideram o preenchimento da última camada com oito elétrons como algo que tornarão os átomos mais felizes e estáveis, desviando completamente o foco do conhecimento, impedindo assim que os alunos compreendam os processos envolvidos na formação das ligações (SANTOS, PINHEIRO, BELLAS, 2017).

Para a ligação metálica, apenas 2 alunos (A1e A9) fizeram a representação do retículo cristalino metálico, utilizando o modelo do mar de elétrons, em que os elétrons de valência estão confinados ao metal por meio de atrações eletrostáticas aos núcleos de seus átomos; eles estão uniformemente distribuídos por toda a estrutura. O mar de elétrons é uma analogia que visa explicitar o elevado

grau de liberdade dos elétrons; os demais alunos responderam não saber qual a estrutura ou apenas citaram que era uma união de átomos de metais (SANTOS, PINHEIRO, BELLAS, 2017) (Figura 11).

**Figura 10: Representação da Ligação Metálica**



Fonte: (AUTORA, 2019)

### Questão 3

Todos nós respiramos! O nosso corpo precisa de oxigênio ( $O_2$ ) para poder queimar nutrientes e assim produzir energia. O sistema respiratório é responsável por absorver esse oxigênio, passar para corrente sanguínea e também receber o gás carbônico ( $CO_2$ ) gerado pelas reações metabólicas do organismo e expelir para o ambiente. No ar que inspiramos (atmosférico) há cerca de 21,0% de oxigênio e 0,03% de gás carbônico. No ar que expiramos (alveolar) há cerca de 14,0% de oxigênio e 5,60% de gás carbônico.

Como o oxigênio é transportado dos pulmões para as outras partes do corpo?

Nessa última questão, obtivemos algumas respostas diretas, sem explicações:

A6 “Pela corrente sanguínea.”

A14 *“O oxigênio chega aos pulmões e é transportado pela corrente sanguínea para todos os órgãos.”*

Apenas 2 alunos apresentaram respostas mais explicativas:

A1 *“Quando inspiramos o oxigênio. ele passa do nariz, da laringe até a traqueia chegando nos pulmões aonde dos pulmões eles passam para a corrente sanguínea pelos "vasos capilares". O sangue tem uma substancia chamada hemoglobina, que é um pigmento que transporta oxigênio para todas a células do corpo humano. Quando ele chega nas células elas mesmas liberam o que ã foi aproveitado do oxigênio inspirado por nós: gás carbônico.”*

A9 *“o ar do ambiente entra pelo nosso nariz ou boca, passa por alguns órgãos do sistema respiratório que não lembro agora, até chegar aos alvéolos pulmonares, enchendo nossos pulmões. É nos alvéolos pulmonares que tem a troca de gases entre a atmosfera e o nosso sangue, que levará o oxigênio às diferentes células do corpo e delas vai retirar o gás carbônico.”*

Verificamos que apenas um aluno falou sobre a hemoglobina, proteína responsável por esse transporte, porém nenhum falou como essa proteína interage com o oxigênio para que ocorra distribuição em toda parte do corpo, além disso, o aluno A1, chama a hemoglobina de pigmento, uma distorção do conceito, a hemoglobina é uma proteína.

## 4.2. Análise das observações realizadas durante a aplicação da SEA

O desenvolvimento da nossa SEA para trabalhar o conteúdo de ligações químicas a partir de uma abordagem interdisciplinar se deu em sete encontros, totalizando dez momentos, conforme descrevemos na metodologia.

Iniciamos nossa SEA com uma aula de revisão, pois os alunos se encontravam no terceiro ano do ensino médio e o conteúdo que trabalhamos com eles é visto no primeiro ano, então a retomada desse conteúdo seria de grande importância, visto que todos os alunos iriam, dentro de poucos meses, passar pelas provas que selecionam para o ingresso nas universidades.

### I ENCONTRO

**I momento:** Relembrando as Interações atômicas.

Fizemos uma aula dinâmica, trabalhando o conteúdo de Ligações Químicas de forma contextualizada, não utilizando os exemplos clássicos trazidos pelos livros didáticos: NaCl para ligação iônica, Cl<sub>2</sub> ou HCl para covalente, buscamos trazer exceções à regra do octeto, e explicar como átomos de metais podem interagir entre si.

Para Anastasiou e Alves,

A aula expositiva dialogada é uma estratégia que vem sendo proposta para superar a tradicional palestra docente. Há grandes diferenças entre elas, sendo que a principal é a participação do estudante, que terá suas observações consideradas, analisadas, respeitadas, independentemente da procedência e da pertinência das mesmas, em relação ao assunto tratado. O clima de cordialidade, parceria, respeito e troca são essenciais. (2009, p. 86)

Os alunos participaram e contribuíram expondo a compreensão sobre os tipos de ligações e principais características, e o que observamos foi que as respostas dadas em sala, eram semelhantes às respondidas no questionário

diagnóstico, aproveitamos cada comentário/contribuição e trouxemos explicações químicas que pudessem embasar cientificamente essas respostas, não descartando o conhecimento prévio dos alunos.

## II ENCONTRO

**II momento:** Exibição de vídeo: (Proteínas | Compostos Orgânicos | Bioquímica | Prof. Paulo Jubilut), figura 11.

Exibimos um vídeo explicativo sobre as proteínas, que traz o conteúdo de forma dinâmica e com muitas imagens. Além de informativo, o vídeo é atrativo buscando explicar a classificação, funções, desnaturação e as principais proteínas. O material possibilita a apresentação das dimensões macroscópicas e microscópicas das Proteínas no nosso corpo. Processos pouco conhecidos por muitos alunos, que através do vídeo foram possibilitados a articular o conhecimento científico com o dia-a-dia dos alunos. Nesta direção, consideramos que o vídeo e seu conteúdo se constituíram como possibilidade para a aproximação dos conteúdos químicos com o mundo real alunos.

De um modo geral, os alunos mostraram interesse pelas informações trazidas no vídeo.

