

Aplicação de Estudo de Caso no Ensino de Isomeria Espacial no Ensino Médio

ÍVINA THAYNÁ MIRANDA TRINDADE

Instituto de Ciências Exatas e Tecnologia (ICET-UFAM), Amazonas, Brasil

ELSON ALMEIDA DE SOUZA

Instituto de Ciências Exatas e Tecnologia (ICET-UFAM), Amazonas, Brasil

JEAN MICHEL DOS SANTOS MENEZES

Instituto de Ciências Exatas e Tecnologia (ICET-UFAM), Amazonas, Brasil

ANIELE DA SILVA NEVES LOPES

Instituto de Ciências Exatas e Tecnologia (ICET-UFAM), Amazonas, Brasil

GEONE MAIA CORREA

Instituto de Ciências Exatas e Tecnologia (ICET-UFAM), Amazonas, Brasil

DOMINIQUE FERNANDES DE MOURA DO CARMO

Instituto de Ciências Exatas e Tecnologia (ICET-UFAM), Amazonas, Brasil

Abstract

The subject of spatial isomerism is studied rarely in high school, or in many cases not even mentioned by teachers. The greatest difficulties the students have is the visualization of molecules in spatial conformations, in order to understand the concepts of chirality, diastereoisomers, and enantiomers, so, in an attempt to remedy these difficulties, and present these new concepts to students, a didactic activity based on problem solving was proposed. In the case study format, this methodology was accompanied by lectures on the contents that deal with spatial isomerism, presenting the atomic models in the three-dimensional dimension, and their different conformations, and the study of an article entitled "Pharmaceuticals and Chirality" to contextualize the case presented to the students. Students also answered two questionnaires, one after the application of the case study and another after the explanation of the scientific article. The analysis of the answers indicates that the methodology fulfills its purpose, since it helped the students to understand the basic concepts of isometric chirality, the enantiomer configurations, and the different optical and pharmacological activities found in them. The results also

showed that the case study was a good teaching strategy that helped students with decision-making, text interpretation, and group work.

Keywords: Teaching. Isomerism. Chirality. Enantiomer. Diastereoisomer.

Resumo

Os assuntos de isomeria espacial são poucos estudados no Ensino Médio ou em muitos casos não são ao menos mencionados pelos professores. As maiores dificuldades dos alunos é a visualização das moléculas em conformações espaciais para compreender os conceitos de quiralidade, diastereoisômeros e enantiômeros, portanto, na tentativa de sanar essas dificuldades e apresentar estes novos conceitos aos discentes, foi proposto uma atividade didática pautada na resolução de problemas sociocientíficos no formato de estudo de caso, esta metodologia foi acompanhada de aulas teóricas sobre os conteúdos que versam sobre isômeria espacial, apresentando os modelos atômicos na dimensão tridimensional e suas diferentes conformações, além do estudo de um artigo intitulado “Fármacos e Quiralidade” para contextualizar o caso apresentado para os alunos. Os alunos também responderam dois questionários, um após a aplicação do estudo de caso e outro após a explicação do artigo científico. Na análise das respostas, pôde-se evidenciar que a metodologia cumpre com seu propósito, uma vez que auxiliaram os alunos a compreenderem os conceitos básicos de isomeria sobre a quiralidade, as configurações dos enantiômeros e as diferentes atividades ópticas e farmacológicas encontradas neles. Os resultados também mostraram que o estudo de caso foi uma boa estratégia de Ensino que auxiliou os estudantes na tomada de decisões, interpretação de textos e no trabalho em grupo.

Palavras chave: Ensino. Isomeria. Quiralidade. Enantiômeros. Diastereoisômeros.

1. INTRODUÇÃO

A aplicação das práticas pedagógicas promove a aprendizagem, o interesse e a compreensão de um conteúdo nos diferentes contextos de

uma Escola. A realidade de muitas Escolas brasileiras, nas disciplinas de química, são as constantes reclamações dos professores acerca da falta de motivação e interesse dos alunos em sala de aula. O ensino de química, tem se mostrado em constante atraso, pois não há a compreensão por parte dos alunos sobre as motivações de seu estudo e os conceitos do modo tradicional que são transmitidos (FARIA, 2014). Muitas vezes, o aluno é caracterizado como indisciplinado e irresponsável, ocasionando frustrações na carreira profissional do professor, que se acomoda diante de tantas dificuldades. O uso de metodologias alternativas como: tecnologias e/ou multimídia, vídeos, mapas conceituais, jogos didáticos, experimentos, estudos de caso (situações-problema), dentre outras, se configuram como alternativas viáveis para a superação dos inúmeros problemas encontrados no Ensino de Química no Ensino Médio.

Para Vygotsky (1998, 2003), o desenvolvimento dos níveis de aprendizagem por meio do diálogo e de interações na sala de aula possibilita aos educandos o desenvolvimento de processos psicológicos superiores, favorecendo a formação de conceitos científicos. Existem dois níveis de desenvolvimento de aprendizagem, a saber: nível de desenvolvimento real e nível de desenvolvimento potencial. Eles se distinguem em alguns pontos. O primeiro nível se dedica às capacidades já formadas pelo indivíduo, isto é, permite que a criança realize atividades por ela mesma, visto que os ciclos mentais e de desenvolvimento já se completaram. Referem-se às habilidades e ao conhecimento adquiridos pela criança. O segundo abraça as capacidades em construção, isto é, a criança apenas consegue realizar alguma atividade mais elaborada com a ajuda de outros indivíduos, por meio do diálogo e da cooperação.

