



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CAMPUS DO AGRESTE
NÚCLEO DE FORMAÇÃO DOCENTE
QUÍMICA - LICENCIATURA



PEDRO AURELIANO MAIA MENDES

**USO DE ANALOGIAS NO ENSINO DE QUÍMICA: FUTEBOL AMERICANO E O
ENSINO DE ACIDEZ E BASICIDADE EM COMPOSTOS ORGÂNICOS**

Caruaru-PE

2021

PEDRO AURELIANO MAIA MENDES

**USO DE ANALOGIAS NO ENSINO DE QUÍMICA: FUTEBOL AMERICANO E O
ENSINO DE ACIDEZ E BASICIDADE EM COMPOSTOS ORGÂNICOS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Colegiado de Química Licenciatura do Centro Acadêmico do Agreste da Universidade Federal de Pernambuco como requisito parcial para a obtenção do título de Licenciado em Química.

Orientador: Prof. Dr. Ricardo Lima Guimarães

Caruaru

2021

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do programa de geração automática do SIB/UFPE

Mendes, Pedro Aureliano Maia.

USO DE ANALOGIAS NO ENSINO DE QUÍMICA: FUTEBOL
AMERICANO E O ENSINO DE ACIDEZ E BASICIDADE EM
COMPOSTOS ORGÂNICOS / Pedro Aureliano Maia Mendes - 2021.

47f.: il.;30 cm.

Orientador(a): Ricardo Lima Guimarães

TCC (Graduação) - Universidade Federal de Pernambuco, CAA, Química -
Licenciatura, 2021.

Inclui referências, apêndices.

1. Futebol Americano. 2. Ácidos carboxílicos e aminas. 3. Sequência
didática. I. Guimarães, Ricardo Lima II. Título.

540 CDD (22.ed.)

PEDRO AURELIANO MAIA MENDES

**USO DE ANALOGIAS NO ENSINO DE QUÍMICA: FUTEBOL AMERICANO E O
ENSINO DE ACIDEZ E BASICIDADE EM COMPOSTOS ORGÂNICOS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Licenciatura em química da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para a obtenção do título de Licenciado em Química.

Aprovada em: 16/12/2021

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Ricardo Lima Guimarães (Orientador)
NICEN – CA – Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dr. João Eduardo Fernandes Ramos (Examinador 1)
NFD – CA – Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Me. Stterferson Emanuel da Silva (Examinador 2)
Secretaria Estadual de Educação – PE

AGRADECIMENTOS

A Deus, por ter permitido que eu tivesse saúde, a meu pai por ter sido essencial em minha vida, me fornecendo casa, trabalho e amor, além de ensinar valores que vão além de um diploma. A minha querida mãe (*in memoriam*) que mesmo com apenas 14 anos presente em minha vida estará eternizada em todos os momentos, por sempre me colocar em primeiro lugar. Aos professores que me ajudaram a concluir esse documento em especial, ao meu orientador por não desistir de mim. E não podia deixar de fora um agradecimento aos meus amigos de verdade que eu sei quem são.

RESUMO

A utilização de analogias para o ensino de química é frequentemente utilizada na sala de aula, muitas vezes de maneira inseparável e até despercebida, o que ocorre pela própria ciência ser tão abstrata. Isto torna sua percepção muito subjetiva, havendo a necessidade de uma comparação ou mesmo associação com situações do cotidiano. Na realização desse trabalho se buscou avaliar a possível utilização de uma analogia para o ensino de acidez e basicidade de compostos orgânicos por meio de uma sequência didática que relaciona o futebol americano com ácidos e bases orgânicas. A metodologia adotada foi a aplicação de uma oficina em três dias para alunos da graduação de licenciatura em química, na qual se propôs uma sequência didática envolvendo alguns aspectos do futebol americano (lançamento e recepção) e a química ácido-base de compostos orgânicos (ácidos carboxílicos e aminas). A analogia pretendida foi destacar a força ácida (liberação de próton) e a básica (recepção do próton) dos compostos orgânicos na comparação com a qualidade de um lançamento e recepção de uma bola no jogo do Futebol Americano, respectivamente. A coleta de dados se deu por meio de gravação da participação dos convidados na oficina e de um questionário aplicado posteriormente, no qual ambos foram feitos de forma totalmente remota e com a preservação do sigilo dos participantes. A pesquisa teve caráter qualitativo e foi concluída após a análise dos dados recolhidos através das gravações e questionários. Após análise, foi possível observar que os estudantes participantes compreenderam o objetivo principal da oficina e destacaram em suas falas a importância do uso de uma analogia. Além disso, mesmo tendo sido utilizado um esporte com regras muitas vezes desconhecidas e um tanto complexas, eles compreenderam a relação com a química de ácidos e bases, o que é fundamental para o uso de uma analogia. Eles também reforçaram a importância que o uso de analogias para o ensino de química ou mesmo de outras áreas das ciências. Por fim, se abriu a possibilidade do uso para o uso de outros esportes como analogia, reforçando a questão da transdisciplinaridade, que ajuda a construir uma educação mais integrada.

Palavras-chave: Analogia. Futebol americano. Ácidos carboxílicos e aminas. Sequência didática.

ABSTRACT

The use of analogies for teaching chemistry is often used in the classroom, often inseparably and even unnoticed, which happens because science itself is so abstract. This makes their perception very subjective, with the need for comparison or even association with everyday situations. In carrying out this work, we sought to evaluate the possible use of an analogy for teaching about acidity and basicity of organic compounds through a didactic sequence that relates American Football with organic acids and bases. The methodology adopted was the application of a three-day workshop for undergraduate chemistry students, in which a didactic sequence was proposed involving some aspects of football (launch and reception) and the acid-base chemistry of organic compounds (carboxylic acids and amines). The intended analogy was to highlight the acidic (proton release) and basic (proton reception) strength of organic compounds in comparison with the quality of a ball tossing and receiving a ball in the Football game, respectively. Data collection took place through recording the participation of the guests in the workshop and an applied questionnaire, in which both were done completely remotely and with the preservation of the confidentiality of the participants. The research was qualitative in nature and was concluded after analyzing the data collected through recordings and questionnaires. After analysis, it was possible to observe that the participating students understood the main objective of the workshop and highlighted the importance of using an analogy in their speeches. Furthermore, even though a sport with often unknown and complex rules was used in the didactic sequence, they understood the relationship with the chemistry of acids and bases, which is fundamental for the use of an analogy. They also reinforced the importance of using analogies for teaching chemistry or even other areas of science. Finally, the possibility of using other sports as an analogy was opened, reinforcing the issue of transdisciplinarity, which helps to build a more comprehensive education.

Keywords: Analogy. Football. Carboxylic acids and amines. Didactic sequence.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	8
2	OBJETIVOS	9
2.1	OBJETIVO GERAL	9
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	9
3	REFERENCIAL TEÓRICO	10
3.1	O FUTEBOL AMERICANO	10
3.2	O USO DE ANALOGIA NO ENSINO DE QUÍMICA	18
3.3	ACIDEZ E BASICIDADE DE COMPOSTOS ORGÂNICOS	20
4	METODOLOGIA	26
4.1	QUESTÃO NORTEADORA E PRESSUPOSTO DA PESQUISA	26
4.2	A SEQUÊNCIA DIDÁTICA	26
4.3	SOBRE A OFICINA	29
4.3.1	Dia 1 – Sobre o Futebol Americano	29
4.3.2	Dia 2 – Sobre os Ácidos Carboxílicos e Aminas	29
4.3.3	Dia 3 – Discutindo o Uso da analogia	30
4.4	COLETA DOS DADOS	30
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	31
5.1	DIA 1	31
5.2	DIA 2	33
5.3	DIA 3	37
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	41
	REFERÊNCIAS	42
	APÊNDICE A	44
	APÊNDICE B	45

1 INTRODUÇÃO

A escolha do objeto de pesquisa foi relativamente simples, comecei a acompanhar o esporte em 2013 e venho de maneira sistemática acompanhando com o passar dos anos e com uma escalada na frequência, desse modo a escolha do futebol americano foi quase que automática, mas havia um detalhe faltando, como encaixar o futebol americano no ensino de química? Fui atrás de pesquisas e artigos sobre, e é uma área muito escassa, mas encontrei um que me chamou muita a atenção o artigo *Weak vs Strong Acids and Bases: The Football Analogy*, de Todd P Silverstein (2000), no qual propõe uma estratégia para o ensino de ácidos e bases baseado em jogadas do futebol americano.

Quando decidimos que seguiríamos pelo mesmo eixo do artigo base, e tomaríamos como sentido o seguinte intento: “Como relacionar o futebol americano com o ensino de ácidos e bases orgânicas?”, que acabou por se tornar a questão norteadora de todo o projeto.

Então com todo meu histórico em relação ao esporte e uma área promissora para futuros estudos, principalmente no Brasil onde o crescimento por meio de audiência¹ como por mídia sociais é constante, além da própria prática esportiva.

Na minha cidade Caruaru, onde o time da cidade o Caruaru Wolves faz parte da liga nacional de futebol americano BFA, e os jogos são realizados no estádio Luiz Lacerda, o principal da cidade onde inclusive já ocorreram grandes jogos do futebol tradicional, aliado a possibilidade de ensino utilizando o esporte é que veio a motivação para o projeto.

Para a forma de execução do projeto que agora já tem um norte, foi pensado juntamente com o orientador do projeto e ficou estabelecido que: Esse projeto seria de caráter qualitativo, onde uma sequência didática é proposta com o objetivo de explorar o conteúdo de ácidos e bases, relacionando com o futebol americano.

Nessa sequência o caminho seguido é dividido em quatro momentos que são respectivamente: Apresentação do futebol americano; Apresentação das leis de ácido e base; Ligação entre os dois primeiros momentos; *Feedback* com questionário acerca do conteúdo e método de ensino.

¹<https://www.uol.com.br/esporte/ultimas-noticias/2020/02/06/audiencia-do-super-bowl-cresce-26-na-espn-e-bate-recorde-na-tv-paga.htm> (acesso em 22/11/2021)

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar uma sequência didática sobre o ensino de acidez e basicidade de compostos orgânicos usando a analogia com o Futebol Americano.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Elaborar uma sequência didática usando o Futebol Americano e os conceitos de ácidos carboxílicos e aminas;
- Analisar o resultado de uma sequência didática em uma oficina para discentes do curso de licenciatura em Química, focada no uso de analogias.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 O FUTEBOL AMERICANO

O futebol americano é um dos esportes mais populares do mundo, tendo as maiores audiências da história nos Estados Unidos com as famosas transmissões de Super Bowl. O Brasil, por sua vez, tem cerca de 15 milhões de fãs dos esportes e com tendências de crescimento se baseando em pesquisas anteriores da própria empresa (IBOPE REPUCOM, 2013, 2015).

Fatores que levam a esse crescimento podem ser que além de ser um esporte que chama a atenção visual pela dedicação dos jogadores em cada jogada e ter uma certa similaridade com o ambiente do futebol tradicional, jogadores como Tom Brady que pode ser comparado ao Michael Jordan do futebol americano está atualmente na ativa, sendo o atual campeão e casado com uma das maiores influenciadoras do Brasil Gisele Bündchen.

À primeira vista, parece ser um esporte em que predomina a violência e agressividade, contudo, na realidade a parte do contato fica em segundo plano, pois o jogo se baseia muito mais em estratégias de defesa e ataque. Pode-se dizer que é um xadrez em tabuleiro de grama com peças reais, onde o xeque-mate seria um touchdown.