Figura 11: Vídeo apresentado no II encontro



Fonte: Vídeo (Proteínas | Compostos Orgânicos | Bioquímica | Prof. Paulo Jubilut)

**III momento:** Discussão sobre o Vídeo com os alunos.

Com a participação de duas professoras, uma de Química e uma de Biologia foi norteadada uma discussão com os alunos, com o intuito de proporcionar uma melhor compreensão da importância das proteínas para o funcionamento do nosso corpo e principalmente sobre a função da hemoglobina e como ela desempenha seu papel.

### III ENCONTRO

#### IV momento: Leitura do texto: A Química do Corpo Humano – Respiração

Segundo Silva (1998), o professor de Ciências é também um professor de leitura. Em outras palavras, pode-se assumir que este também é responsável em empreender oportunidades para que os alunos exerçam a leitura em sala de aula.

Optamos por trabalhar em grupo nessa etapa, entregamos o texto impresso e dividimos a sala em 3 grupos de 5 alunos (para a formação desses grupos tentamos organizar os alunos de acordo com as respostas do questionário, alunos com respostas satisfatórias espalhados pelos 3 grupos, para assim poderem contribuir com os demais durante as atividades em equipe).

Os grupos formados tiveram a seguinte composição:

*Grupo I - A1, A3, A4, A7 e A10.*

*Grupo II – A2, A5, A6, A9 e A15.*

*Grupo III – A8, A11, A12, A13 e A14.*

O texto traz a ideia do corpo humano como um laboratório químico, onde ocorrem inúmeras reações químicas, e traz toda a química envolvida no nosso processo respiratório.

Durante a atividade, observamos comportamentos distintos entre os grupos. Por exemplo, um dos grupos (grupo III) realizou a leitura escolhendo 1 dos alunos para ler em voz alta para o restante da turma; em outro grupo, observamos que o texto foi passado de mãos em mãos, o que acarretou em uma leitura individual; no

outro, o texto foi compartilhado ao mesmo tempo para a realização da leitura simultânea dos componentes da equipe.

#### **V momento:** Discussão sobre o Texto

Ao final, cada grupo expôs oralmente um pouco sobre o que entendeu do texto.

Nesse momento nosso objetivo era promover interações sociais entre os alunos e aprofundar as discussões sobre o tema de forma interdisciplinar, e motivá-los a ler artigos científicos.

O grupo que realizou a leitura, direta ou indiretamente, de forma individual não discutiu entre si sobre o texto após a leitura, diferentemente dos grupos que realizaram a atividade coletivamente, que tiveram a preocupação de debaterem entre si sobre o conteúdo abordado. Foi perceptível o entrosamento dos grupos que compartilharam do texto durante a leitura e durante a socialização do conteúdo. A fala de um complementava a do outro, enquanto o grupo que não desenvolveu a atividade em conjunto, apenas 1 aluno se pronunciou para explicar o que entendeu da parte destinada para o grupo explicar.

## **IV ENCONTRO**

#### **VI momento:** Respiração: Uma aula interdisciplinar

Nesse encontro as 2 professoras (Química e Biologia) trabalharam novamente em equipe, em uma aula expositiva e dialogada com duração de 50 minutos, sobre respiração, apresentamos o conteúdo de forma interdisciplinar (interdisciplinaridade: a interação de duas ou mais disciplinas, em contexto de estudo no âmbito mais coletivo, permanecem os interesses próprios de cada disciplina, porém, buscam soluções dos seus próprios problemas através da articulação com as outras disciplinas.(Amaral, 2011))

Desenvolvemos um momento em que a química e a bioquímica possibilitaram ao aluno uma visão mais abrangente, mais global sobre o sobre o tema tratado (Respiração), desde a entrada do oxigênio para os pulmões como o transporte feito através da hemoglobina.

Houve grande interação dos alunos quando perguntamos sobre como a hemoglobina se liga ao oxigênio molecular, sabendo que na molécula ambos os átomos de oxigênio já apresentam a camada de valência completa e qual a situação ideal para que essa interação seja desfeita e o oxigênio seja liberado.

## V ENCONTRO

### **VII momento:** Montagem da maquete: Transporte do oxigênio

Organizamos novamente a turma em grupos, os mesmos que fizeram a leitura do texto, entregamos uma base de isopor, tintas e massinha de modelar para a construção de uma maquete (Figura 13). Pedimos que os alunos representassem como seria a estrutura das proteínas responsáveis pelo transporte de oxigênio e o que acontece com ela quando está interagindo com o oxigênio molecular e quando ela libera essas moléculas.

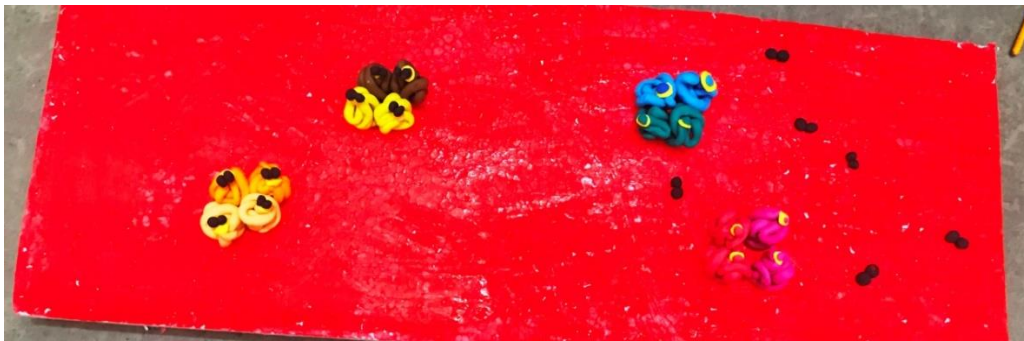
A montagem da maquete além de lúdica, já que os alunos se divertem pintando e manipulando com a massinha, tem ação metodológica e auxilia na interação entre os componentes envolvidos. A produção desse recurso visual pode ser um facilitador no ambiente da aprendizagem, que, quando usado de maneira adequada, desperta o interesse, aproxima ainda mais os alunos, e favorece o desenvolvimento da capacidade de observação. Quando a informação é obtida apenas através da leitura, escrita, ou fala, falta de atenção dos mesmos pode não ajudar na fixação do conteúdo na maioria das vezes, enquanto o que está sendo visto, apresentado, e representado desperte a percepção do objetivo proposto, além da interação dos alunos no processo de montagem.