Tradicionalmente, a relação professor-aluno é de forma passiva, ou seja, o professor é o único possuidor de conhecimento, devendo ele apenas transmitir ao aluno, o que em consequência desmotiva-o. Por este motivo, as novas perspectivas educacionais, destacam a importância da participação ativa do aluno no processo de construção do conhecimento (HAYDT, 2006).

Neste sentido, a utilização de novas ferramentas pedagógicas diminui a falta de interesse e desmotivação dos alunos, considerando que tais metodologias potencializam a aprendizagem dos educandos e

oportunizam o envolvimento ativo deles no processo de ensino-aprendizagem. Muitos estudos revelam que ao colocar o discente como protagonista na construção do processo de ensino-aprendizagem, o estudante torna-se protagonista do processo, favorecendo a construção dos seus próprios saberes e autor de seu conhecimento, e nestes casos, o professor torna-se o facilitador e moderador desse processo (CABRERA, 2006; KRASILCHIK, 2008; MACEDO; PETTY; PASSOS, 2005; MOREIRA, 2010; SÁ & QUEIRÓZ, 2010).

Os estudantes são motivados quando a aplicação destas ferramentas pedagógicas é vinculada as situações do dia-a-dia, despertando o interesse do aluno pela disciplina. Os assuntos tornam-se mais prazerosos e interessantes, trazendo resultados desejados na aprendizagem, na medida em que o aluno encontrar, através do conhecimento químico, as respostas para as perguntas que fazem parte do seu mundo.

Para Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2002), é importante que a sala de aula seja um espaço onde existam trocas reais entre professores e alunos, possibilitando um diálogo que permita um conhecimento sobre novas formas de compreender o mundo. O professor deve se focalizar em propostas de ensino que relacionem os conhecimentos científicos com a realidade dos alunos.

Uma das ferramentas pedagógicas que proporcionam esta conexão é o método de Estudo de caso, uma variante do método Aprendizagem Baseada em Problemas também conhecido como “Problem Based Learning (PBL)”. O aluno é incentivado a participar do processo de construção da aprendizagem, através da tomada de decisão para solução de casos e situações relativamente complexas (WATERMAN, 1998). O método compreende o ato de contar histórias, reais ou fictícios. A existência de personagens e suspenses no contexto dos casos configura-se como uma leitura prazerosa e atrativa ao aluno, que adquire interesse em solucionar o fato apresentado, ou seja, este método faz uso de narrativas sobre indivíduos enfrentando situações que necessitam de uma tomada de decisão. Quando utilizado, incentiva os alunos a se familiarizar com os personagens e as circunstâncias apontadas no caso, para assim compreender as situações e o contexto que elas ocorrem com o objetivo de solucioná-lo (SOUSA; ROCHA; GARCIA, 2012).

Nestas atividades, o professor deverá articular a busca do conhecimento, auxiliando o estudante nas análises do problema e até nas possíveis soluções envolvidas naquela situação.

Os métodos de estudo de caso podem ser classificados de formas diversificadas, Herreid (1998) definiu algumas atividades que poderiam se configurar como um estudo de caso, a saber:

1 - Através da aplicação de uma tarefa = o aluno pode solucionar um problema e explicar a sequência dos eventos que conduziram à sua resolução;

2 – Aula expositiva = a história é contada pelo professor;

3– Discussão = O caso é elaborado em torno de um dilema e para que ocorram as discussões relativas à história, o professor questiona os alunos sobre as perspectivas e sugestões para a resolução do caso;

4 - Atividades em pequenos grupos: A história é analisada por pequenos grupos de estudantes, que em conjunto devem solucionar o caso.

Para o estudo dos conteúdos de química, há possibilidade de aplicar qualquer uma dessas formas de estudo de caso, dependendo de como o professor busca trabalhar com sua turma, pois o ensino de química tem como componentes básicos a informação química e o contexto social (PAZINATO; BRAIBANTE, 2014).

Nesse sentido, refletindo sobre as incógnitas que perpassam o ensino de Química no Ensino Médio, compartilhamos do entendimento de que a questão que se configura neste estudo é de que maneira a utilização do método Estudo de Caso pode influenciar positivamente no processo de ensino aprendizagem de alunos da Terceira Série do Ensino Médio em uma Escola pública do município de Itacoatiara.

A escola escolhida para a aplicação do projeto é uma escola que trabalha com Educação de Jovens e adultos (EJA). O perfil desse público e sua heterogeneidade despertou o interesse pelos coordenadores do projeto em contribuir com o ensino de isomeria espacial para as turmas do 3º ano do EJA. Segundo Kutter (2011) o ensino de forma inflexível, rigorosa, descontextualizada e que apresentam carências metodológicas, dificultam o aprendizado dos alunos e seu processo formativo, podendo acarretar aversão à disciplina e ao ambiente escolar, além do sentimento de inabilidade frente às circunstâncias.