O jogo foi criando a partir da chegada do Rugby aos Estados Unidos, e sofreu algumas adaptações como o passe para frente, descontinuidade de jogadas e uso de capacete, mas à primeira vista lembra bastante seu precursor.

Mas em resumo é uma equipe que tenta levar a bola até o fundo de campo, que pode ser tanto com passes como com corrida, enquanto a outra equipe tenta defender o fundo do campo e impedir o adversário de avançar. Podemos fazer uma analogia, à grosso modo, com a brincadeira infantil ‘barra bandeira’.

O crescimento do esporte além do público está também em praticantes, e cada vez mais cedo esses praticantes vão surgindo, uma vez que novas gerações já vão tendo o contato com o esporte, além do surgimento de diversos times do esporte e realização de alguns campeonatos de diversos níveis de abrangência (estaduais, regionais, nacional). O futebol americano é um esporte que tem um bom engajamento com o público, gera renda, sendo NFL (*National Football League*), a liga que mais gera lucro entre todas as ligas esportivas do mundo (MONEYINC, 2019), e a equipe de Dallas, os Cowboys sendo a equipe mais rica entre todas as equipes entre todos os esportes do mundo (FORBES, 2020), e mesmo assim não garante o sucesso do time,

que desde da temporada de 1995 não consegue se sagrar campeão do *superbowl*.² O uso de um esporte com uma grande ascendência no país e com uma grande visibilidade mundial, faz com que seja um excelente modelo de analogia para o ensino.

Visando um aumento nos adeptos mundial a NFL permite que jogadores de toda parte do mundo faça parte da liga, que pode ser feito por dois caminhos, o via *draft* que são escolhas dos times em ordem inversamente proporcional a sua posição na temporada anterior, que o jogador se qualifica após jogar por uma faculdade norte-americana e algum time se interessar pelo jogador, é a maneira mais que a maioria esmagadora entra na NFL, e recentemente foi criado um programa internacional no qual busca jogadores de outras parte do mundo para que se juntem aos elencos da NFL, sem precisar pelo processo do *draft*, nos quais jogadores de países como Chile, Áustria e até mesmo o Brasil já tem jogadores que passaram por esse processo e fazem parte da rotina dos times.

No atual cenário da NFL existem dois brasileiros o *kicker* Cairo dos Santos que entrou via *draft* após realizar seu período na faculdade e ficar elegível para o *draft*, e o jogador de linha ofensiva Durval Queiroz Neto.

Ainda assim, para quem não é nativo americano, ou que não conhece as regras do futebol americano, alguns esclarecimentos sobre as terminologias usadas são necessários. Os dois times têm 11 jogadores em campo cada, isso no momento que a jogada acontece, mas um total de 53 dentro e fora de campo. O time de ataque tem pode escolher como quer avançar a bola, sendo por meio do passe ou de corrida, tendo cada um suas vantagens e desvantagens, e sendo composto pelas seguintes posições:

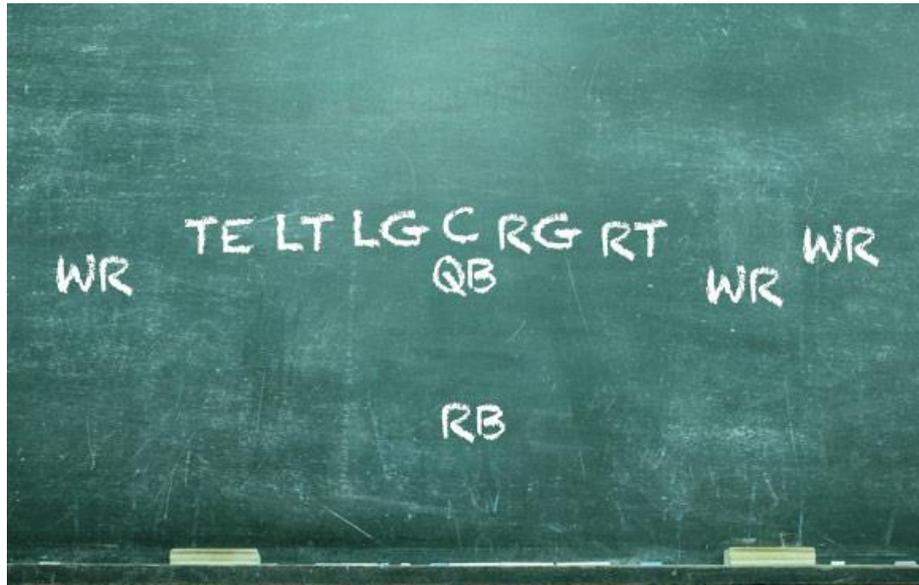
- QB – *Quarterback* – Principal jogador do ataque, é por ele que a bola passa para começar a jogada, podendo ser lançada para um recebedor ou ser entregue nas mãos de um corredor.
- RB – *Running Back* – Corredor, ele quem recebe a bola quando o quarterback não lança, mas entrega a bola para correr com ela, normalmente se alinha atrás da linha ofensiva e fica próximo ao *quarterback*.
- WR – *Wide Receiver* – Recebedor, corre rotas a fim de ficar livre para ser um possível alvo do *quarterback*, normalmente ele quem recebe a bola lançada, costumam ser os mais rápidos do time.

² <https://www.thesun.co.uk/sport/nfl/5159210/what-is-super-bowl-philadelphia-eagles-new-england-patriots-nfl/> (acesso em 11/01/2022)

- TE – *Tight End* – Uma mistura de bloqueador e recebedor, normalmente começa a jogada na linha para bloquear, mas pode acabar recebendo passes também, sendo assim uma dupla ameaça, e uma das principais peças do ataque pela sua imprevisibilidade.
- LT – *Left Tackle* – Bloqueador que fica na ponta esquerda da linha ofensiva, tem função de bloquear o defensor adversário para que não alcance o quarterback ou em caso de corridas abrir espaços entre os defensores, para o *running back* chegar mais longe.
- LG – *Left Guard* - Bloqueador que fica entre a ponta esquerda e meio da linha ofensiva, tem função de bloquear o defensor adversário para que não alcance o quarterback ou em caso de corridas abrir espaços entre os defensores, para o *running back* chegar mais longe.
- C – *Center* – Bloqueador que fica no centro da linha ofensiva, que também tem a função de dar início a jogada entregando a bola para o *quarterback*.
- RG – *Right Guard* - Bloqueador que fica entre a ponta direita e meio da linha ofensiva, tem função de bloquear o defensor adversário para que não alcance o quarterback ou em caso de corridas abrir espaços entre os defensores, para o *running back* chegar mais longe.
- RT – *Right Tackle* - Bloqueador que fica na ponta direita da linha ofensiva, tem função de bloquear o defensor adversário para que não alcance o quarterback ou em caso de corridas abrir espaços entre os defensores, para o *running back* chegar mais longe.

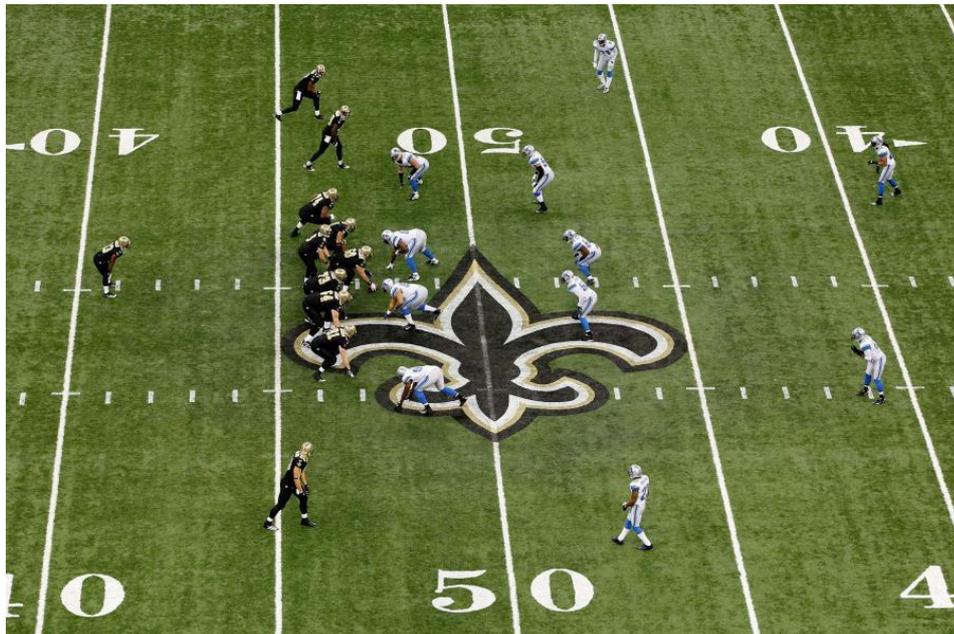
A bola pode ser avançada lançando-a para frente a fim de que um jogador do mesmo time faça uma recepção, o jogador responsável por lançar a bola se chama *quarterback*, é um meio mais rápido de chegar ao fundo do campo adversário realizando um touchdown, o equivalente ao gol em outros esportes (figuras 1 e 2).

Figura 1 – Imagem de uma formação de ataque referenciando cada posição em uma lousa



Fonte: ActiveKids

Figura 2 – Imagem da formação da figura 1 dessa vez em um jogo de verdade, sendo executado pelo time de preto, New Orleans Saints



Fonte: Kevin C. Cox/Getty Images

Também a bola pode ser avançada por meio da corrida, que ao invés de lançar a bola, o *quarterback* entrega nas mãos do *running back*, que tenta avançar por entre os adversários com a bola segura. É um meio mais conservador de se avançar com a bola, por isso normalmente mais demorado de se chegar a realizar um *touchdown* (figuras 3 e 4).

Figura 3 – Imagem de Aaron Rodgers, *quarterback* do Green Bay Packers, lançando a bola em uma partida contra Detroit.



Fonte: USA TODAY Sports Images

Figura 4 – Imagem de Richard Rodgers Tight End do Green Bay Packers, fazendo a recepção do passe da imagem 3, onde a bola percorreu cerca de 70 jardas no campo



Fonte: AP Images

Além do *touchdown*, que ocorre quando o jogador com posse da bola chega a o fim do campo adversário e que vale 6 pontos existe outras maneiras de pontuar:

Field Goal: O time de ataque tem 3 chances de avançar 10 jardas no campo, se dentro dessas 3 chances o time não conseguir avançar essas 10 jardas seja correndo ou passando, o time tem uma quarta chance de avanço onde existe 3 possibilidades, (1) devolver a bola pro adversário mais distante do seu fundo de campo através um chute chamado *punt*, (2) como pode

ir para o *field goal* que é um chute tem que acertar as traves que ficam no fundo do campo, caso o time acerte valem os 3 pontos (figura 5), (3) tentar avançar novamente as jardas restantes para chegar as 10 jardas do início, mas caso não consiga o adversário reivindica a posse da bola no local que encerrou a jogada.

Figura 5 – Imagem de DeAndre Hopkins *wide receiver* do Arizona Cardinals, recebendo um passe para *touchdown* mesmo marcado por 3 defensores, contra a equipe do Buffalo Bills



Fonte: Walter Iooss Jr. for Sports Illustrated/The MMQB

Safety: Quando o time que está defendendo derruba o adversário no seu próprio fundo de campo, ou o adversário deixa a bola sair pelo fundo do próprio campo com ou sem a posse dela; o *safety* vale 2 pontos (figuras 6 e 7).

Figura 6 – Lamar Jackson *quarterback* do Baltimore Ravens entregando a bola (*handoff*) para seu companheiro de equipe e *running back* Mark Ingram II.



Fonte: Eric Espada/Getty Images.