**Figura 12: Montagem da maquete com a representação da hemoglobina**



**Figura 12 a: Formação dos novelos para representação da proteína terciária com massinha de modelar**



**Figura 12 b: Representação da proteína quaternária (Hemoglobina) na corrente sanguínea, com massinha de modelar e base de isopor.**



**Figura 12 c: Um dos grupos de alunos e a maquete elaborada pela equipe**



**Figura 12 D: Um dos grupos de alunos e a maquete elaborada pela equipe**



**Figura 12 e: Preparo da base (Representação da corrente sanguínea)**



**Figura 12 F: Preparo das estruturas proteicas (Representação da hemoglobina)**

Fonte: (AUTORA, 2019)

O que observamos em cada maquete é que todos os grupos representaram a hemoglobina como proteína quaternária formada por quatro novelos, representando a oxihemoglobina e a desoxihemoglobina, mostrando a diferença na vacância entre os novelos.

## VI ENCONTRO

### **VIII momento:** Apresentação e leitura de um texto paradidático

Elaboramos um texto paradidático e apresentamos aos alunos no nosso sexto encontro, no qual trouxemos explicações sobre o funcionamento da respiração e um desafio para os grupos responderem.

Os textos paradidáticos podem ser utilizados como uma ferramenta didática capaz de viabilizar a compreensão do aluno referente aos conceitos apresentados, bem como oferecer, ao estudante, a possibilidade de interagir reflexiva e criticamente com o seu meio social, desenvolvendo e vivenciando a sua cidadania. Almeida e Sorpreso (2011) ressaltam que as leituras não produzem um único significado, mas também nos trazem, à reflexão, a conveniência do acesso a muitos tipos de discursos para um mesmo conteúdo, enfatizando que a prática da leitura de diferentes textos (artigos científicos, textos de divulgação científica, livros didáticos). Os autores exemplificam que, um estudante que resista ao estudo por livros didáticos, pode gostar de ler textos de divulgação científica.

**IX momento:** ainda no sexto encontro, após a leitura do texto, começamos a incentivar os grupos a buscarem respostas para o desafio proposto, que se encontra no texto paradidático (Apêndice 2).

## VII ENCONTRO

### **X momento:** Resolução do Desafio

Nesse último encontro os grupos trouxeram soluções para o desafio, além da discussão em sala, demos um prazo de 1 semana.

*Grupo I - A1, A3, A4, A7 e A10.*

*R1- A hemoglobina apresenta afinidade reduzida com o oxigênio quando os níveis de 2,3-bifosfoglicerato estão altos, que aumentam em condições de hipóxia prolongada, como a permanência na altitude. Com a afinidade reduzida pelo oxigênio, a hemoglobina o libera de maneira mais eficiente. Por outro lado, a mioglobina, uma proteína semelhante a uma subunidade da hemoglobina é encontrada em grande quantidade no músculo, age como um reservatório adicional de oxigênio, por ter maior afinidade com o oxigênio, mesmo em condições adversas. A mioglobina recebe o oxigênio transportado pela hemoglobina e o libera em condições de hipóxia, para ser utilizado pelas mitocôndrias das células musculares dando ao atleta mais energia e disposição durante a atividade física.*

*R2 – A ligação que ocorre entre a hemoglobina e o oxigênio molecular é uma ligação iônica instável, que irá se desfazer ao longo percurso da hemoglobina pela corpo, quando a hemoglobina vai se movendo pelos vasos, ela vai liberando esse oxigênio por difusão, no local que vai estar necessitando, ou seja, o íon  $Fe^{2+}$  vai se dissociando do oxigênio.*

**Grupo II – A2, A5, A6, A9 e A15.**

*R1- A pressão atmosférica está influenciando, o ar rarefeito provoca uma condição de baixa saturação de oxigênio nas hemoglobinas, situação semelhante a que ocorre em nossos capilares, a molécula de oxigênio tende a se desprender das hemoglobinas mais facilmente, o que provoca uma sensação de cansaço.*

*R2- Ligação iônica. O íon  $Fe^{2+}$  interage eletrostaticamente com a molécula de oxigênio.*

**Grupo III – A8, A11, A12, A13 e A14.**

R1 - *Com menor quantidade de oxigênio, as ligações diminuem, e o corpo começa a reagir dando sinais de aumento do batimento cardíaco e respiração acelerada para suprir ausência de oxigênio.*

R2 – *Ligação iônica, há interação entre o íon presente na hemoglobina e o oxigênio.*

Neste último momento, facilmente verificamos que as respostas dadas pelos grupos foram mais elaboradas, quando comparadas às respostas ao questionário diagnóstico, principalmente grupo I e II, que apresentaram explicações para suas respostas.

#### **4.3. Análise da SEA quanto às dimensões epistêmica e pedagógica**

Neste momento buscamos analisar cada momento da SEA quanto suas dimensões epistêmica e pedagógica, ou seja, analisamos como a SEA promoveu a aproximação do conhecimento científico à realidade dos alunos, e também como as atividades e intervenções desenvolvidas promoveram interações sociais na sala de aula (MEHEUT, 2005).

**I momento:** Relembrando as Interações atômicas.

Nesta aula, onde trabalhamos o conteúdo de Ligações Químicas de forma contextualizada, conseguimos atender às dimensões propostas por Meheut (2005), a pedagógica quando os alunos participaram e contribuíram expondo seus conhecimentos prévios, e epistêmica quando a partir do conhecimento dos alunos, construímos base para o conhecimento científico.