Em face dessas considerações, o objetivo deste trabalho é apresentar as análises do estudo de caso denominado “O efeito biológico dos medicamentos: o cuidado com a quiralidade das moléculas” , considerando que os métodos alternativos contribuem para a superação das práticas pedagógicas tradicionais no Ensino de Química no EJA, e por conseguinte, possibilitam a compreensão de temas e conceitos complexos.

2. METODOLOGIA

Este projeto se constitui, metodologicamente, como um estudo de caso, que se caracteriza por um estudo em uma situação bem delimitada, devendo ter seus contornos claramente definidos. Em um caso se tem interesse próprio, singular. Ele se constitui numa unidade dentro de um sistema mais amplo (LUDKE; ANDRE, 1986). Para se obter dados empíricos desta pesquisa se utilizaram instrumento de coleta de informações que foram analisadas, apropriando-se dos referenciais teóricos da pesquisa qualitativa e da pesquisa quantitativa (LUDKE; ANDRE, 1986; BOGAN; BIKLEN, 1994; GATTI, 2004). Os critérios de análise foram definidos em função do conteúdo de respostas dos alunos e dos objetivos da pesquisa.

Em seguida, foram realizados os encontros com três turmas do Ensino Médio do EJA pertencente a uma Escola Estadual do Município de Itacoatiara. Para discussão dos temas propostos foram realizadas as sequências metodológicas descritas a seguir:

1. Aula teórica sobre isomeria, propriedades físicas dos isômeros, estereoisômeros, carbono quiral, enantiômeros, substâncias opticamente ativas e o desvio do plano da luz polarizada no sentido horário (dextrogira - dextrorrotatória), anti-horário (levogira - levorrotatória), e atividade farmacológica dos enantiômeros.;
2. Adiante, a turma foi convidada a solucionar um caso de caráter sociocientífico intitulado: “o efeito biológico dos medicamentos: o cuidado com a quiralidade das moléculas” (Anexo 1), adaptado do artigo de Sousa & Queiroz (2014). Os alunos da graduação realizaram a representação textual do caso por intermédio de uma peça teatral, buscando transmitir a estória e garantir o

- entendimento do enredo por parte dos alunos, a leitura individual poderia dispersar a atenção de alguns alunos e ocasionar o desinteresse pelo assunto;
3. Explique o caso Talidomida. No estudo de caso proposto neste projeto o personagem central é um aluno de Química do Instituto de Ciências Exatas e Tecnologia (ICET) que acompanhando a preocupação de sua mãe, funcionária médica do hospital da cidade, busca descobrir o motivo dos diversos efeitos colaterais relatados pelos pacientes após o consumo de medicamentos produzidos por uma indústria farmacêutica recém-instalada na Cidade de Manaus. O processo de descoberta do problema e a formulação de soluções remetem os alunos a uma série de questões sociocientíficas, como a composição química dos medicamentos, a existência de substâncias com mesma fórmula molecular e com disposição espacial diferenciada, produção de medicamentos e a ética industrial.
 4. Com o propósito de avaliar os conhecimentos adquiridos pelos discentes e mensurar a eficiência da metodologia de estudo de caso foi aplicada uma avaliação diagnóstica aos discentes do Ensino Médio. Um total de 19 alunos (quantitativo das três turmas participantes do projeto) responderam 4 questões discursivas sobre a causa do problema relatado no caso;
 5. O caso apresentado e o questionário aplicado buscaram ponderar questões sobre a contaminação dos princípios ativos quirais dos fármacos por uma mistura racêmica dos pares de enantiômeros. O questionário foi proposto com o objetivo de verificar os conhecimentos adquiridos após a aplicação do estudo de caso;
 6. Após a aplicação do questionário diagnóstico foi realizada a leitura de um texto científico intitulado “Fármacos e quiralidade” de autoria de Fernando A. S Coelho. Posteriormente, foi aplicado um questionário avaliativo, contendo praticamente as mesmas questões que o questionário diagnóstico, com a diferença do acréscimo de mais uma pergunta aberta sobre a opinião dos alunos a respeito do projeto aplicado. O objetivo deste questionário foi verificar a evolução, aprimoramento e ressignificação dos conhecimentos dos alunos.

Os discentes que apresentassem os melhores resultados no questionário avaliativo eram premiados com uma caneca personalizada, com a logomarca do projeto, contendo chocolates sortidos.

A partir das respostas dos alunos, os resultados foram lidos, transcritos e deles retirados as falas significativas para avaliar os efeitos das metodologias aplicadas na compreensão dos conteúdos de isomeria espacial. A partir desta análise procurou-se identificar com maior clareza os sentidos produzidos pelas manifestações dos sujeitos da pesquisa (MORAES; GALIAZZI, 2011). Também foram analisadas as interações entre os alunos participantes do EJA e os discentes do curso de Licenciatura em Ciências: Química e Biologia, bem como, o interesse e o processo de aprendizagem dos principais conceitos científicos envolvidos no estudo de caso aplicado.