Figura 7 – O *quarterback* Sam Darnold da equipe do New York Jets, sofrendo um *safety* do jogador da linha defensiva da equipe do Indianapolis Colts, Justin Houston.



Fonte: Darron Cummings/Associated Press

O jogo é dividido em quatro quartos de 15 minutos, em que há possibilidades de o tempo ser parado, diferentemente do futebol tradicional. Cada equipe tem direito a três tempos técnicos a cada 2 quartos do jogo. Além disso, as substituições são ilimitadas.

Algumas informações adicionais sobre o campo que servem como referência ao assistir ao jogo: o campo de jogo tem área jogável de 100 jardas de uma zona a outra e 53,3 jardas de uma lateral a outra³; a medida de jardas em comparação a metros é de 1 para 0,9144, sendo assim o campo tem 91,44 metros por 48,7 metros (quadro 1). Se comparado com a medida oficial adotado pela Bundesliga, que é o campeonato alemão de futebol, o tamanho do campo é de 125 metros de uma barra a outra por 85 metros de uma lateral a outra⁴. Em termos de porcentagem, a área de campo do futebol americano é 41,91% do campo do futebol tradicional, em que de comprimento e largura representam respectivamente 73,15% e 57,29% da mesma comparação com o futebol tradicional (quadro 2).

³ http://static.nfl.com/static/content/public/image/rulebook/pdfs/4_Rule1_The_Field.pdf (acesso em 11/01/2022)

⁴ <https://www.bundesliga.com/en/faq/all-you-need-to-know-about-soccer/all-you-need-to-know-about-a-soccer-field-10572> (acesso em 11/01/2022)

Quadro 1 – Tamanhos dos campos em números absolutos.

Proporção dos tamanhos dos campos em metro		
	Futebol Tradicional	Futebol Americano
Comprimento	125	91,44
Largura	85	48,7

Fonte: própria

Quadro 2 – Tamanhos dos campos em porcentagens

Proporção em porcentagem do tamanho do campo do futebol americano em relação futebol tradicional	
Comprimento	73,15%
Largura	57,29%
Área Total	41,91%

Fonte: própria

A NFL, maior liga do futebol americano, contém 32 times que são divididos em duas conferências, AFC e NFC, e subdivididos em 4 divisões cada conferência: North, South, West e East (quadro 3) Cada time representa uma cidade, que pode ser repetida, mas que só acontece nos dois maiores mercados consumidores dos Estados Unidos (Los Angeles, New York).

Quadro 3 – Lista com os times atuais da NFL

AFC	NFC
NORTH	NORTH
BALTIMORES RAVENS	CHICAGO BEARS
CINCINNATI BENGALS	DETROIT LIONS
CLEVELAND BROWNS	GREEN BAY PACKERS
PITTSBURGH STEELERS	MINNESOTA VIKINGS
SOUTH	SOUTH
HOUSTON TEXANS	ATLANTA FALCONS
INDIANPOLIS COLTS	CAROLINA PANTHERS
TENNESSEE TITANS	NEW ORLEANS SAINTS
JACKSONVILLE JAGUARS	TAMPA BAY BUCCANEERS
EAST	EAST
BUFFALO BILLS	DALLAS COWBOYS
MIAMI DOLPHINS	NEW YORK GIANTS
NEW ENGLAND PATRIOTS	PHILADELPHIA EAGLES
NEW YORK JETS	WASHINGTON FOOTBALL TEAM
WEST	WEST
DENVER BRONCOS	ARIZONA CARDINAL
KANSAS CITY CHIEFS	LOS ANGELES RAMS
LAS VEGAS RAIDERS	SAN FRANCISCO 49ERS
LOS ANGELES CHARGES	SEATTLE SEAHAWKS

Fonte: própria

3.2 O USO DE ANALOGIA NO ENSINO DE QUÍMICA

A analogia faz parte do método de ensino de quase todos os professores em diferentes áreas de ensino para diversos temas e assuntos. No dicionário, análogo é algo que é semelhante, parecido. Mas, além disso, é uma estratégia para que um novo conhecimento se torne familiar, relacionando-o com um conhecimento previamente adquirido que não estejam diretamente ligados a área de interesse (REIGELUTH, 1983). Sendo assim, para explicar teorias atômicas podemos relacionar elétron e próton como planetas ao redor do Sol, relacionando o sistema solar com um modelo de átomo proposto anteriormente, e podemos ir mais fundo, podendo relacionar o mesmo átomo, porém em modelos anteriores com uma bola de sinuca, ou panetone.

Para (CURTIS; REIGELUTH, 1984, p.99, nossa tradução), “provavelmente a analogia existe desde os primórdios da linguagem, sendo ela atualmente amplamente usada”, e o pensamento análogo dividido em duas condições: (1) quando dois ou mais assuntos são similares em pelo menos uma condição, e a suposição que existam mais semelhanças, e (2) quando se chega em uma conclusão de um assunto desconhecido baseado em um assunto conhecido [GOOD, 1981 apud CURTIS; REIGELUTH, 1984]. Dessa forma, a analogia pode ser usada como um caminho eficaz para chegar em um evento abstrato por meio de situações cotidianas ou ao menos mais conhecidas, e em se tratando da química, há vários eventos abstratos começando pelo próprio átomo. Logo, seu uso para exposição ou explanação de um determinado componente curricular deve ser avaliado como uma eficaz maneira de se transmitir o conhecimento.

Mas assim como todo método de ensino, também existe seus cuidados como ressalva (MONTEIRO, 2000). O perigo mais frequentemente apontado na utilização de analogias é que os alunos podem levar a analogia longe demais e, conseqüentemente, estabelecerem relações analógicas incorretas. Isto não diminui o valor das analogias enquanto modelos de ensino, mas ressalta a necessidade de auxiliar os alunos a identificarem não só as similaridades como também as diferenças entre o objeto análogo e objeto alvo. Então é necessário um equilíbrio e não utilizar como se a analogia servisse como sinônimo, mas sim como um gatilho a fim de que haja discernimento para um novo conhecimento que está para ser adquirido.

O que ocorre frequentemente segundo (GLYNN, 1994, p.2) professores e até autores usam analogias de forma inconsciente, e não percebem que estão usando-a, eles fazem isso automaticamente.

É evidente que para a analogia funcionar, é necessário que o objeto que está sendo comparado tenha familiarização com o estudante. Frequentemente livros e professores assumem que a analogia proposta faz parte do cotidiano do estudante e fazem com que eles comentam grandes equívocos (DUIT, 1991). Um exemplo bem claro de uma situação em aulas de química e livros é o exemplo do pudim de passas em que a grande maioria dos estudantes, pelo menos brasileiros, não tem uma familiaridade com a sobremesa que está sendo usada como analogia, que também é tratado na dissertação de moçambicano (ARÃO, 2010, p14), em que ele ainda acrescenta,

Mais do que a Física e a Biologia, pode-se assumir que a Química é uma ciência muito *abstrata*. Ela compreende o mundo microscópico não tangível e observável, macroscópico observável, mas em muitos casos não se faz presente em muitas aulas nas nossas escolas. [...] Uma das formas de tentar minimizar os problemas da não aproximação dos assuntos tratados nesta ciência é valorizar o mundo real do aluno e recorrer-se ao uso de analogias.

Sendo um pressuposto que é algo comum para quem está a receber tal informação, quando na realidade pode ser que seja algo tão abstrato como o próprio modelo de Thomson.

Com o intuito de abranger a analogia no ensino de química, o artigo *Weak vs Strong Acids and Bases: The Football Analogy*, de Todd P Silverstein, aborda o uso da analogia do futebol americano para o ensino de ácidos e bases (inorgânicos). (SILVERSTEIN, 2000) Como o futebol americano é o esporte mais consumido no território norte americano, tendo recordes de audiência na televisão⁵ e um grande engajamento por parte do sistema educacional, Silverstein teve uma grande chance para propor uma analogia com um assunto que a grande maioria dos estudantes dos Estados Unidos tem familiaridade.

No artigo, Silverstein (2000) faz uma relação com os ácidos e bases e suas respectivas forças com jogadas do futebol americano, em que quando o ácido ou base é forte ele trata com um jogador que pode lançar a bola bem, já quando o jogador não é tão bom para lançar a bola ele prefere deixar que seu companheiro saia correndo com a bola. Diferentemente do autor a proposta vai trabalhar apenas com passes e recepções que vai estar diretamente ligada ao pKa. Como visto, os dois assuntos que estão em diferentes áreas de interesse, e tem condições similares se exposto da maneira correta podem correlacionar, sendo assim uma possibilidade de aprendizagem com um assunto importante da química com o esporte local mais popular daquela região.

⁵<https://www.nfl.com/news/super-bowl-xlix-is-most-watched-show-in-u-s-history-0ap3000000467823> (acesso em 22/11/2021)

A analogia pode ser dividida em algumas categorias que foram definidas por (CURTIS; REIGELUTH, 1984, p.103) e são elas: estrutural; funcional; estrutural-funcional. E elas são definidas de acordo com os objetos análogos e alvos e suas familiaridades.

- Estrutural: Se refere mais a aparência física, os autores comparam como dois ambientes que embora não sejam iguais possuem teto, piso e quatro paredes, sendo assim uma similaridade estrutural.
- Funcional: Se refere como o nome sugere mais a função de cada objeto ser parecida sem necessariamente ter uma aparência física semelhante, onde o conceito se sobressai
- Estrutural-funcional: Essa é combinação das duas anteriores e é mais raro de haver, onde a aparência física e o conceito têm semelhanças, onde a estrutura e função se parecem.

Podendo assim classificar a analogia adotada nesse trabalho como analogia funcional pelos conceitos terem ligações de similaridade enquanto a estrutura não necessariamente contenha.

E no ensino de química houve outros trabalhos que trataram analogia como uma ferramenta de ensino “Analogias no Ensino do Equilíbrio Químico” (RAVIOLO; GARRITZ, 2008) que abordam vários exemplos do uso da analogia sobre equilíbrio químico. Sendo esse campo uma área muito vasta que pode ser explorada de várias maneiras efetivas para um melhor ensino da química.

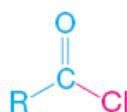
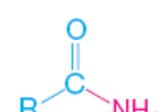
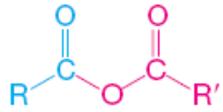
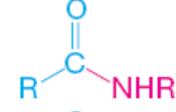
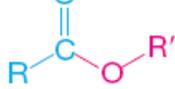
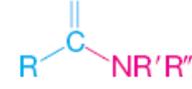
3.3 ACIDEZ E BASICIDADE DE COMPOSTOS ORGÂNICOS

Compostos orgânicos são assuntos de interesse no estudo da química, por tratar de composto carbônicos, sendo o principal elemento responsável pela vida de seres no planeta. (CAREY, 2011) A parte orgânica da química é dividida em alguns grupos funcionais que se comportam de maneiras diferentes, com estruturas diferentes, mas que tem o carbono como o elo entre eles. Os grupos funcionais que serão tratados aqui são os aqueles que abordam melhor o conceito de ácido e base, sendo respectivamente o grupo dos ácidos carboxílicos e o grupo das aminas, onde cada um deles age diferente a depender do meio reacional.

O grupo carboxila, abreviado $-\text{CO}_2\text{H}$ ou $-\text{COOH}$, é um dos grupos funcionais mais amplamente encontrados na química e na bioquímica. (CAREY, 2011) Como acrescenta que além dos próprios ácidos carboxílicos, o grupo carboxila como ainda resulta em uma enorme

família de compostos relacionados chamados de compostos acíclicos (tabela 1). (SOLOMONS, 2012) Com toda essa amplitude em meio à natureza, o estudo de ácidos carboxílicos é parte fundamental da química orgânica. Assim, para o propósito colocado no trabalho, o foco será dado apenas aos ácidos.