**II momento:** Exibição de vídeo: (Proteínas | Compostos Orgânicos | Bioquímica | Prof. Paulo Jubilut)

De um modo geral, os alunos mostraram interesse pelas informações trazidas no vídeo, por exemplo, de como é a estrutura das proteínas, suas funções e as principais proteínas encontradas em nosso corpo. Neste momento, conseguimos atender apenas à dimensão epistêmica.

**III momento:** Discussão sobre o Vídeo com os alunos.

A dimensão pedagógica foi atendida quando a interação professor-aluno e aluno-aluno foi promovida, todos tiveram seu momento de contribuição. Já a dimensão epistêmica foi atendida quando através dos conceitos abordados no vídeo foram relacionados ao cotidiano dos alunos.

**IV momento:** Leitura do texto: A Química do Corpo Humano – Respiração

Como optamos por trabalhar em grupo nessa etapa, além da dimensão epistêmica, ao lerem o artigo repleto de conhecimento científico, a dimensão pedagógica foi atendida, por meio da interação aluno-aluno.

**V momento:** Discussão sobre o Texto

Nesse momento nosso objetivo maior era promover interações sociais entre os alunos e aprofundar as discussões sobre o tema de forma interdisciplinar, e motivá-los a ler artigos científicos, contribuindo com as duas dimensões propostas.

**VI momento:** Respiração: Uma aula interdisciplinar

Desenvolvemos um momento em que uma professora química, juntamente com uma de biologia, possibilitaram aos alunos uma aula diferente e interdisciplinar, atendendo às duas dimensões.

Houve também grande interação dos alunos, quando abertura para perguntas. Então conseguimos promover vários tipo de interações sociais : Professor-Professor, Professor-Aluno e Aluno-Aluno.

**VII momento:** Montagem da maquete: Transporte do oxigênio

A montagem da maquete além de lúdica, já que os alunos se divertem pintando e manipulando com a massinha, tem ação metodológica e auxilia na interação entre os componentes envolvidos, contribuindo para a dimensão pedagógica. Quando a informação é obtida apenas através da leitura, escrita, ou fala, falta de atenção dos mesmos pode não ajudar na fixação do conteúdo na maioria das vezes, enquanto o que está sendo visto, apresentado, e representado desperte a percepção do objetivo proposto, atendendo a dimensão epistêmica.

**VIII momento:** Apresentação e leitura de um texto paradidático

Nesse momento conseguimos atender apenas a dimensão epistêmica, o texto conseguiu promover uma articulação entre os conhecimentos químicos tratados no material com o mundo dos alunos, já que trouxemos modelos de ensino, como a analogia por meio das fitas e também exemplificamos com a prática de um esporte, o alpinismo.

**IX momento:** buscas respostas para o desafio proposto.

**X momento:** Resolução do Desafio

Conseguimos atender às dimensões epistêmica e pedagógica nesses dois últimos momentos, a epistêmica quando possibilitamos e incentivamos a busca pelo conhecimento e pedagógica quando permitimos o trabalho ser feito em grupo.

Em síntese, entendemos que as atividades vivenciadas pelos alunos ao longo da SEA parecem ter atendido aos objetivos propostos em nossa pesquisa, dentre eles: Investigar as relações construídas pelos alunos, entre a química e a biologia a partir do tema, para a compreensão do conteúdo de ligações químicas e analisar a sequência de ensino aprendizagem em sua dimensão epistêmica e pedagógica.



Acreditamos que a SEA elaborada e analisada neste trabalho pode ser utilizada por outros educadores que estejam dispostos a levar para sala de aula um ensino interdisciplinar, com auxílio da biologia, fazendo com que o aluno faça parte da construção do seu próprio conhecimento.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

As análises da SEA em suas dimensões epistêmica e pedagógica nos possibilitou analisar possibilidades e limitações de uma sequência de ensino aprendizagem com abordagem interdisciplinar para o processo ensino aprendizagem do conteúdo de Ligações Químicas.

Quanto à dimensão epistêmica, foi possível identificar que a estruturação da SEA buscou promover a construção dos conceitos científicos possibilitando a aproximação do conhecimento científico do mundo físico, ou seja, da realidade dos alunos. Exemplos deste aspecto podem ser os momentos da exibição do vídeo e a leitura em grupo do texto sobre as Proteínas e a Respiração.

Quanto à dimensão pedagógica, identificamos que as estratégias da SEA promoveram interações sociais na sala de aula, tanto entre os professores e os alunos como entre aluno e aluno. Algumas das atividades buscaram possibilitar o compartilhamento de ideias quando, por exemplo, foi priorizada a possibilidade de se trabalhar em grupos. Esse tipo de atividade em sala de aula mobiliza os alunos ao trabalho em torno de um mesmo objetivo, incentivando a participação dos mesmos e o mais importante, permite que as possíveis lacunas de aprendizagem observadas durante o processo sejam superadas a partir das trocas que são estabelecidas nesse contexto. Vale ainda destacar o papel do professor nesse processo como orientador e mediador no processo de ensino aprendizagem, trazendo novas possibilidades para sala de aula, escolhendo temas interdisciplinares a partir das necessidades das turmas.

Portanto, após as análises, identificamos possibilidades e limitações de uma sequência de ensino aprendizagem abordando o tema Respiração para o processo ensino aprendizagem do conteúdo de Ligações Químicas.

Dentre as possibilidades: sensibilizar os alunos, contextualizar o conteúdo de Ligações Químicas de forma interdisciplinar, em conjunto com a biologia, a partir da temática Respiração, tornar os conteúdos significativos para os alunos, promover interações sociais na sala de aula entre professor e alunos e entre estes últimos. Como limitações, colocamos a quantidade de encontros, pois a carga-horária do professor de química é reduzida.