Os resultados obtidos por meio dos questionários foram categorizados em:

1. **Responde (R)**– quando a resposta apresentada pelo aluno está de acordo ou tem proximidade com os conceitos científicos, possuindo relação com a questão;
2. **Responde Superficialmente (RS)** – quando a resposta apresentada pelo aluno traz termos científicos, porém está incompleta ou é superficial;
3. **Não responde (NR)** – quando a resposta apresentada pelo aluno não está de acordo com os conceitos científicos, está fora de contexto e/ou não tem relação com o assunto em questão.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Dos 105 alunos matriculados nas turmas, apenas 70 frequentaram regularmente as aulas, mas o questionário inicial foi respondido pelos 19 alunos que se encontravam na sala no dia da aplicação. O questionário final foi respondido por 36 alunos identificados por números e letras que indicam a turma (A – turma 1, B – turma 2 e C – turma 3). Nos Quadros 1 e 2 foram organizadas as respostas dos alunos ao questionário inicial.

Ívina Thayná Miranda Trindade, Elson Almeida de Souza, Jean Michel dos Santos Menezes, Aniele da Silva Neves Lopes, Geone Maia Correa, Dominique Fernandes de Moura do Carmo- **Aplicação de Estudo de Caso no Ensino de Isomeria Espacial no Ensino Médio**

Quadro 1 - Respostas apresentadas referentes as perguntas 1 e 2 no questionário diagnóstico pelos estudantes do EJA do Ensino Médio.

1. Quais as diferenças entre os isômeros em um par de enantiômeros?	
Categoria	Unidade de significado
R	
RS	<ul style="list-style-type: none"> - A diferença é que eles possuem a mesma fórmula molecular, mas tem estruturas diferentes (aluno 7B); - Possuem a mesma fórmula molecular, porém são compostos diferentes (aluno 12 A); - Depende da fórmula molecular (aluno 3 C); - Apresentam atividades biológicas diferentes (aluno 6 B); - Depende da fórmula molecular (aluno 3 C);
NR	<ul style="list-style-type: none"> - Eles possuem o mesmo isômero, mas disposições diferentes (aluno 2B); - Os dois possuem a mesma composição, porém com funções diferentes (aluno 10 C); - Substâncias químicas com propriedades diferentes, porém apresentam a mesma fórmula molecular (aluno 5A); - Tem a mesma fórmula, porém com funções distintas (aluno 8B).
2. Quais as desvantagens de um fármaco formado pela mistura de enantiômeros?	
Categoria	Unidade de significado
R	
RS	<ul style="list-style-type: none"> - Eles possuem efeitos biológicos diferentes (aluno 5 B); - Provoca alterações nas atividades biológicas (aluno 3 A); - Em muitos casos não fazem o efeito desejado, podendo causar complicações de saúde (aluno 5 A); - Não fará o efeito esperado pelo paciente (aluno 3 C); - Causa graves problemas (aluno 2 A); - Pode causar danos à saúde; - O efeito pode ser o oposto do esperado (aluno 1 B);
NR	<ul style="list-style-type: none"> - Causa efeitos colaterais; - É que pode fazer bem ou mal para o ser humano (aluno 10 C);

Fonte: Autores, 2019.

Quadro 2 - Respostas apresentadas referentes as perguntas 3 e 4 no questionário diagnóstico pelos estudantes do EJA do Ensino Médio.

3. Como as alterações na orientação espacial dos centros quirais podem modificar o efeito biológico do medicamento?	
Categoria	Unidade de significado
R	
RS	<ul style="list-style-type: none"> - Quando o arranjo é modificado, forma outro enantiômero com efeitos biológicos diferentes (aluno 3C); - Se a orientação do desvio da luz for diferente o efeito biológico também será (aluno 2A); - Podem causar diferentes efeitos (aluno 2B); - Mudança do efeito biológico (aluno 8B); - Poderá causar efeitos indesejados (aluno 1B); - Altera a função do produto (aluno 7B);
NR	<ul style="list-style-type: none"> - Não sei explicar (aluno 5A); - Podem fazer mal (aluno 5B); - Pode girar o sentido da luz para direita ou para esquerda (aluno 18C).

Ívina Thayná Miranda Trindade, Elson Almeida de Souza, Jean Michel dos Santos Menezes, Aniele da Silva Neves Lopes, Geone Maia Correa, Dominique Fernandes de Moura do Carmo- **Aplicação de Estudo de Caso no Ensino de Isomeria Espacial no Ensino Médio**

4. Qual (is) a(s) principal (is) causa (s) no problema relatado no estudo de caso intitulado “O efeito biológico dos medicamentos: o cuidado com a quiralidade das moléculas”?	
R	
RS	<ul style="list-style-type: none"> - O cuidado com a quiralidade das moléculas (aluno 2A); - O enantiômeros causam efeitos biológicos contrários (aluno 8B); - Apresentam atividade óptica diferenciada (aluno 18C); - As pessoas estavam tomando os medicamentos, mas não estava fazendo o efeito esperado (aluno 3C); - O medicamento fabricado era o outro enantiômero (aluno 10C).
NR	- Efeito biológico dos medicamentos (aluno 5A);

Fonte: Autores, 2019.