Tabela 1 – Derivados de ácidos carboxílicos.

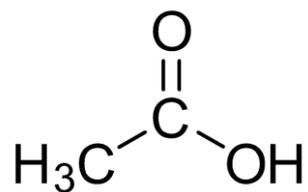
Estrutura	Nome	Estrutura	Nome
	Cloreto de acila (ou de ácido)		} Amida
	Anidrido de ácido		
	Éster		
	Nitrila		

Fonte: Química Orgânica - Volume 2 (SOLOMONS, 2012)

Os ácidos carboxílicos atuam como substâncias polares, podendo formar ligações fortes, tão fortes como ligações de hidrogênio entre elas e com água. Com isso o ponto de ebulição fica elevado necessitando de mais energia para mudar seu estado físico e aqueles que possuem uma massa molecular de baixo valor tem uma solubilidade vultosa em água. Essas fortes ligações exigem de uma maior energia para ser rompida, trazendo uma certa estabilidade e por ser polar assim como a água acontece que tem uma certa tendencia a se solubilizar em água. (CAREY, 2011)

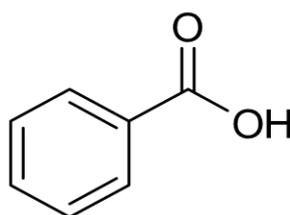
Um dos ácidos mais simples, e dos mais conhecidos, é o ácido etanoico. Ele é caracterizado por ser o ácido presente no vinagre, e devido a essa origem recebe o nome de ácido acético (figura 8). O pKa do ácido acético é 4,76. Outro ácido bem comum é o ácido benzoico (figura 9), cujo pKa é 4,19. O ácido benzoico é um ácido aromático utilizado na conservação de alimentos. (SOLOMONS, 2012)

Figura 8 – Estrutura do ácido acético.



Fonte: própria.

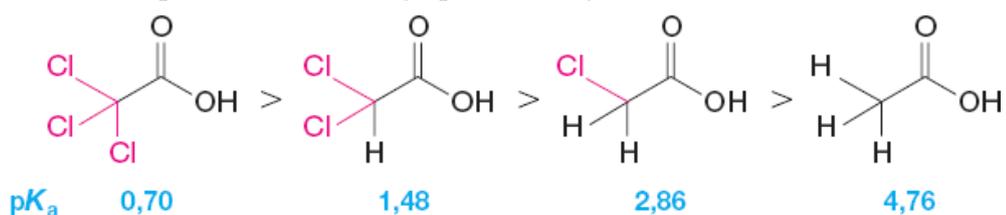
Figura 9 – Estrutura do ácido benzoico.



Fonte: própria.

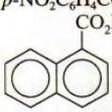
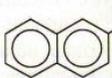
A grande parte dos ácidos carboxílicos não-substituídos possuem valores de pK_a entre 4 e 5 (tabela 2). Mesmo estes valores estando relacionados a um ácido fraco, dentro do universo química orgânica estão entre os compostos neutros mais ácidos. (SOLOMONS, 2012). O valor do pK_a diminui se grupos eletronegativos estiverem próximos ao grupo carboxila, devido ao efeito indutivo (figura 10).

Figura 10 – Exemplo da influência de grupos eletronegativos na acidez de ácidos carboxílicos.



Fonte: SOLOMONS, 2012

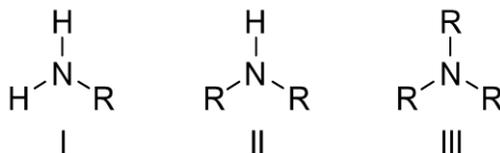
Tabela 2 - Tabela que mostra propriedades de alguns ácidos carboxílicos.

Estrutura	Nome Sistemático	Nome Comum	p.f. (°C)	p.e. (°C)	Solubilidade em Água (g 100 mL ⁻¹ de H ₂ O) 25°C	pK _a
HCO ₂ H	Ácido metanóico	Ácido fórmico	8	100,5	∞	3,75
CH ₃ CO ₂ H	Ácido etanóico	Ácido acético	16,6	118	∞	4,76
CH ₃ CH ₂ CO ₂ H	Ácido propanóico	Ácido propiônico	- 21	141	∞	4,87
CH ₃ (CH ₂) ₂ CO ₂ H	Ácido butanóico	Ácido butírico	- 6	164	∞	4,81
CH ₃ (CH ₂) ₃ CO ₂ H	Ácido pentanóico	Ácido valérico	- 34	187	4,97	4,82
CH ₃ (CH ₂) ₄ CO ₂ H	Ácido hexanóico	Ácido capríico	- 3	205	1,08	4,84
CH ₃ (CH ₂) ₆ CO ₂ H	Ácido octanóico	Ácido caprílico	16	239	0,07	4,89
CH ₃ (CH ₂) ₈ CO ₂ H	Ácido decanóico	Ácido cáprico	31	269	0,015	4,84
CH ₃ (CH ₂) ₁₀ CO ₂ H	Ácido dodecanóico	Ácido láurico	44	179 ¹⁸	0,006	5,30
CH ₃ (CH ₂) ₁₂ CO ₂ H	Ácido tetradecanóico	Ácido mirístico	59	200 ²⁰	0,002	
CH ₃ (CH ₂) ₁₄ CO ₂ H	Ácido hexadecanóico	Ácido palmítico	63	219 ¹⁷	0,0007	6,46
CH ₃ (CH ₂) ₁₆ CO ₂ H	Ácido octadecanóico	Ácido esteárico	70	383	0,0003	
CH ₂ ClCO ₂ H	Ácido cloroetanóico	Ácido cloroacético	63	189	Muito solúvel	2,86
CHCl ₂ CO ₂ H	Ácido dicloroetanóico	Ácido dicloroacético	10,8	192	Muito solúvel	1,48
CCl ₃ CO ₂ H	Ácido tricloroetanóico	Ácido tricloroacético	56,3	198	Muito solúvel	0,70
CH ₂ CHClCO ₂ H	Ácido 2-cloropropanóico	Ácido α-cloropropiônico		186	Solúvel	2,83
CH ₂ ClCH ₂ CO ₂ H	Ácido 3-cloropropanóico	Ácido β-cloropropiônico	61	204	Solúvel	3,98
C ₆ H ₅ CO ₂ H	Ácido benzóico	Ácido benzóico	122	250	0,34	4,19
<i>p</i> -CH ₃ C ₆ H ₄ CO ₂ H	Ácido 4-metilbenzóico	Ácido <i>p</i> -toluico	180	275	0,03	4,36
<i>p</i> -ClC ₆ H ₄ CO ₂ H	Ácido 4-clorobenzóico	Ácido <i>p</i> -clorobenzóico	242		0,009	3,98
<i>p</i> -NO ₂ C ₆ H ₄ CO ₂ H	Ácido 4-nitrobenzóico	Ácido <i>p</i> -nitrobenzóico	242		0,03	3,41
	Ácido 1-naftóico	Ácido α-naftóico	160	300	Insolúvel	3,70
	Ácido 2-naftóico	Ácido β-naftóico	185	> 300	Insolúvel	4,17

Fonte: Química Orgânica - Volume 2 – Sétima edição – T. W. Graham Solomons e Craig B. Fryhle (2000)

As aminas são substâncias relativamente polares, tendo seus pontos de ebulição não tão elevado como os ácidos carboxílicos e álcoois, se levado em conta a massa molecular como parâmetro. (CAREY, 2011) São geralmente classificadas como alifáticas ou aromáticas. No caso das aminas alifáticas, a depender do grau de grupos ligados ao nitrogênio (R), podem ser classificadas como primárias, secundárias ou terciárias (figura 11).

Figura 11 – Representação de aminas alifáticas primárias (I), secundárias (II) e terciárias (III).



Fonte: própria

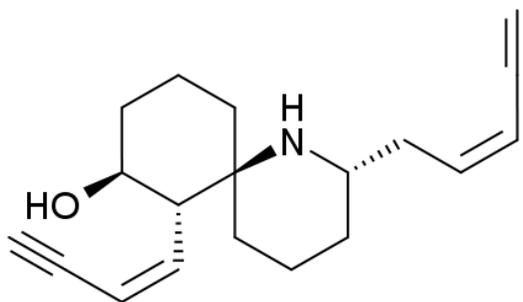
Diferentemente do ácido carboxílico, as aminas têm restrições para ligações de hidrogênio, sendo ampla para as aminas alifáticas primárias e secundárias, porém mais restrita para terciárias, que não podem fazer ligações de hidrogênio entre si, mas apenas com moléculas de água ou com solventes hidroxilados. Com uma menor necessidade de energia a temperatura

de ebulição do terciário é abaixo dos primários e secundários se levar a massa molecular como parâmetro. (CAREY, 2011)

As aminas, do mesmo modo que a amônia (NH_3), são consideradas bases fracas. Contudo, elas são as bases sem carga (moléculas neutras) mais fortes encontradas em quantidades significativas em condições fisiológicas. E por isso são envolvidas nas reações ácido-base do sistema biológico (CAREY, 2011).

Muitas aminas mais complexas são encontradas em sistemas biológicos ou na natureza. Como exemplos temos a histrionicotoxina (figura 12), uma amina tóxica, presente em venenos produzido pelo sapo venezuelano, que causa paralisia muscular. (SOLOMONS, 2012).

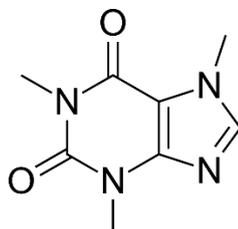
Figura 12 – Estrutura da histrionicotoxina (uma amina secundária).



Fonte: <https://en.wikipedia.org/wiki/Histrionicotoxins#/media/File:Histrionicotoxin.png> (acesso em 04/12/2021)

A cafeína⁶ (figura 13) é um outro exemplo amina encontrada na natureza, talvez uma das mais conhecida no meio comum, presente nos cafés, medicamentos e alguns suplementos alimentares.

Figura 13 – Estrutura da cafeína.



Fonte: https://en.wikipedia.org/wiki/Caffeine#/media/File:Caffeine_structure.svg (acesso em 04/12/2021)

Quando se trata da basicidade de uma amina, observa-se principalmente o ácido conjugado dela. Assim, quanto maior for o pKa do íon amínio (o ácido conjugado), mais fraco

⁶ <https://www.hsph.harvard.edu/nutritionsource/caffeine/> (acesso em 22/11/2021)

é o ácido e conseqüentemente mais forte será a base. Assim, uma amina cujo ácido conjugado tiver um pK_a menor, é uma base mais fraca. (CAREY, 2011). Comparando a acidez dos íons amínio de diversas aminas, temos que as aminas alifáticas são as bases mais fortes (tabela 3), enquanto as aminas aromáticas são mais fracas. (SOLOMONS, 2012)

Tabela 3 – Tabela que mostra estruturas e pK_a de algumas aminas.