Por fim, enfatizamos que a utilização de textos paradidáticos (nosso produto educacional) não irá suprir todas as dificuldades dos alunos diante a compreensão e o interesse pelos conteúdos de Química, mas mostrou-se como um elemento motivador e que, certamente, ampliará as metodologias possíveis de serem aplicadas na escola básica. Dificilmente uma única metodologia será capaz de resolver o problema da dificuldade de compreensão dos conceitos de Química pelos alunos e se mostrará eficaz para que seja utilizada isoladamente das demais metodologias, porém a utilização de várias metodologias articuladas entre si, tais como: aulas expositivas, debates, vídeos, experimentos, entre outras – às quais a utilização de textos paradidáticos venha a ser acrescida.

Acreditamos que a SEA elaborada e analisada neste trabalho pode ser utilizada por outros educadores que estejam dispostos a levar para sala de aula um ensino interdisciplinar, com uso de uma temática relevante, como é o caso da Respiração, de maneira mais dialogada. Fazendo com que o aluno faça parte da construção do seu próprio conhecimento.

## REFERÊNCIAS

ALBA, J.; SALGADO, T. D. M.; DEL PINO, J. C. **Estudo de Caso: uma proposta para abordagem de funções da Química Orgânica no Ensino Médio**. R. Bras. de Ensino de C&T, Curitiba, v. 6, n. 2, p. 76 - 96, maio/agosto. 2013.

ALMEIDA, M. J. P. M.; SORPRESO, T. P. **Dispositivo analítico para compreensão da leitura de diferentes tipos textuais: exemplos referentes à Física**. Pro-Posições, Campinas, v. 22, n. 1, p. 83-95, jan./abr. 2011. Disponível em: . Acesso em: 30 maio 2019.

ANASTASIOU, L. G. C.; ALVES, L. P. (Orgs.). **Processos de ensinagem na universidade: pressupostos para as estratégias de trabalho em aula**. Joinville, SC: UNIVILLE, 2009.

ANDRÉ, M. E. D. A.; LÜDKE, M.; **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. São Paulo: EPU, 1986.

ANTONIO, A. C. P., CASTRO, P. S., FREIRE, L. O. **Lesão por inalação de fumaça em ambientes fechados: uma atualização**, Journal Brasileiro de Pneumologia, v.39, n. 3, p.373-381, 2013.

ATKINS, P.; JONES, L. **Princípios de Química: questionando a vida moderna e o meio ambiente**. 3ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.

BATINGA, V. T. S.; TEIXEIRA, F. M. **O que pensam os professores de química do Ensino Médio sobre o conceito de problema e exercício**. In: VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 2009, Florianópolis, Anais... Belo Horizonte: ABRAPEC, 2009.

BEHRENS, M. A. **O paradigma emergente e a prática pedagógica**. 5 ed. Petrópolis: Vozes, 2011.

BRASIL. MEC-SESu Ministério da Educação e do Desporto. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros curriculares nacionais: ciências naturais**. Brasília, DF, 1999.

\_\_\_\_\_ **Diretrizes Curriculares para os Cursos de Graduação**. 1999. Disponível em : <http://www.mec.gov.br/Sesu/diretriz.sht> . Acessado em 10/11/2018.

\_\_\_\_\_ **Diretrizes Curriculares para os Cursos de Graduação**. 1999. Disponível em : <http://www.mec.gov.br/Sesu/diretriz.sht> . Acessado em 10/11/2018.

\_\_\_\_\_ **Diretrizes Curriculares Nacionais dos Cursos de Graduação em Medicina Veterinária** .2003. Disponível em : [http://portal.mec.gov.br/cne/index.php?option=com\\_content&task=view&id=494&Itemid=517](http://portal.mec.gov.br/cne/index.php?option=com_content&task=view&id=494&Itemid=517). Acessado em 15/11/2018.

\_\_\_\_\_ **Orientações Curriculares do Ensino Médio**. Ministério da Educação. Secretaria Média e Tecnológica – Brasília, 2006.

CARVALHO, A. M. P. e GIL-PÉREZ, Daniel. **Formação de professores de ciências: tendências e inovações**. São Paulo: Cortez, 2011.

CARVALHO, A.M.P.; **A pesquisa em ensino de ciências no Brasil e suas metodologias**. Editora Unijuí, Rio Grande do Sul, 2006.

CARVALHO, A.M.P.; SASSERON, L.H.; OLIVEIRA, C.; SEDANO, L.; BATISTONI, M. **Coleção Investigar e Aprender- Ciência 2º ano, 1ª edição**; ed. Sarandi. São Paulo, 2011.

CARVALHO,D.C.; GRALA, C.G.; BUSSOLO,R.; **Prevalência de anemia ferropriva em crianças de 0 a 5 anos internada no Hospital Nossa Senhora da Conceição, em Tubarão/ SC, no período de agosto e dezembro de 2008**. Arquivos Catarinenses de Medicina. Revista da Saúde Pública, São Paulo, V.34 , n. 1 , Feb 2010.

CANTO, E. L. **Química na abordagem do cotidiano** , volume único / 1. ed.- São Paulo: Saraiva , 2015.

CHASSOT, A. **Alfabetização científica: questões e desafios para a educação**. Ijuí: Ed. Unijuí, 4.ed, 2006.

FAZENDA, I. C. A. **Interdisciplinaridade: história, teoria e pesquisa**. 4. ed. Campinas: Papirus, 1994

FERNANDEZ, C.; MARCONDES, M. E. R. **Concepções dos estudantes sobre Ligação química**. Química Nova na Escola. n.24, p.20-24, nov., 2006.

FERREIRA, M. e PINO, J. C. D.. **Experimentação e modelagem: estratégias para a abordagem de ligações químicas no ensino médio**. ACTA SCIENTIAE, v.5, n 2, 2003.

FIRME, R. N; AMARAL, E. M. R; BARBOSA, R. M. N. **Análise de uma sequência didática sobre pilhas e baterias: Uma abordagem CTS em sala de aula de química**. XIV Encontro Nacional de Ensino de Química, Curitiba, 2008.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6ª ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GUGLIOTTI , M. **A química do Corpo Humano: Tensão Superficial nos Pulmões**. Química nova na escola, 2002, 3-  
[http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc16/v16\\_A02.pdf](http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc16/v16_A02.pdf)

KRATHWOHL, D. R. **A Revision of Bloom's Taxonomy: An Overview. Theory Into Practice**, 41:4, 212-218, 2002.