A análise das explicações nos permite concluir que as respostas apresentadas no quadro 1 e 2 respondem superficialmente ou não respondem a questão perguntada, o que significa que o conhecimento adquirido até o momento pelos alunos ainda está em um nível muito baixo do esperado, demonstrando um não-entendimento dos conceitos mais básicos sobre isomeria espacial. Además, dos 19 alunos que responderam ao questionário, cerca de 11 alunos apresentaram respostas que integravam informações relevantes ao assunto apresentado, os demais assinalaram que não sabiam responder ou forneciam explicações completamente descontextualizadas. As respostas revelaram que 57,89% dos alunos compreendiam que os compostos que apresentam a mesma fórmula molecular, mas arranjos espaciais diferentes, são denominados de enantiômeros. Estes possuem diferença na atividade óptica (desvio da luz polarizada para direita ou para esquerda) e farmacológica, porém, os estudantes mostraram dificuldades em explicar como os diferentes enantiômeros podem modificar suas ações farmacológicas. Nenhum aluno fez menção aos conceitos relevantes de carbono quiral e não deram exemplos de enantiômeros, suas configurações e atividades ópticas e farmacológicas. Em relação ao caso apresentado, os alunos deveriam identificar e definir o problema, apenas 1 aluno alcançou a correta identificação. Posteriormente deveria usar informações necessárias à solução do problema e apresentar a solução do problema, nenhum aluno conseguiu responder corretamente.

Com a aplicação do questionário inicial foi possível estudar e planejar, de modo geral, a maneira mais eficiente de criar as conexões entre os novos conceitos sobre isomeria com os subsunçores

preexistentes na estrutura cognitiva dos estudantes e permitir, por meio de novas intervenções pedagógicas, que eles próprios criassem as hipóteses, desenvolvessem as teorias e alcançassem os resultados. Além disso, o grau de confiança do questionário inicial serviu para identificar quais conceitos que precisariam ser trabalhados mais pontualmente, ou seja, quais conceitos ainda não eram significativos para os alunos.

Diante destas observações, realizou-se a leitura de um artigo para as turmas, com o objetivo de complementar todos os assuntos apresentados e auxiliar na compreensão do caso.

A aplicação do questionário final (avaliativo) constituiu-se como a última atividade de aplicação do conhecimento e da sequência didática. Este questionário foi um meio para averiguar-se a reformulação, aprimoramento das ideias e concepções dos alunos a respeito do conteúdo de isomeria espacial e a resolução do caso apresentado. Trinta e sete alunos responderam o questionário final, estes, foram identificados de forma sigilosa e aleatória de 1 a 37 (A – turma 1, B – turma 2 e C – turma 3) independente do questionário inicial e as respostas dos mesmos às questões são apresentadas nos quadros 3 a 6.

Quadro 3- Respostas apresentadas da pergunta 1 do questionário avaliativo pelos estudantes do EJA do Ensino Médio.

1. Quais as diferenças entre os isômeros em um par de enantiômeros?	
Categoria	Unidade de significado
R	<ul style="list-style-type: none"> - Isômeros: são moléculas que apresentam a mesma fórmula molecular, mas possuem propriedades e características estruturais diferentes (aluno 3B); - Isômero óptico: é caracterizado pelo desvio que os compostos químicos apresentam quando expostos ao plano da luz polarizada (aluno 25 A); - Apresentam a mesma fórmula molecular, mas o que muda entre eles é a estrutura. Eles possuem efeitos biológicos diferentes (aluno 12 A).
RS	<ul style="list-style-type: none"> - Quando a luz atinge a molécula, ela desvia para esquerda ou para direita (aluno 2A); - Uma dextrogira que desvia a luz polarizada para a direita. E a levogira são substâncias que desviam a luz para a esquerda (aluno 20B); - A diferença é que eles possuem a mesma fórmula molecular, mas tem estruturas diferentes (aluno 3C); - É que uma é da direita e outra da esquerda (S) e (R) (aluno 4A); - Elas apresentam a mesma fórmula molecular, mas com funções diferentes (aluno 30 A); - São moléculas que apresentam mesma fórmula, porém apresentam moléculas diferentes (aluno 36 B);
NR	

Ívina Thayná Miranda Trindade, Elson Almeida de Souza, Jean Michel dos Santos Menezes, Aniele da Silva Neves Lopes, Geone Maia Correa, Dominique Fernandes de Moura do Carmo- **Aplicação de Estudo de Caso no Ensino de Isomeria Espacial no Ensino Médio**

Fonte: Autores, 2019.

Quadro 4- Respostas apresentadas na pergunta 2 do questionário avaliativo pelos estudantes do EJA do Ensino Médio.

2. Quais as desvantagens de um fármaco formado pela mistura de enantiômeros?	
Categoria	Unidade de significado
R	<ul style="list-style-type: none"> - Eles possuem efeitos biológicos diferentes (aluno 19 A); - Por que uma mistura de enantiômeros pode causar efeitos biológicos diferentes (aluno 30A); - Em muitos casos não fazem o efeito desejado, podendo causar complicações de saúde (aluno 25 A);
RS	<ul style="list-style-type: none"> - Um enantiômero pode ser bom e outro não (aluno 1B); - Ainda que os enantiômeros apresentem a mesma fórmula molecular, seus efeitos biológicos são opostos (aluno 16 C);
NR	<ul style="list-style-type: none"> - O efeito pode ser o oposto do esperado (aluno 12 A); - É que pode fazer bem ou mal para o ser humano (aluno 36 B);

Fonte: Autores, 2019.

Quadro 5- Respostas apresentadas pergunta 3 do questionário avaliativo pelos estudantes do EJA do Ensino Médio.