Composto	Estrutura	pK_a do ácido conjugado
Amônia	NH_3	9,3
Aminas primárias		
Metilamina	CH_3NH_2	10,6
Etilamina	$CH_3CH_2NH_2$	10,8
Isopropilamina	$(CH_3)_2CHNH_2$	10,6
<i>terc</i> -Butilamina	$(CH_3)_3CNH_2$	10,4
Anilina	$C_6H_5NH_2$	4,6
Aminas secundárias		
Dimetilamina	$(CH_3)_2NH$	10,7
Dietilamina	$(CH_3CH_2)_2NH$	11,1
<i>N</i> -Metilanilina	$C_6H_5NHCH_3$	4,8
Aminas terciárias		
Trimetilamina	$(CH_3)_3N$	9,7
Trietilamina	$(CH_3CH_2)_3N$	10,8
<i>N,N</i> -Dimetilanilina	$C_6H_5N(CH_3)_2$	5,1

Fonte: Química Orgânica - Volume 2 – Sétima edição – Francis A. Carey (2011)

4 METODOLOGIA

4.1 QUESTÃO NORTEADORA E PRESSUPOSTO DA PESQUISA

A sequência didática foi o meio encontrado para a principal questão do projeto: Como relacionar o futebol americano com o ensino de ácidos e bases orgânicas? Segundo Araújo (2013, p.322), “De modo simples e numa resposta direta, sequência didática [...] é um modo de o professor organizar as atividades de ensino em função de núcleos temáticos e procedimentais.”. Baseado na fala de Dolz, Noverraz e Schneuwly (2004, apud ARAÚJO, 2013, p.323) que dizem que “sequência didática é um conjunto de atividades escolares organizadas, de maneira sistemática [...]”. Nesse caso, o uso da sequência didática se torna indispensável para a organização dos conteúdos de maneira que sigam uma lógica, tanto curricular como na lógica cognitiva para o aluno, para que não se torne apenas mais conteúdos desconexos, o que seria apenas uma sequência e didática seria deixado de lado.

A proposta para essa sequência didática buscou atingir os pontos anteriores mencionados, de modo que haja uma compreensão por parte do aluno e que não tenha também desvios no meio do projeto.

A forma de avaliar o projeto se deu através da percepção dos discentes convidados acerca da proposta abordada com o conhecimento prévio que eles tinham tanto para o uso de analogia no ensino de química como para o assunto que foi abordado, aliado com a metodologia aplicada durante o trabalho, se foi ou não eficaz e formas de aperfeiçoamento ou críticas que poderiam ser geradas, como também um retorno instantâneo dos convidados ao serem estimulados a tal.

4.2 A SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Procurando incluir um esporte que vem com uma tendência de crescimento exponencial no Brasil⁷, nem que seja pelo menos em um período relativamente curto, se está procurando atingir uma melhor didática para facilitar o aprendizado do aluno acerca do estudo envolvendo ácidos e bases orgânicos.

⁷<https://www.meioemensagem.com.br/home/marketing/2020/01/29/super-bowl-amplia-conexao-com-fas-e-marcas-no-brasil.html> (acesso 11/01/2022)

Nessa parte que surge a sequência didática (SD), que para (MÉHUET, 2004, p.516) são duas coisas: uma atividade de pesquisa interventiva e um produto, como se fosse um pacote, que está incluído nesse pacote uma atividade para o ensino, bem pesquisada e trabalhada e que se adapte empiricamente ao estudante. A autora (2004, p.516) ainda vai além ao dizer que as SD também incluem os conceitos do aluno, perspectivas de aprendizagem, atual abordagem do professor a importância do contexto educacional, além de destacar outros pontos.

Com o uso da sequência didática como ferramenta para esse conteúdo, vai além de uma criação de plano de aulas para que fiquem em uma sucessão, mas de toda uma metodologia pedagógica no qual se busca seguir o ensino gradativo do conteúdo. Complementando, Araújo (2013, p.324) afirma que “não se trata apenas da organização de aulas, mas sim uma condução metodológica a partir dos fundamentos teóricos acerca processo de ensino aprendizagem”.

Existe maneira para validar a SD para Méhuet (2005), pode ser validado por dois meios. Uma avaliação externa que pode ser feita ao comparar o modelo ensino habitual com a SD, no qual compara os dois objetivos e como ambos foram alcançados, em que se vai comparar os fatores que fizeram a diferença para um potencial sucesso. E por meio interno que é analisar o resultado da SD com o próprio objetivo, diferentemente do primeiro caso que precisa de um fator externo, no caso um modelo habitual com seus objetivos.

Além de uma proposta elaborada por (GUIMARÃES; GIORDAN, 2012, p.3), chamada de processo EAR que consiste em 3 etapas: Elaboração, aplicação; reelaboração. Em cada fase consiste em algumas etapas e que cada etapa de cada fase reforça a validação ou não da SD.

Elaboração: processo inicial onde vem a fundamentação teórica, estratégias de ação e abordagem de acordo com a perspectiva dos alunos.

Aplicação: É a etapa que a SD é desenvolvida em sala de aula, onde ocorre a experimentação no processo de validação.

Reelaboração: Onde a confrontamento de informações obtidas com as fases anteriores e sua percepção, aqui é o fechamento do processo nesse ciclo de validação.

O desenho para a sequência, buscando atender critérios, para que o conteúdo não seja apenas mais informações que venham a atrapalhar o estudo, as propostas ficaram respectivamente organizadas para cada aula com duração prevista para 50 minutos: (1) Dia 1 – Abordagem introdutória do futebol americano; (2) Dia 2 – Abordagem introdutória do conteúdo de ácido e bases orgânicos (ácidos carboxílicos e aminas, respectivamente), fazendo uso da analogia com o futebol americano sempre q possível; (3) Dia 3 – Retorno dos alunos para discussão final sobre o aprendizado.

Abordagem introdutória do futebol americano. Nessa parte, que seria o pontapé para todo assunto de ácidos e bases, foi mostrado um vídeo introdutório do esporte ao início do encontro no qual abordaria as principais maneiras de se jogar o jogo, os jeitos de se pontuar e jogadas que viessem a acrescentar aos exemplos dados anteriormente, como *touchdowns* corridos e passados.

No encontro posterior foram apresentados o assunto de interesse didático, apresentando os conceitos de ácidos e bases no universo da Química Orgânica, segundo Arrhenius, Brønsted-Lowry e Lewis, sem sair da proposta da sequência, que seria exemplificar usando termos e situações relacionadas ao Futebol Americano, que fora apresentado no dia anterior. Os conteúdos específicos trabalhados foram os Ácidos Carboxílicos e as Aminas.

Na relação análoga entre as abordagens anteriores, proposta central da sequência, seria exposto a forma que a analogia pode ajudar no ensino desse assunto, de modo semelhante ao feito por Silverstein (2000). No trabalho dele, foi mostrado como as forças dos reagentes da reação sendo eles ácidos e bases, pode ser diretamente relacionada com algumas jogadas de ataque do futebol americano e suas semelhanças, algo que é um dos pilares da analogia, como um jogador de tal posição pode ser comparado com um ácido/base forte ou fraco e suas implicações para jogadas e reações.

O último dia da sequência foi o retorno dos alunos sobre o aprendizado. Para fechar o ciclo, o mais importante para o aprendizado do aluno, em que para Mendéz (2002, p.29), “o conhecimento deve ser o referente teórico que dá sentido global ao processo de realizar uma avaliação. [...] E, quando desligamos do conhecimento, nós a transformamos em uma ferramenta meramente instrumental [...]”. Tirando como base a fala do autor, vemos esse retorno dos alunos como fundamental no processo de ensino e aprendizagem no qual é uma forma mais honesta de saber como foi a aprendizagem do aluno. Esse retorno foi uma aula bem informal, tirando o momento para questões dos alunos que possam ter ficado não esclarecidas e para o aluno se sentir bem à vontade para expor seus contentamentos e frustrações sobre o que foi trabalhado, sendo essas questões aberta para toda turma. Logo após a obtenção de dados comparei com os objetivos proposto e vi que os objetivos foram satisfeitos, após a elaboração e ao analisar as repostas e discussões feitas pelos discentes.

4.3 SOBRE A OFICINA

Para a aplicação da sequência didática que foi discutida no tópico anterior, a proposta foi uma sequência desenhada na forma de uma oficina abrangendo os três dias planejados. A oficina contemplou os seguintes tópicos por dia: (1) introdução do futebol americano; (2) abordagem ao assunto de ácidos carboxílicos e aminas utilizando a analogia do futebol americano; (3) debate sobre o sistema de ensino baseado na analogia e a aplicação de um questionário. A aplicação do questionário foi realizada pela plataforma Google Formulários. No questionário foram realizadas quatro perguntas objetivas: (1) Qual foi entendimento sobre o futebol americano? (2) Qual foi seu entendimento sobre analogia? (3) A analogia do assunto com o futebol americano funcionou para você? (4) Daria para fazer com outro esporte?

Para participação desta oficina foram convidados, de forma livre e voluntária, quatro estudantes do curso de Química – Licenciatura do Campus do Agreste da Universidade Federal de Pernambuco. A realização da oficina se deu exclusivamente de forma remota usando, para isto, o ambiente virtual da plataforma Google Meet.

4.3.1 Dia 1 – Sobre o Futebol Americano

Para começar a aplicação da oficina, o primeiro dia teve como objetivo mostrar os pilares fundamentais do futebol americano e suas pontuações de maneira simples e concreta. Após a apresentação e dos objetivos da oficina, foi mostrado o contexto do futebol americano no Brasil e no mundo, sua importância como esporte, além de desmitificar algumas teorias, principalmente a parte relacionada à violência do esporte. Em seguida, foi explicado como funciona o futebol americano, baseado no conhecimento pessoal e intercalando com pequenos vídeos demonstrativos da minha fala. Ou seja, ao se falar do passe, um pequeno vídeo exemplificando o passe foi mostrado, e assim por diante. O material como apresentado pode ser encontrado no Apêndice A.

4.3.2 Dia 2 – Sobre os Ácidos Carboxílicos e Aminas

Na continuidade da oficina, o segundo dia teve por objetivo apresentar os ácidos carboxílicos e aminas usando a analogia com o futebol americano. No caso, diferentemente do artigo de Silverstein (2000), no qual analogia foi usado entre passe e corrida para distinguir as

substâncias, aqui foi usado o passe e a recepção do passe, que vai estar diretamente ligada ao pKa da substância sendo um ácido com um pKa baixo um ácido que é um bom passador e uma base com um pKa alto sendo um bom recebedor, o contrário sendo valido um ácido com alto pKa sendo um passador ruim e uma base com pKa baixo um recebedor ruim.

Antes disso a apresentação das teorias de ácido e bases e suas evoluções e como era o entendimento em cada período, e sobre a validade de cada teoria, mostrar onde são encontrados os ácidos carboxílicos e aminas no cotidiano, para dar uma real dimensão do uso de suas substâncias, como também na sequência apresentar como funciona a reação entre ácidos e bases e como os polos estão diretamente envolvidos no processo. O material como apresentado pode ser encontrado no Apêndice B.

4.3.3 Dia 3 – Discutindo o Uso da analogia

Finalizando a aplicação da oficina, a terceira parte teve o objetivo de discutir com os participantes a efetividade do uso da analogia durante a oficina e discutir possibilidades além da oficina. Além disso, saber qual foi o entendimento dos participantes em relação ao jogo, ao conteúdo e a ponte que foi feita entre eles, incitar sugestões para outros usos de analogias na química, seja com esportes ou outras atividades que sejam possíveis a compreensão e venham a facilitar o ensino de conteúdos que são quase sempre abstratos.