LIMA, J.F.L.; PINA, M.S.L.; BARBOSA, R.M.N. e JÓFOLI, Z.M.S. **A contextualização no ensino de cinética química**. Química Nova na Escola, n. 11, p. 27- 29, 2000.

LINDEMANN, R. H. **Ensino de química em escolas do campo com proposta agro ecológica** [tese] : contribuições do referencial freireano de educação / Renata Hernandez Lindemann; orientador, Carlos Alberto Marques. -Florianópolis, SC, 2010.

MALDANER, O. A.; ZANON, L. B; AUTH, M. A. A pesquisa sobre educação em ciências e formação de professores. In: SANTOS, F. M. T.; GRECA, I. M (Org.). **A pesquisa em ensino de ciências no Brasil e suas metodologias**. Ijuí: Editora Unijuí, 2007. p. 49-88.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Técnicas de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 1999.

MEHEUT, M. e PSILLOS, D. **Teaching-learning sequences: aims and tools for science education research**. *International Journal of Science Education, Special Issue*, V. 26, n. 5, 2004, 515-535.

MÉHEUT, M. **Teaching-learning sequences tools for learning and/or research**. In *Research and Quality of Science Education* (Eds. Kerst Boersma, Martin Goedhart, Onno de Jong e Harrie Eijelhof). Holanda: Springer.2005.

MEIRIEU, P. **Aprender... Sim, mas como?** 7ª ed., Artmed: Porto Alegre, p.193,1998.

MIRANDA, D. G. P; COSTA, N. S. **Professor de Química: Formação, competências/ habilidades e posturas**. 2007. Disponível em: Acesso em: 11 de Junho de 2019.

MORIN, Edgar. **A cabeça bem-feita: repensar a reforma, reformar o pensamento**. Trad.: Eloá Jacobina. 7a ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2002b.

MORTIMER, E. F.; MOL, G.; DUARTE, L. P. **Regra do octeto e teoria da Ligação Química no Ensino Médio: Dogma ou Ciência?** *Química Nova*, 17(3), 1994.

MOZENA, E. R.; OSTERMANN, F. **Uma revisão bibliográfica sobre a interdisciplinaridade no ensino das Ciências da Natureza**. *Revista Ensaio*, (16) 2, 185- 206, 2014.

NEVES, J. L. **Pesquisa qualitativa – características, usos e possibilidades**. São Paulo: FEA-USP, v. 1, n. 3, 1996. (Caderno de Pesquisas em Administração).

OLIVEIRA, G. C.; Neto, A. T. **INTER, TRANS, PLURI E MULTI (DISCIPLINARIDADE). COMO ESSES CONCEITOS CONTRIBUEM PARA A SALA DE AULA DO PROFESSOR DE LÍNGUA NACIONAL?**. VII Colóquio Internacional “As Amazônias, as Áfricas e as Africas na PanAmazônias”. 2016.

PARASURAMAN, A. **Marketing research**. 2. ed. Addison Wesley Publishing Company, 1991.

PÁTARO, R. F.; BOVO, M. C. **A interdisciplinaridade como possibilidade de diálogo e trabalho coletivo no campo da pesquisa e da educação**. Revista NUPEM, Campo Mourão, v. 4, n. 6, jan./jul. 2012 Disponível em: . Acesso em: 14/02/2019

PEREIRA JÚNIOR, C. A.; AZEVEDO, N. R.; SOARES, M. H. F. B. **Proposta de ensino de Ligações Químicas como alternativa a regra do octeto no Ensino Médio: diminuindo os obstáculos para aprendizagem do conceito**. In: Anais do XV Encontro Nacional de Ensino de Química (XV ENEQ). Brasília, 2010.

PIRES, M.F.C. **Multidisciplinaridade, Interdisciplinaridade e Transdisciplinaridade no Ensino nterface – Comunic, Saúde, Educ 2**. São Paulo, 1998.

POZO, J. I.; GÓMEZ CRESPO, M. A. **A Aprendizagem e o Ensino de Ciências: Do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico**. 5 ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

ROQUE, N. F. e SILVA, J. L. P. B. **A linguagem química e o ensino da química orgânica** Química Nova, v.31, n.4, p.921-923, 2008.

SANTOS, L.M., PINHEIRO, B.C.S., BELLAS, R.R.D. **Modelos em Química: o ensino de ligação química**. XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC. Acessado em: <http://www.abrapecnet.org.br/enpec/xi-enpec/anais/listaresumos.htm> 15/10/2019

SANTOS, W. L. P. dos. **Contextualização no ensino de ciências por meio de temas CTS em uma perspectiva crítica**. Revista Ciência & Ensino, vol. 1, número especial, nov. 2007.

SAVIANI, D. . **História das Idéias Pedagógicas no Brasil**. Campinas, SP: Autores Associados, 2007.

SCHNETZLER, R.P. **A pesquisa em ensino de Química no Brasil: Conquistas e perspectivas**. Química Nova, supl. 1, p. 14-24, 2002.

SCHINITMAN, N.I. (Ed.). **Manual de metodologia de la enseñanza de la Química**. Córdoba: Ed. Gonzales Truccone, 1987. p. I.1-I.27.

SILVA.E.E.P.;Et Al.; **O ensino de química na construção da cidadania**, 49<sup>o</sup> Congresso Brasileiro de Química, Porto Alegre, 2009.

SILVA, J.; DEL PINO C. **Análise do capítulo ligação química nos manuais didáticos de Química Geral**. In: XVI Salão de Iniciação Científica da UFRGS. Resumos. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2003.

SOMMERMAN, A. **A interdisciplinaridade e a transdisciplinaridade como novas formas de conhecimento para a articulação de saberes no contexto da ciência e do conhecimento em geral: contribuição para os campos da Educação, da Saúde e do Meio Ambiente**. 853 f. 2012. Tese (Doutorado em Difusão do Conhecimento) - Faculdade de Educação, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2012.