3. Como as alterações na orientação espacial dos centros quirais podem modificar o efeito biológico do medicamento?	
Categoria	Unidade de significado
R	<ul style="list-style-type: none"> - Se o isômero girar o plano da luz polarizada para a direita, ele apresentará um efeito biológico. Se o giro da luz for para a esquerda o efeito biológico é outro (aluno 36 B); - Os átomos estão distribuídos da mesma maneira, mas ocupam posições diferentes no espaço. Podendo assim modificar a ação biológica dos isômeros (aluno 2A); - Se tiver configuração S terá um efeito e se for R apresentará um efeito diferente (aluno 25 A); - Se o isômero girar o plano da luz polarizada para a direita, ele apresentará um efeito biológico. Se o giro da luz for para a esquerda o efeito biológico é outro (aluno 36 B); - Se mudar as estruturas do arranjo, a molécula apresentará outro efeito biológico (aluno 4A); - Sim. Algumas trazem eficácia para uma determinada doença, mas se não houver uma orientação específica pode trazer complicações para a saúde (aluno 16C); - A modificação do arranjo espacial acarreta mudança na atividade biológica (aluno 3C).
RS	<ul style="list-style-type: none"> - São moléculas que parecem iguais, mas apresentam efeitos biológicos diferentes (aluno 19A); - Por que eles têm efeitos diferentes (aluno 1B); - Dependendo do arranjo dos átomos na molécula a resposta biológica é diferente, como no caso da Talidomita (aluno 30 A);
NR	

Fonte: Autores, 2019.

Quadro 6- Respostas apresentadas na pergunta 4 do questionário avaliativo pelos estudantes do EJA do Ensino Médio.

4. Explique o caso Talidomida.	
Categoria	Unidade de significado
R	<ul style="list-style-type: none">- O caso talidomida ficou conhecido porque neste período muitas crianças nasciam com deficiência física. As mães tomavam a talidomida que fazia o efeito oposto, um enantiômero é sedativo e outro é teratogênico (aluno 16C);- Talidomita teratogênico e sedativo. As mulheres procuram o medicamento sedativo, mas estavam consumindo o enantiômero com efeito teratogênico. Os bebês nasciam com deformações (aluno 3C);- O medicamento ocasionava efeitos teratogênicos nos bebês;(S) – Talidomita teratogênica – Crianças nascem com deformações(R) – Talidomita sedativa – Diminuí os enjoos matinais (aluno 2A);- Foi produzido no final dos anos 50, como um sedativo, porém as mulheres estavam consumindo o seu enantiômero (aluno 36B);
RS	<ul style="list-style-type: none">- Talidomita sedativa faz bem para as mulheres grávidas, porém a talidomita teratogênica provoca efeitos ruins, causando deformações congênitas (aluno 30 A);- A talidomita que estava sendo consumida pelas mulheres nos anos 50 fazia o efeito contrário do esperado, os bebês nasciam com deficiência (aluno 19A).
NR	

Fonte: Autores, 2019.

O questionário final foi aplicado após a explicação do artigo e consequente contextualização do caso apresentado na aula anterior. O objetivo do questionário final foi avaliar a reconstrução e ressignificação de conceitos preexistentes na estrutura cognitiva dos alunos em decorrência das aulas e análise do caso. Os educandos puderam responder às mesmas questões do questionário inicial após a aplicação de diferentes metodologias, e foi possível verificar a evolução e apropriação dos conceitos químicos envolvidos no conteúdo de isomeria constitucional, óptica, enantiômeros, configuração R e S, efeitos teratogênicos do medicamento talidomida e o entendimento das situações apresentadas na estória do caso apresentado. Além da metodologia aplicada, os objetivos alcançados somente foram possíveis em função da ativa participação dos alunos na pesquisa e no envolvimento com as atividades propostas. Neste contexto, verificou-se que os alunos apresentaram grande interesse pelo projeto aplicado, pois foi possível explicar muitos conceitos através da análise de uma estória envolvendo o cotidiano das pessoas. Além disto, houve um grande interesse dos alunos em responder o questionário avaliativo, pois o discente que apresentasse a resposta mais completa seria recompensado com um prêmio simbólico, este fator, permitiu uma grande interação entre os discentes da Escola e os acadêmicos

participantes do projeto, possibilitando a troca de informação entre eles.

RELATO DE EXPERIÊNCIAS PESSOAIS

O relato de experiências pessoais dos alunos, coletado após a aplicação da sequência didática do conteúdo de isomeria espacial, constituiu-se como um importante instrumento de coleta de dados. Os alunos mencionaram não apenas o caráter motivacional do uso da metodologia de estudo de caso, mas também a eficiência no processo de ensino-aprendizagem, o que contribuiu para que a metodologia aplicada fosse significativa.