4.4 COLETA DOS DADOS

A coleta de dados foi feita por observação participante, vídeo gravação usando a plataforma OBS *Studio* e aplicação de um questionário aberto usando a plataforma Google Formulários. Foi aos participantes que seria preservado o anonimato de todos, bem como nenhum dado pessoal seria divulgado.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir dos objetivos propostos, foi realizada entre os dias 16 e 18 de novembro do ano de 2021 uma oficina, na qual contou com 4 alunos do que estão cursando o 10º período em licenciatura em química. A metodologia se resumiu em dividir os assuntos entre introdução ao futebol americano, que incluía os conceitos do jogo e pontuações, desmitificar a associação com a violência, fortemente vinculado ao esporte, e como funcionam os fundamentos de lançamento e recepção do passe. Esses fundamentos é que seriam utilizados na discussão posterior, em que se trataria dos conceitos químicos. Assim, no dia seguinte, foi utilizada a analogia de passe e recepção para explicar conceitos vinculados à acidez e basicidade de ácidos carboxílicos e aminas, respectivamente. Aqui, se comparou a qualidade do *quarterback* (responsável pelo lançamento da bola) e do *wide receiver* (a recepção do passe) com os pKas de ácidos carboxílicos e aminas, estabilidade e facilidade de ocorrer uma reação (ácido-base). Por sua vez, no terceiro encontro os participantes puderam expor suas opiniões acerca da oficina, de como compreenderam o uso de analogia e se acharam uma ideia válida.

A oficina teve cerca de uma hora por apresentação, foi realizada via plataforma do Google Meet, em que todos os quatro participantes se fizeram presentes em todos os dias. Houve gravação dos encontros com o consentimento de todos os presentes, sendo realizada pela plataforma *OBS Studio*

Para facilitar a leitura e não revelar nomes vou identificar os participantes como Pessoa 1 até Pessoa 4 sendo a partir do momento mencionados como P1, P2, P3, P4. A discussão se dará de acordo com os dias de aplicação.

5.1 DIA 1

Comecei a oficina questionando “qual seu entendimento sobre futebol americano?”. P1 e P2 disseram sabiam algo, que respectivamente foi dito como “É uma adaptação do nosso futebol, com o uso da força para chegar ao outro lado” e “Um time não deixar o outro enterrar no território (aliado)”. Os demais disseram que eram leigos em relação ao assunto.

Então comecei a explicar sobre o esporte, a origem do nome, o modo de jogar, as pontuações e algumas escolhas de jogadas, sendo elas corrida ou passe, com o intuito de desmistificar a associação do esporte apenas com a violência (apêndice A). Trouxe um questionamento sobre a associação que existe entre o futebol americano e a violência, e fiquei

surpreso quando P2 mencionou o fato de ter assistido a um filme que aborda os problemas de pancadas na cabeça, que pode ocasionar o CTE ou Encefalopatia Traumática Crônica, que causa danos irreversíveis ao cérebro.⁸ Ele se referia ao filme *Um Homem entre Gigantes* protagonizado por Will Smith e dirigido por Peter Landsman.⁹ Nesse momento, expliquei que o jogo é mais estratégia do que violência, mas que sim, é um esporte que exige muito do físico do atleta, mas não sendo esse o principal intuito. Fiz outra analogia com mídias conhecidas como a cena o xadrez humano que aparecer no filme *Harry Potter e a Pedra Filosofal*, como também com o a cena cabo de guerra que ocorre na série *Round 6* (da Netflix), em que ambos os momentos os personagens foram exigidos fisicamente, mas a estratégia transpassa o esgotamento físico. Além do uso de protocolos rígidos em relação a pancadas na cabeça, com um médico independente que avalia a situação dos jogadores e julgam se podem voltar ou não a partida, como casos que ocorrem até concussão, e dá um prazo até que o jogado possa voltar a jogar novamente na liga. Abordei a questão da melhoria do capacete e poderia ter falado também sobre faltas em que jogadores são ejetados por uso desnecessário da força ou pancadas em lugares que são mais suscetíveis a problemas, como cabeça e abaixo do joelho.

Para explicar como se joga, eu comparei o esporte com a brincadeira infantil conhecida como barra bandeira, devido à semelhança de que ambos têm de chegar ao fundo do território adversário. Mostrei imagens do campo para exemplificar melhor, além de lances em que ocorrem pontuações. Para os lances foram usados pequenos recortes de partidas que mostram pontuação via *touchdown* como passe ou como corrida, *field goal* e *safety*. E embora não fosse necessário para futura analogia, julguei de fundamental importância para não deixar vago esses aspectos que fazem parte do jogo. Em seguida, expliquei como funciona a posse de bola e como mantê-la, expliquei como funcionam as descidas, que são os números de chances que o time tem para alcançar determinado território, já que no caso de insucesso a bola vai para o adversário. Desse modo, o jogo funciona por turnos diferentemente da maioria dos esportes populares no Brasil.

O elo com a analogia que seria usado no dia 2 da oficina veio na parte final da explanação. Mostrei alguns vídeos que intercalavam entre bons e maus *quarterbacks* com bons e maus recebedores. Foram mostradas quatro possibilidades: quando os dois se ajudam, um

⁸ Houve uma época em que a preocupação com a saúde dos atletas era ignorada, sendo hoje uma das ligas mais rígidas em relação a protocolos de liberação para jogo, principalmente em exames para concussão devido a haver pancadas na cabeça, sendo um dos condicionantes para o CTE (Encefalopatia traumática crônica) que VanItallie (2019) como uma doença neurodegenerativa geralmente causada por repetitivas pancadas na área da cabeça.

⁹ <https://www.adorocinema.com/filmes/filme-225176/> (acesso em 02/12/2021)

ajuda e outro atrapalha, em que um atrapalha, mas o outro consegue reverter, e a situação em que os dois erram.

No encerramento do primeiro dia, pedi para os participantes contarem como foi a experiência com o Futebol Americano segundo o meu olhar. O estudante P1 falou que: *“facilitou bastante para entender, não entendia como não entendo o baseball, e ele sendo americano usa algumas unidades de medidas diferente”*. Por sua vez, o aluno P3 disse em seguida: *“Eu nunca tinha parado para entender como funcionava, e a partir de tuas explicações eu puder compreender melhor. É como se fosse um xadrez do futebol tradicional, é muita estratégia.”* O estudante P2 acrescentou: *“Achei interessante, porque fiquei pensando como posso associar isso a química, e depois que foi falado do bom passador e bom recebedor eu começo a associar com a química”*. P4 finaliza dizendo: *“Eu gostei porque era um esporte que eu não conhecia e dá para trabalhar com analogias”*. É possível ver, por essas falas iniciais, que os estudantes passaram a ter um conhecimento sobre o esporte que não é tradicional no Brasil, mas que está em constante crescimento, inclusive já vendo possíveis associações com a química (fala do aluno P2).

5.2 DIA 2

O segundo dia começou com a apresentação das teorias gerais sobre ácidos e bases – Arrhenius, Brønsted-Lowry e Lewis –, demonstrando sua evolução história, suas especificidades e, principalmente, em que elas se diferenciavam. O material pode ser encontrado no Apêndice B.

Na sequência, fiz uma apresentação geral sobre os ácidos orgânicos, especificamente, sobre os ácidos carboxílicos, abordando a questão da nomenclatura e propriedades químicas. Foi dada atenção especial à polaridade do grupo carbonila e a sua influência no seu pKa. Mostrei também usos no cotidiano e onde podem ser encontrados, como em medicamentos, frutas, animais, além daquela que seja talvez a mais comum: a transformação de álcool em ácido carboxílico, como no caso do vinho se transformando em vinagre ao ser oxidado.

A parte da analogia se deu após falar sobre o efeito de ressonância. Foram apresentados três exemplos: o ácido benzoico, o fenol e o ciclohexanol, respectivamente com pKas aproximados de 4,20, 10 e 17. Nesse ponto, foram comparados aos *quarterbacks* por serem os lançadores na analogia. Como um ácido forte tem um grau de ionização maior, pode ser considerada a “liberação do H⁺” mais eficiente. Dessa forma, quanto mais forte o ácido, mais

efetiva é a formação do íon H^+ (o próton), e na analogia com o Futebol, melhor o lançador (ou seja, o *quarterback*). Assim, em relação aos exemplos colocados, um ácido mais forte (como o ácido benzoico, pKa 4,20) corresponderia a um *quarterback* profissional. Já um composto de força ácida intermediária, no caso do fenol (pKa 10), seria o *quarterback* que ainda está na faculdade e funciona como categoria de base se comparado ao futebol. E por fim, um *quarterback* amador representaria um ácido bem mais fraco, no caso o ciclo-hexanol com pKa 17. Partindo do princípio de que com a mudança considerável do pKa na situação, deveria ser feito uma comparação de tal nível, ou seja, *quarterbacks* em diferentes áreas de atuação, e não *quarterbacks* que atuam na mesma área, mas como qualidades diferentes (quadro 4).

Quadro 4 – Relação pKa do ácido vs nível do *Quarterback*.

pKa do ácido	Nível do <i>Quarterback</i>
4,2	Profissional
10	Faculdade
17	Amador

Fonte: própria

A etapa seguinte foi apresentar o efeito indutivo e como ele atua em relação ao pKa da substância, em que foram comparados quatro ácidos derivados do ácido acético, mas com substituintes diferentes (ácidos acéticos cloro-substituídos).

A analogia foi usada ao fazer a relação do ácido acético, que possui o pKa de 4,76, com o *quarterback* ex Chicago Bears, Mitchell Trubisky, o qual atua na NFL, mas que já foi muito contestado e sempre teve atuações ruins, com passe e leituras que eram insuficientes.

Na continuação, foi apresentado o ácido cloroacético que possui o pKa de 2,86 (um ácido mais forte que o ácido acético não substituído), e então comparado ao *quarterback* do time San Francisco 49ers, Jimmy Garoppolo, em que é visto como superior ao *quarterback* anterior, mas com muitos defeitos ainda, ou seja, não se espera muito nem para ruim nem para bom.

Na sequência foi mostrado o ácido dicloroacético (pKa de 1,48, um ácido ainda mais forte), sendo esse comparado ao *quarterback* do Minnesota Vikings, Kirk Cousins. Ele tem bons números, boa precisão e boa força, mas em alguns momentos decisivos, ele às vezes não corresponde, principalmente em jogos de horário nobre ou *primetime game*. Na relação da analogia, o ácido dicloroacético é um ácido ainda mais forte que os anteriores, mas ainda assim não é o mais forte da categoria (considerando os ácidos acéticos clorossustituídos).

Para então encerrar essa parte, foi apresentado o ácido tricloroacético, que possui o pKa de 0,70, e três átomos de cloro exercendo um grande efeito indutivo devido à forte

eletronegatividade dos átomos de cloro. Como analogia foi comparado ao Russel Wilson, *quarterback* de Seattle Seahawks, ótima força no braço, precisão, que sabe ser decisivo e já ganhou um anel de *Superbowl* sendo o melhor jogador (MVP) ¹⁰.

O efeito indutivo provoca pequenas mudanças na acidez, e diferente do efeito de ressonância, que pode provocar grande alteração na acidez, pode ser associado a situações semelhantes, como foi o caso de, na analogia, associar a jogadores que atuam no futebol profissional (quadro 5)

Quadro 5 – Comparação dos pKas com *Quarterbacks*.

pKa do ácido	<i>Quarterback</i>
4,76	Mitchell Trubisky
2,86	Jimmy Garoppolo
1,48	Kirk Cousins
0,70	Russel Wilson

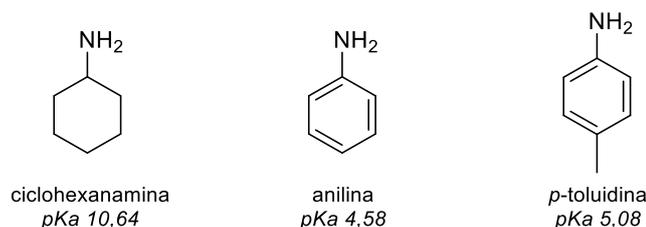
Fonte: própria

O tópico seguinte da explanação foi em relação à basicidade das aminas. Foram mostradas as características gerais das aminas, o grupo funcional, sua basicidade expressa em termo da constante de acidez (pKa), exemplos de empregos no cotidiano. Foram apresentadas as arilaminas e aquilaminas como modelos de aminas. A relação das aminas com a analogia foi em relação à característica de serem capazes de se ligar ao próton (H⁺), ou seja, são receptoras de H⁺ (bases de Brønsted-Lowry). Dessa forma, em associação com o Futebol Americano, atuariam como os recebedores dos lançamentos feitos pelo *quarterback*. Assim um bom recebedor seria uma base mais forte, pois se ligaria ao próton de forma mais eficiente.