THIESEN, J. S. **A interdisciplinaridade como um movimento articulador no processo ensino-aprendizagem.** *Rev. Bras. Educ.*[online]. 2008, vol.13, n.39, pp.545-554. ISSN 1413-2478. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-24782008000300010>.

TOMA, H. E. **Ligações Química: abordagem clássica ou quântica?** *Química Nova na Escola*, n.6, p.8-12, nov., 1997.

USBERCO, J.; SALVADOR, E. **Conecte Química**, volume único / 1ed. – São Paulo : Saraiva , 2014.

VILELA, E.M.; MENDES, I.J.M. **Interdisciplinaridade e saúde: estudo bibliográfico.** *Rev Latino-am Enfermagem*, v. 11, n. 4, p.525-31, 2003.

VOET, D.; VOET, J.G.; PRATT, C.W. **Fundamentos de Bioquímica.** 4ª. Edição. Porto Alegre: Artes médicas Sul, 2013. 931p.

ZABALA, A. **A prática educativa: como ensinar**, Artmed, Porto Alegre, 2010, 224p.

YIN, R. K . **Estudo de Caso: planejamento e métodos.** Porto Alegre: Bookman, 2015.

## APÊNDICES

### Apêndice 1 - Termo de Consentimento Esclarecido



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL  
EM QUÍMICA EM REDE NACIONAL - PROFQUI  
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA

**ABORDAGEM INTERDISCIPLINAR: AS LIGAÇÕES QUÍMICAS E AS INTERAÇÕES CONFORMACIONAIS DA HEMOGLOBINA COM O OXIGÊNIO MOLECULAR.**

Pesquisador (a): Karla Thayse Andrade Silva

Orientador (a): Profa. Dra. Sandra Rodrigues de Souza

Coorientador (a): Profa. Dra. Kátia Cristina Silva de Freitas

**Termo de Consentimento Livre e Esclarecido**

Recife, 2019.

## Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Você está sendo convidado para participar como voluntário em uma pesquisa. Antes de concordar em participar, caso você seja menor, deverá entregar seus pais ou responsáveis este convite, pois é importante que você e eles entendam as informações e instruções contidas neste documento. Após ser esclarecido sobre as informações a seguir, caso aceite participar do estudo, assine ao final deste documento, que está em duas vias. Uma delas é sua e a outra é do pesquisador responsável. Caso você se recuse a participar, não será penalizado de forma alguma.

Objetivo da Pesquisa: através desta pesquisa, pretende-se avaliar as contribuições e limitações de uma Sequência de Ensino Aprendizagem com abordagem interdisciplinar para o ensino de Ligações Químicas.

Procedimentos para execução da pesquisa: a pesquisa é de abordagem qualitativa e os participantes serão alunos (as) da 3ª série do Ensino Médio. A participação dos alunos nesta pesquisa consistirá em responder a questionários, assistir a vídeos e aulas expositivas dialogadas.

Para coleta de dados serão utilizados observação direta dos alunos ao longo das atividades e utilização de pré-testes diagnósticos e pós-testes que serão aplicados aos alunos (as) antes e após a aplicação das ferramentas didáticas.

Enfatiza-se que os dados obtidos com a aplicação dos instrumentos investigativos serão objetos de tratamento individual. Logo, será necessária a identificação dos participantes por números para preservar suas identidades e somente o nome da Escola participante e série dos alunos serão citados. Não sendo identificados de forma nominal os sujeitos, os resultados obtidos através desta pesquisa.

Os pesquisadores concordam, igualmente, que estas informações serão utilizadas única e exclusivamente para execução da presente pesquisa e das publicações resultantes dele, as informações somente poderão ser divulgadas de forma anônima.

Fui informado (a) ainda:

- Dos benefícios do presente estudo: Eles vão proporcionar um maior conhecimento sobre o tema abordado, com benefício direto para mim aluno (a) e

ou / filho (a) no seu aprendizado na disciplina de Química. Fui esclarecido que não existem riscos previsíveis com esta pesquisa. Os benefícios esperados desta pesquisa reportam a um aumento do conhecimento dos participantes sobre o assunto. Os benefícios esperados possibilitam um melhor entendimento dos conceitos químicos, contribuindo para uma apropriação do conhecimento científico no processo de ensino-aprendizagem bem como o desenvolvimento de uma aprendizagem significativa do conteúdo de Ligações Químicas pelos alunos.

- Do sigilo que assegura a privacidade dos dados coletados nos pré e pós- testes e da liberdade ou não de participar mais da pesquisa, tendo assegurado esta liberdade sem quaisquer represálias atuais ou futuras, podendo retirar meu consentimento em qualquer etapa do estudo, sem nenhum tipo de penalização ou prejuízo.
- Da segurança de que não serei identificado (a), e de que se manterá o caráter confidencial de informações relacionadas à minha privacidade, para proteção de minha imagem.
- Da garantia de que as informações não serão utilizadas em meu prejuízo;
- Da liberdade de acesso aos dados do estudo em qualquer etapa da pesquisa;
- De que não terei nenhum tipo de despesas econômicas, bem como não receberei nenhuma indenização pela minha participação na pesquisa.

Nestes termos e considerando-me livre e esclarecido (a), consinto em participar da pesquisa proposta, resguardando à autora do projeto propriedade intelectual das informações geradas e expressando concordância com a divulgação pública dos resultados, sem qualquer identificação dos sujeitos participantes.

## Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Eu, \_\_\_\_\_ RG N° \_\_\_\_\_

CPF \_\_\_\_\_, concordo em participar da pesquisa.

Fui informado e esclarecido pelo pesquisador sobre todas as etapas do estudo.