1A – *“Na minha opinião foi feito um grande trabalho, com uma apresentação de qualidade e assim pudemos entender como compostos com a mesma fórmula molecular podem apresentar atividades biológicas diferentes”;*

4B- *“Um projeto que nos trouxe bons conhecimentos sobre os diferentes efeitos dos medicamentos”;*

5C – *“Um ótimo projeto, nos ensinou muitas coisas sobre isomeria. A encenação foi muito boa, pois nos ajudou a compreender o assunto”;*

10A – *“É um projeto muito bom que nos ajuda aprender mais sobre a química. Entendi que a molécula do medicamento fazia o efeito oposto ao esperado pq outro enantiomero foi produzido”;*

9B – *“Este projeto tem como objetivo apresentar uma atividade didática no formato de estudo de caso. Essa apresentação veio proporcionar aos alunos: competências e habilidades, interpretação de texto e resolução de caso”;*

11A – *“Um ótimo projeto que está disposto a ajudar os alunos do Ensino Médio”;*

6C- *“Todos estão de parabéns pelo belo projeto e todos os alunos que apresentaram serão grandes profissionais”;*

10B- *“Todos estão de parabéns pelas explicações. Pudemos aprender muito sobre o conteúdo de isomeria”;*

1B – *“Um projeto muito bom que nos ajudou a compreender mais sobre o assunto de química”;*

7C – *“Na minha opinião, achei muito interessante, os alunos estão apresentando o que acontece no nosso dia-a-dia, o efeito inesperado de alguns medicamentos”;*

8A – *“Gostei muito do projeto, pois nos trouxe os motivos de alguns medicamentos não fazerem efeito”*

9B – *“O projeto é muito bom, vai nos ajudar em nossos estudos e também nos mostra o efeito que uma medicação mal formulada pode causar em nosso organismo”;*

12C – *“Eu achei muito interessante, nos ajuda a entender o que nos faz mal e como um medicamento pode ser produzido equivocadamente”.*

Conhecer a opinião e parecer dos alunos a respeito da metodologia de ensino aplicada constitui-se como importante norteador do trabalho do professor em sala de aula. Quando o aluno demonstra, inicialmente, interesse e motivação para aprender, uma importante etapa do processo de ensino e aprendizagem é alcançada. Dessa maneira, a inserção de conteúdos torna-se muito mais natural e sutil, de modo que o aluno aprende e compreende, até mesmo sem perceber. O processo de ensino e aprendizagem torna-se muito mais prazeroso e, com isso, adquire um grande potencial significativo.

5. CONCLUSÃO

Muitos trabalhos encontrados na literatura mencionam que a contextualização dos conteúdos de químicas com os assuntos encontrados no dia-a-dia despertam o interesse dos discentes pela disciplina, o uso de estudo de casos na solução de problemas configura-se como uma importante ferramenta tanto para o aprendizado de conteúdos informativos quanto formativos.

Como a temática estava relacionada com situações do cotidiano dos alunos, os estudantes puderam compreender conceitos básicos de isomeria óptica, como: carbono quiral, mistura racêmica, distereoisômeros, assimetria, simetria e atividades ópticas e farmacológicas de enantiômeros. Estas compreensões foram atestadas pelo comparativo das respostas obtidas pelo questionário diagnóstico e avaliativo, permitindo identificar o desenvolvimento de habilidades durante o estudo do caso apresentado, pois o método exige leituras e debates sobre o problema apresentado, neste trabalho, os alunos

realizaram interpretação de problemas, investigações para solucionar o caso e a decisões para a proposição de resposta para o caso apresentado.

Além disso, os resultados obtidos neste trabalho corroboram trabalhos que mencionam esta metodologia como uma importante ferramenta para o ensino diferente do tradicional.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

- BODGAN, R.; BIKLEN, S. Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos. Porto: Porto Editora, 1994.
- CABRERA, W. B. A Ludicidade para o Ensino Médio na disciplina de Biologia: contribuição ao processo de aprendizagem em conformidade com os pressupostos teóricos da aprendizagem significativa. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) - Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 159p, 2006.
- COELHO, F. A. S. Fármacos e quiralidade. Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola, n. 03, maio, 2001.
- DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A.; PERNAMBUCO, M. M. Ensino de ciências: fundamentos e métodos. São Paulo: Cortez, 2002.
- FARIA, F. L. de. O Estudo de caso aplicado ao ensino médio: o olhar do professor e do aluno sobre essa estratégia de ensino. Dissertação (Mestrado em Química) – Universidade Federal de Juiz de Fora, 118p, 2014.
- HAYDT, R. C. C. Didática Geral. 8º ed. São Paulo: Ática, 327p., 2006.
- HERREID, C. Make a good case. Revista os Science of the education' scollege, Magazine of Science of the education'scollege, Wilson Boulevard, Arlington, VA 220201, 1-13, 1998.
- KRASILCHICK, M. Prática de Ensino de Biologia. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2008.
- LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. Pesquisa em educação: abordagens qualitativas. São Paulo: Editora Pedagógica e Universitária, 1986. 99 p.
- MACEDO, L. de; PETTY, A. L. S.; PASSOS, N. C. Os jogos e o lúdico na aprendizagem escolar. Porto Alegre: Artmed, 2005.
- MORAES, R; GALIAZZI, M. C. Análise textual discursiva. Ijuí: Unijuí, 2011.
- MOREIRA, M. A. Mapas conceituais e aprendizagem significativa. São Paulo: Centauro Editora, 2010.
- SÁ, L.P.; QUEIRÓZ, S.L. Estudo de Caso no Ensino de Química. Campinas: Átomo, 2010.

PAZINATO, M. S.; BRAIBANTE, M. E. F. O estudo de caso como estratégia metodológica para o ensino de Química no nível médio. *Revista Ciências & Ideias*, v. 5, n. 2, 2014.