Ao falar sobre as arilaminas, expliquei sua estrutura e disse que elas são menos básicas em geral por ter uma formação que favorece o ácido conjugado, o que torna o pKa levemente mais baixo (mais ácido, menos básico). Na sequência foram mostradas as comparações entre recebedores e algumas aminas (figura 16). O ciclo-hexilamina, uma amina alifática cujo pKa é 10,64, pode ser usada como uma base até forte (entre as aminas) e comparada com um recebedor profissional. As outras arilaminas são a anilina e a 4-metilnilina (*p*-toluidina), cujos pKas são 4,58 e 5,08, respectivamente, não tão básicos como no primeiro exemplo, e a analogia foi feita para ambos em comparação a diferentes recebedores da faculdade que ainda não são profissionais, mas também não são amadores (figura 14).

¹⁰<https://www.washingtonpost.com/news/fancy-stats/wp/2015/12/22/choosing-the-nfls-mvp-all-depends-on-how-you-define-it/> (acesso em 22/11/2021)

Figura 14 – Estruturas de três aminas semelhantes



Fonte: própria

Em relação às alquilaminas, a explicação foi semelhante a feita com as arilaminas. Expliquei as estruturas, mas aponte a diferença entre basicidades entre elas, falando sobre o pKa ser mais elevado para as alquilaminas o que as torna mais básica. O caso de as aminas alifáticas serem mais básicas do que as arilaminas (ou mesmo aminas aromáticas) se deve à melhor estabilização do ácido conjugado decorrente dos efeitos indutivos (hiperconjugação) dos grupos alquila. Assim, um ácido conjugado mais fraco (mais estável) corresponderia a uma base mais forte.

Para a analogia com recebedores usei três estruturas com pKa aproximados. A comparação foi feita com o cátion amônio (o ácido conjugado da amônia) e as aminas primárias metila amina e etilamina, cujos respectivos ácidos conjugados são metilamônio e etilamônio. No caso do cátion amônio, que tem pKa 9,26, usei como analogia um bom recebedor do Seattle Seahawks, Tyler Lockett, um dos melhores de sua posição, mas que deixa um pouco a desejar no tamanho, mas compensa em agilidade e rotas. Na sequência foi apresentado o cátion metilamônio com pKa de 10,64, e analogia usada foi com o recebedor do Green Bay Packers, Davante Adams, para alguns sem dúvidas um dos melhores recebedores dos últimos anos na liga profissional. E por fim o etilamônio, que tem pKa 10,75, o mais básico dentre os citados e para analogia usei o que para mim é o recebedor mais completo da atualidade, DeAndre Hopkins do time do deserto o Arizona Cardinals, que corre bem, tem boas rotas, e consegue realmente agarrar a bola, quase todos os times o desejam embora um deles tenha o descartado (quadro 6).

Quadro 6 – Comparação dos pKas com *wide receivers*.

pKa da base	<i>Wide Receiver</i>
9,26	Tyler Lockett
10,64	Davante Adams
10,75	DeAndre Hopkins

Fonte: própria

Ao fim desse encontro pedi novamente breves comentários acerca do momento e tive alguns que destaco. O estudante P1 disse: “(o participante) acaba aprendendo as duas

perspectivas, o Futebol Americano e a química, e interessante o Futebol Americano ou esportes de fora também podem servir como ponto de partidas para fazer analogias [...] podendo ser usado para revisão de um conteúdo tanto como iniciação do mesmo, eu vejo que potencializa o momento de aula.” O aluno P2 na sequência continua: *“Eu achei interessante porque primeiro nunca tinha pensado em trabalhar ácido e bases por esse meio (analogia), ainda mais partindo de um esporte que não conhecia, além de relembrar o conteúdo aprendi sobre o esporte, além disso depois eu comecei a pensar outros tipos de analogia que podem ser trabalhadas”*.

5.3 DIA 3

Para dar continuidade à oficina, o terceiro dia foi reservado para *feedback* dos participantes, para expressar seus sentimentos em relação às escolhas de analogia, se foi eficaz o seu uso, e como poderia ser adaptada. Nesse dia todos falaram, além de responderem um questionário final para corroborar com tudo que foi dito, e como foi sem identificação, dar uma maior liberdade para os estudantes mais tímidos bem como para todos falarem sobre o que pode ser melhorado na sequência.

Comecei perguntando o que acharam do uso da analogia na situação de aula proposta. Quem começou falando foi o estudante P3: *“Eu particularmente achei essa metodologia muito eficaz, uma possibilidade muito boa para nos utilizarmos em sala de aula”*. Na sequência P4 disse: *“Essa proposta que você fez foi muito válida porque realmente dá para fazer essa relação e fica claro”*.

Após essas falas iniciais, eu indaguei sobre o conceito de analogia em si, independentemente do assunto ao qual elas estariam associadas, e das analogias que seriam empregadas, e se havia ficado clara a explanação que tinha sido feito. A fala foi encabeçada por P3: *“Pra mim ficou, a gente tem que utilizar, mas nem sempre de forma tão sistemática, essas comparações, busca de semelhanças com o esporte pode ajudar, ficar mais claro e pode ajudar o estudante a assimilar”*. Nesse momento tomei um tempo para falar sobre um exemplo que foi dado nesse mesmo documento (ver tópico 3.2), quando é falado sobre analogias que às vezes não funcionam, e é dado o exemplo do conceito Thomson sobre átomo no qual ele compara a um pudim de passas. Essa expressão não é tradicional no Brasil e às vezes pode não facilitar o entendimento. O aluno P1 chegou a citar o filósofo Mario Sergio Cortella, ao dizer que *“a gente foi alfabetizado aprendo que a letra x é de xilofone, mas o que é um xilofone? Acho que é parecido”*. Por sua vez, P3 complementou: *“Eu entendo que a analogia é pra facilitar o*

entendimento, o intuito dela é isso". Para encerrar o entendimento que eles tiveram de analogia de analogia, P1 acrescentou: *"Desde a primeira apresentação ficou claro, querendo ou não você (eu) cita e no segundo quando entra na orgânica"*.

Foi perguntado logo após sobre a utilização da analogia em outros esportes, e apenas P2 disse que tinha pensado no uso para o judô, no sentindo que atleta tem a melhor pegada e poderia usar de forma semelhante para utilizar em ácidos e bases. Achei muito bacana ter pensado em outro método para utilização de analogia de química com esportes, pois exemplifica que a analogia não precisa ficar restrita a uma situação, e sim buscar compreender alguma situação mais abstrata.

No encerramento, pedi para que todos falassem sobre a experiência de ter participado da oficina e quem começou com a fala foi P1: *"Desde o início com a analogia e o uso do esporte eu gostei. Eu nunca parei para aprender o esporte e eu aprendi durante a apresentação, então vem a questão da interdisciplinaridade vem a questão de atrair o aluno por ser algo macroscópico e ser um futebol. Querendo ou não a gente diz 'eu já vi isso na TV'. Gostei do esporte como analogia e depois melhorou com a contextualização, acho que dá pra aplicar em turmas de 9º ano como em outras séries [...] e serve tanto pra quem já conhece o conteúdo como quem vai presenciar pela primeira vez [...] e fica aberto para outros esportes vou ser mais mente aberta"*. Na sequência o estudante P2 falou: *"Em relação a analogia eu gostei bastante. Até conhecia sobre futebol americano, mas não tinha me aprofundado tanto, e também nunca tinha pensado em preparar abordagens desse tipo através do esporte, e o que achei mais interessante que além de conhecer o esporte, já comecei a identificar analogias no dia-dia [...]. Pensei em criar analogias como falei do judô, por isso gostei, porque dá pra abordar de outra forma o esporte e também identificar a analogias em conteúdos com que a gente já trabalha"*. Continuando, o aluno P4 falou: *"Eu gostei bastante, não era um jogo que eu conhecia, então consegui associar pelo conteúdo (da oficina)"*. E para fechar as discussões, P3 concluiu: *"Eu achei um trabalho muito pertinente principalmente na nossa busca como pesquisadores que buscam encontrar metodologias que facilitam o aprendizado do estudante principalmente quando tratamos da química, porque é uma disciplina muito mal compreendida [...] essa é uma metodologia muito boa"*. Todas as falas foram muito importantes porque mostraram que um dos objetivos centrais do trabalho foi alcançado, que era levar as discussões sobre a importância do uso da analogia no ensino da química. Mesmo trazendo um esporte ainda em crescimento no país foi possível passar a mensagem para os envolvidos, despertando interesse para uso deles em outras situações.

Para finalizar, foi deixado um questionário, que de certa forma continha perguntas já feitas de forma oral, mas que fossem expressas de forma escrita por eles. Como dito antes, as respostas foram anônimas para dar mais liberdade a quem fosse responder. As quatro perguntas foram: (1) Qual foi entendimento sobre o futebol americano? (2) Qual foi seu entendimento sobre analogia? (3) A analogia do assunto com o futebol americano funcionou para você? (4) Daria para fazer com outro esporte?

As respostas dadas pelos estudantes à primeira pergunta “Qual foi entendimento sobre o futebol americano?” foram as seguintes:

1: A visão que eu tinha antes de que era um esporte complicadíssimo e que era uma adaptação americanizada do nosso futebol, foi desconstruída e o interesse pelo mesmo foi estigado. É um esporte que requer bastante estratégia para que o time consiga êxito e a questão da violência que era o que mais eu via também, foi demonstrado que essa é uma das últimas estratégias que o time recorre, e não é no seu sentido negativo

2: É um tipo de esporte no qual a estratégia realizada (para pontuar) é muito mais importante do que a força, que muitos acreditam que precisa ser utilizada nesse tipo de futebol.

3: Compreendi sobre regras, pontuações e aprimoramentos implementados à modalidade esportiva no decorrer dos anos. além disso, desenvolvi curiosidade pelo esporte.

4: O Futebol Americano é um esporte no qual não conheço suas peculiaridades, mas a partir das explicações de Pedro foi possível entender que este não é só um esporte de força, mas sim um esporte de estratégia, onde todas as jogadas são pensadas e articuladas para que o objetivo seja cumprido, essa perspectiva é muito forte e mudou minha a visão que tinha sobre esse esporte.

De mesmo modo, quando questionados sobre “Qual foi seu entendimento sobre analogia?” as respostas foram:

1: Analogia é uma estratégia que busca aproximar o conteúdo do aluno por meio de um raciocínio mais macroscópico, ou parte de algo mais "concreto". Foi citado o pudim de passas de Thomson, que acho que seja uma das mais famosas na química e que as vezes pode mais atrapalhar do que ajudar, pois pessoalmente, nunca vi um pudim de passas.

2: É o uso de recursos estratégicos, utilizado pelo professor que leva o aluno a entender um conteúdo mais facilmente, por conseguir relacionar com algo cotidiano.