Local e data: \_\_\_\_\_

Assinatura: \_\_\_\_\_

## Concordância dos pais e responsáveis (para menores de 18 anos)

Eu \_\_\_\_\_, RG n° \_\_\_\_\_

CPF n° \_\_\_\_\_

Autorizo o(a) aluno(a) \_\_\_\_\_ a participar da  
pesquisa.

Fui informado e esclarecido pelo pesquisador sobre todas as etapas do estudo.

Local e data: \_\_\_\_\_

Assinatura: \_\_\_\_\_

## Apêndice 2 :

### Texto paradidático :

## Como as ligações químicas podem afetar a nossa respiração?

Prof<sup>a</sup>. Karla Silva

### Importância das proteínas no nosso organismo

O termo “proteína” vem da palavra grega protos, que significa “a primeira” ou a “mais importante”. As proteínas estão no centro das ações do processo biológico, participam e definem o metabolismo celular, exercendo várias funções como intracelulares e extracelulares, além disso, são componentes estruturais que são essenciais para células. De acordo com VOET (2015) “*uma lista completa de funções conhecidas das proteínas teria milhares de itens*” Para entender o funcionamento de uma proteína é necessário desvendar a sua estrutura molecular.

### Formação da estrutura das proteínas



**Vocês lembram como as proteínas são formadas?**

A estrutura primária de uma proteína é formada por uma sequência de aminoácidos unidos por um tipo de ligação específica.

### ***Você sabe qual o tipo de ligação que ocorre entre os aminoácidos?***

Os aminoácidos presentes nas moléculas de proteínas são ligados covalentemente uns aos outros através de ligações peptídicas



[http://www.fcfar.unesp.br/alimentos/bioquimica/introducao\\_proteinas/introducao\\_proteinas\\_dois.htm](http://www.fcfar.unesp.br/alimentos/bioquimica/introducao_proteinas/introducao_proteinas_dois.htm)

Vamos imaginar que a estrutura primária de uma proteína seja igual a uma fita, ao se enrolar forma a estrutura secundária. Essa estrutura secundária dá origem a estrutura terciária (forma de novelo) e a união de duas ou mais estruturas terciárias (novelos) dá origem a estrutura quaternária



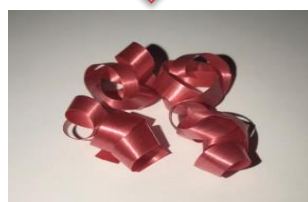
Estrutura primária (uma fita)



Estrutura secundária (forma helicoidal da fita)



Estrutura terciária (um novelo de fita)



Estrutura quaternária (novelos)



Agora que já sabemos como é a estrutura das proteínas, vamos conhecer uma proteína muito importante no nosso organismo: **A Hemoglobina !!!!!**

***O que sabemos sobre a hemoglobina dos mamíferos?***

É uma proteína quaternária, formada por um tetrâmero de globinas  $\alpha_2\beta_2$ .



Fonte: MARZZOCO, A.; TORRES, B.B. Bioquímica Básica, 3 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2007.

A figura (a) é uma ilustração da desoxiemoglobina (Desoxi-Hb), não tem oxigênio ligado na sua composição.

A figura (b) é a oxiemoglobina (Oxi-Hb), a molécula está saturada de oxigênio, os quatros grupos heme presentes na sua constituição interagem com 4 moléculas de oxigênio ( $O_2$ ).

Observem o espaço com a seta central para a Desoxi-Hb e a Oxi-Hb.

***Qual a seta que tem o tamanho maior?***

***Por que ocorre essa mudança na estrutura hemoglobina?***

Sabemos que a maior parte do oxigênio do sangue é transportado por moléculas de hemoglobina (Hb), que são encontradas nos eritrócitos.

### ***Como ocorre esse transporte?***

A hemoglobina é uma metaloproteína, pois na sua composição apresenta íons  $\text{Fe}^{+2}$  conhecidos como grupamento heme. A hemoglobina é a responsável pelo transporte de oxigênio dos pulmões que tem alta pressão de oxigênio ( $\uparrow p\text{O}_2$ ) para locais com baixa pressão ( $\downarrow p\text{O}_2$ ) tecidos celulares, necessário para queima de combustível metabólico, como os carboidratos.

Precisamos saber que cada molécula de hemoglobina satura-se nos pulmões nos capilares dos alvéolos pulmonares ( $p\text{O}_2 = 100$  torr) formando a oxiemoglobina, que percorre os vasos sanguíneos, ao chegar a  $p\text{O}_2$  igual a 30 torr o transporte desse gás é realizado pelas moléculas de mioglobina, pois estas, apresentam alta afinidade a molécula de oxigênio ( $\text{O}_2$ ) em baixas pressões facilitando a difusão do oxigênio para o músculo.

### **Desafio**

#### **Alpinismo: Um corpo nas alturas**

O organismo do homem sofre várias mudanças ao enfrentar a perigosa aventura de viver sob frio intenso e com pouco oxigênio.

“A primeira consequência da altitude é a diminuição do oxigênio que se respira”, conta o médico Eduardo Vinhaes, mergulhador e alpinista nas horas vagas, que há dois anos participou da primeira expedição brasileira ao Monte Everest. Os efeitos da redução do gás vital no organismo humano são devastadores. Um corpo humano começa a sofrer acima de 2 800 metros. É a partir daí que surgem os primeiros sinais

de aclimatação, com a mais óbvia resposta do organismo: aumentar a ventilação pulmonar, ou seja, a pessoa passa a respirar mais rápido e mais profundamente, na tentativa de colocar mais oxigênio para dentro. Ao mesmo tempo, para melhor distribuí-lo a todas as partes do corpo, a frequência cardíaca também aumenta.

A partir desse episódio ocorrido com alpinistas **publicado na revista Super Interessante em 30/09/1993 e editado em 31/10/2016**, como explicar a interação da hemoglobina com as moléculas de oxigênio nessas condições de ar rarefeito?

Com base nos conceitos de ligações químicas, que tipo de ligação ocorre entre a molécula de  $O_2$  e  $Fe^{+2}$  dos grupamentos heme presentes na molécula da hemoglobina?