SOUSA, R. S. de; ROCHA, P. D. P.; GARCIA, I. T. S. Estudo de caso em aulas de química: percepção dos estudantes de nível médio sobre o desenvolvimento de suas habilidades. *Química Nova na Escola*, v. 34, n.4, p. 220-228, 2012.

SOUZA, N. S; QUEIROZ, S. L. Gêmeos, genéricos e quirais: um estudo de caso sobre a relação entre estereoquímica e atividade farmacológica. *Ensino, Saúde e Ambiente*, v.7, n.1, Edição Especial, 2014.

VYGOTSKY, L. S. *Psicologia pedagógica*. Porto Alegre: Artmed, 2003.

VYGOTSKY, L.S. *A Formação Social da Mente*. 6ª ed. São Paulo: Martins Fontes Editora LTDA, 1998.

WATERMAN, M. A. Investigative case study approach for biology learning. *Bioscene: journal of college biology teaching*, v. 24, n. 1, p. 3-10, 1998.

ANEXO 1

Estudo de caso adaptado de Sousa & Queiroz (2014).

O efeito biológico dos medicamentos: o cuidado com a quiralidade das moléculas

A pacata cidade de Itacoatiara, no interior do Estado do Amazonas, nunca expressou tanta satisfação ao sistema único de saúde local, a presença de médicos especializados em diferentes áreas, o rápido atendimento nas unidades de saúde e a distribuição de medicamentos para a população carente deixou pais e mães de família, além de idosos muito felizes.

A administração local confirmou que o elevado estoque de medicamentos era devido à chegada de uma indústria farmacêutica de genéricos de pequeno porte à cidade de Manaus. A empresa denominada “medicamentos quirais” é filiada a uma empresa Japonesa e realiza a síntese de fármacos quirais em sua forma opticamente pura. Tamanha alegria somava-se a grandes expectativas aos recém-formados na área, pois com a chegada da empresa aumentou a procura de químicos na cidade e no interior, além disso, houve uma redução considerável na venda de importantes fármacos utilizados na região.

Entretanto, alguns meses após as grandes mudanças na região, a Dra Selma tem recebido reclamações de vários pacientes.

Dona Graça: oh Doutora, eu não aguento mais a minha dor de cabeça, eu fui no outro posto a médica até aumentou a dose, mas “num tem passado as dore”, hoje “tirei” a pressão é está alta demais. Minha filha mais velha até foi comprar o remédio na farmácia, pois ela disse que o remédio do hospital num presta.

Seu Raimundo: Ah doutora tenho passado mal muito mal, a sorte que eu ainda tinha erva cidreira e tomei bastante ontem, mas hoje voltou “as dor”.

Dona Francisca: Pois é Doutora, acho que “as tosse tá piorando” e nem estou enxergando direito mais...O que será isso?

Tais fatos estavam deixando a doutora Selma muito preocupada. Era estranho que vários pacientes apresentaram queixas pelos medicamentos distribuídos nos postos ou mesmo aqueles que comprados nas farmácias local. Vasculhando um pouco mais, Dra. Selma descobriu que os principais fármacos genéricos utilizados no hospital eram provenientes da empresa “medicamentos quirais”: Captropil, Ibuprofeno, Amoxilina, Penicilina e Etambutol. Apesar da grande suspeita, Dra. Selma tinha que lidar com grande cautela sobre o assunto, pois a empresa pertence a uma multinacional, porém não poderia fechar os olhos ao assunto, sobretudo quando dona Inês de 65 anos deu entrada no hospital com pressão alta e a família aflita com a

situação, a própria Dra. buscou o remédio de outra marca e conseguiu estabilizar a pressão da Senhora e acalmar a família. Após noites em claro, e pensativa, Dra. Selma ligou para um dos seus filhos que era estudante de Graduação em Química no ICET e, entre outros assuntos, contou-lhe o dilema:

- Pois é filho, estou sem saber o que fazer! Tenho grandes suspeitas que a causa disso possa ser os medicamentos da tal empresa que te falei, mas se eu estiver errada? E se for algo parecido com aquele caso da Talidomida? Será que é possível? O que vc acha?

- Mãe, entendo que seja uma situação difícil... Tenho uma ideia estarei em Manaus nas próximas duas semanas, entrarei em contato com alguns colegas que trabalham nesta empresa e vou perguntar se existe a possibilidade de alguns amigos e eu estagiarmos lá, como parte do trabalho de Conclusão de Curso. Dessa forma, tentaremos descobrir algo mais a fundo e, caso haja irregularidades envolvendo matéria-prima ou algum processo, falarei com eles para que possam resolver o mais rápido possível.

Você faz parte do grupo que, juntamente com o filho da Dra. Selma, vai estagiar na empresa e tentar descobrir qual a causa do problema envolvendo os compostos acima citados. Posteriormente, proponham alternativas para a resolução do mesmo.

MOMENTOS DE REFLEXÃO

1. Quais as diferenças entre os dois isômeros em um par de enantiômeros?
2. Quais as desvantagens de um fármaco formado pela mistura de enantiômeros?
3. Como as alterações na orientação espacial dos centros quirais podem modificar o efeito biológico do medicamento.
4. Explique o caso Talidomida.