3: Compreendi que analogia é o uso de fenômenos conhecidos com o intuito de representar algo que não é acessível aos nossos sentidos.

4: A Analogia é uma forma mais simples de explicar alguma coisa, isso se dá por exemplos práticos, que se unem a um determinado assunto que deve ser explicado com clareza. Sendo assim, as analogias possibilitam essa clareza na explicação dos assuntos.

Quando perguntados se “a analogia do assunto com o futebol americano funcionou para você?”, eles disseram:

1: Sim, bastante. Apreendi nas duas perspectivas, pois já havia criado uma imagem de que o futebol americano é muito complicado, violento etc. Mas a partir da primeira aula que foi explicado o básico desse esporte, já houve uma mudança na forma de se pensar sobre o futebol americano. Ao relacionar o conceito de ácido e base com o esporte, foi uma sacada muito inteligente, pois a questão dos passes e dos arremessos como sendo a função dos ácidos e das bases e as suas "combinações" que podem ocorrer (ácido forte-base forte, ácido forte-base fraca...), demonstrou como podemos abrir o nosso leque de opções didáticas que visam diferentes formas no processo de ensino-aprendizado.

2: Sim, pois mesmo sendo um tipo de esporte ao qual não conhecia, através da analogia feita, eu consegui relacionar o tipo de jogada realizada (arremesso e passe) ao que aconteceria em relação ao conteúdo abordado.

3: Sim. Funcionou devido a aula explicativa, caso contrário, eu não teria entendido a analogia.

4: Sim, funcionou e mostrou torná-lo mais compreensível, o conteúdo trazido por Pedro foi bem articulado com a Analogia do Futebol Americano, principalmente quando ele fica dos ácidos orgânicos e na forma que aconteciam essas recepções e ataques, relacionando isso com o futebol.

Por fim, aos serem indagados sobre se a analogia “Daria para fazer com outro esporte?”, eles comentaram:

1: Sim, por enquanto eu só usaria esportes já conhecidos, mas a partir desse trabalho fiquei pensando em aprender a estratégia de novos esportes e se possível, os seus potenciais de analogia, como por exemplo o baseball. Acho que um esporte que poderia ser usado seria a corrida com revezamento, pois a partir do atleta que sai e o que recebe o bastão para continuidade da prova, poderíamos pensar na questão de uma reação ser completa ou não a partir dos ácidos e bases envolvidos na mistura.

2: Eu acredito que sim, entretanto como não tenho um entendimento a respeito dos tipos de esportes existente, não sei quais poderiam ser usados para tal finalidade.

3: Sim. o judô seria uma boa forma de explicar as ligações químicas devido ao sucesso de uma pegada forte (ligação forte como a covalente), ou uma quase pontuação em função de uma pegada mais fraca (interações moleculares e atômicas).

4: Sim, com um esporte que também fosse de estratégia e que tratasse dessas articulações entre jogadores, o futebol que conhecemos poderia ser um exemplo.

Ao fazer um comparativo geral das respostas, é possível ver que estão alinhadas com as falas colocadas ao longo de todas as discussões. Eles compreenderam não apenas as principais regras do Futebol Americano, apesar de não ser um esporte tão conhecido por eles, como também seu uso na discussão sobre a acidez e basicidade dos ácidos carboxílicos e aminas, respectivamente. Além disso, eles compreenderam que o uso da analogia pode ser estendido a outras situações, inclusive usando outros esportes.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com todas as respostas dos participantes, além das indagações e comentários pontuais deles durante toda oficina, para mim ficou evidente que eles tiveram o entendimento desejado da função e uso de analogia durante as aulas de química. Como nenhum deles tinha entendimento suficiente sobre o Futebol Americano, a primeira parte da sequência didática proposta, apresentada na forma de uma oficina, sanou as principais dúvidas, ou seja, foi o necessário para entender o jogo e principalmente entender o suficiente para a analogia que eu pretendia aplicar naquele momento.

E segundo os participantes, também foi uma forma válida, já que eles conseguiram relacionar o conteúdo químico discutido (ácidos carboxílicos e aminas) com o que foi previamente apresentado sobre o Futebol Americano. Assim, o esporte serviu como uma ponte para a apresentação do conteúdo de química, que foi além e ajudou a relacionar com outros conteúdos da realidade pessoal de cada um. Isso foi importante, já que no futuro pode ser tornar outro meio de analogia, além de abrir o leque para o ensino por meio dos esportes. O contrário também é válido, pois pode apresentar um esporte, através de um conteúdo químico que no início pode ser irrelevante para o aluno, mas que possa chamar a atenção dele, e criar um interesse tanto sobre o assunto quanto pelo esporte. Ademais ainda pode ter sucesso em aplicação para turmas do Ensino Médio ou Fundamental II, onde é ensinado o assunto de ácidos e bases, além do uso da transdisciplinaridade que pode ser aplicado em conjunto com um possível professor de Educação Física.

Em caso de uso da ferramenta para o ensino médio, algumas moléculas poderiam ser adaptadas para ter uma maior diferenciação dos pKas e assim facilitar o entendimento dos alunos. Além disso, há a possibilidade de se poder usar o jogo real adaptado (com uma bola de futebol americano) com os alunos para exemplificar o recebimento e doação de H^+ , em parceria com a disciplina de Educação Física.

Concluo baseado na experiência bastante satisfatória que obtive na aplicação de uma oficina voltada para o uso da analogia para o ensino de conteúdos da química e que pode ser uma ótima opção como ferramenta metodológica. E que seu uso pode ser estendido além dos ácidos e bases, como também além do Futebol Americano, mas que o uso de ambos em conjunto, como proposta aqui, pode ser uma boa estratégia de ensino para diversas turmas em diferentes níveis escolar ou até mesmo graduação.

REFERÊNCIAS

- ARÃO, José. **Uso de Analogias no Ensino de Química nas Escolas da Província de Manica**. 2010. 137 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado em Educação/ Ensino de Química, Universidade Pedagógica, Maputo, 2010.
- CAREY, Francis A. **Química Orgânica**. 7. ed. Porto Alegre: Amgh Editora Ltda., 2011. 2 v.
- CURTIS, Ruth V.; REIGELUTH, Charles M.. The use of analogies in written text. **Instructional Science**, [S.L.], v. 13, n. 2, p. 99-117, jul. 1984. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/bf00052380>.
- DUIT, Reinders. On the role of analogies and metaphors in learning science. **Science Education**, [S.L.], v. 75, n. 6, p. 649-672, nov. 1991. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1002/sce.3730750606>.
- FERRAZ, Daniela Frigo; TERRAZZAN, Eduardo Adolfo. Uso espontâneo de analogias por professores de biologia e o uso sistematizado de analogias: que relação? **Ciência & Educação (Bauru)**, [S.L.], v. 9, n. 2, p. 213-227, 2003. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1516-73132003000200005>.
- FRONTELMO, Paulo Antônio Coelho Soares; DE VASCONCELLOS RIBEIRO, Carlos Henrique. Futebol americano no Brasil: estratégias e limitações no país do futebol. **Lecturas: Educación física y deportes**, n. 102, p. 29, 2006
- FUNK, David. **FSD History Flashback: November 6, 1869**. 2008. Disponível em: <http://prod-br-app-s3.brenv.net/articles/78500-fsd-history-flashback-november-6-1869>. Acesso em: 07 dez. 2021.
- GLYNN, Shawn M.. **Teaching Science With Analogies A Strategy for Teachers and Textbook Authors**. 1994. Disponível em: <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED373306.pdf>. Acesso em: 10 nov. 2021.
- GOSWAMI, Usha. Analogical Reasoning in Children. In: GENTNER, Dedre. **The analogical mind: Perspectives from cognitive science**. Cambridge: A Bradford Book, 2001. p. 437-470.
- GOULART, Janice Anita Bomfim. Analogias e metáforas no ensino de física: um exemplo em torno da temática de campos. 2008.
- GUIMARÃES, Yara AF; GIORDAN, Marcelo. Elementos para validação de sequências didáticas. **Encontro Nacional de Pesquisa Em Educação Em Ciências**, v. 9, p. 1-8, 2013.
- JUSTI, Rosária; MENDONÇA, Paula Cristina Cardoso. Usando analogias com função criativa: uma nova estratégia para o ensino de química. **Educació Química: EduQ**, [S.L.], n. 1, p. 24-29, 2008. Institut d'Estudis Catalans. <http://dx.doi.org/10.2436/20.2003.02.4>.
- KAUFMAN, David R.; PATEL, Vimla L.; MAGDER, Sheldon A.. The explanatory role of spontaneously generated analogies in reasoning about physiological concepts. **International Journal Of Science Education**, [S.L.], v. 18, n. 3, p. 369-386, abr. 1996. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1080/0950069960180309>.

LINO DE ARAÚJO, Denise. O que é (e como faz) sequência didática? **Entrepalavras**, [S.l.], v. 3, n. 1, p. 322-334, maio 2013. ISSN 2237-6321. Disponível em: <<http://www.entrepalavras.ufc.br/revista/index.php/Revista/article/view/148>>. Acesso em: 22 ago. 2021. doi:<http://dx.doi.org/10.22168/2237-6321.3.3.1.322-334>.

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, p. 195-207, 2005.

MÉHEUT, M.; PSILLOS, D. Teaching-learning sequences. Aims and tools for science education. **International Journal of Science Education**, v. 26, n. 5, abr. p.515- 535, 2004.

MÉNDEZ, Juan Manuel. Alvarez. **VALIAR PARA CONHECER EXAMINAR PARA EXCLUIR**. Porto Alegre: Artmed Editora, 2002.

MONTEIRO, Ivone Garcia. Analogias em livros didáticos de química brasileiros destinados ao ensino médio. **Investigações em Ensino de Ciências**, Belo Horizonte, v. 5, n. 2, p. 67-91, maio 2000.

MOURA, Bruno Melo; SOUZA-LEÃO, André Luiz Maranhão de. Identidade cultural no consumo de fãs brasileiros da National Football League. **Cadernos Ebape.Br**, [S.L.], v. 18, n. 3, p. 595-608, 20 set. 2020. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/1679-395120190020>.

RAVIOLO, Andrés; GARRITZ, Andoni. Analogias no ensino do equilíbrio químico. **Química Nova na Escola**, v. 27, n. 1, p. 13-25, 2008.

RIGOLON, Rafael Gustavo. As analogias quantitativas e a nova classificação pela natureza da relação analógica. **ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS**, v. 9.

RODRIGUES, Francisco Xavier Freire et al. Futebol americano no país do futebol: o caso do cuiabá arsenal. **Barbarói**, v. 2, n. 41, p. 227-247, 2014.

SILVERSTEIN, Todd P. Weak vs Strong Acids and Bases: the football analogy. **Journal Of Chemical Education**, [S.L.], v. 77, n. 7, p. 849, jul. 2000. American Chemical Society (ACS). <http://dx.doi.org/10.1021/ed077p849>.

SOLOMONS, T W Graham; FRYHLE, Craig B. **Química Orgânica**. 12. ed. Rio de Janeiro: LTC - Livros Técnicos e Científicos Editora S.A, 2012. 2 v.

VANITALLIE, Theodore B. Traumatic brain injury (TBI) in collision sports: Possible mechanisms of transformation into chronic traumatic encephalopathy (CTE). **Metabolism**, v. 100, p. 153943, 2019.

APÊNDICE A

Material sobre Futebol Americano apresentado no primeiro dia da oficina:



APÊNDICE B

Material sobre ácidos carboxílicos e aminas apresentado no segundo dia da oficina:

ÁCIDOS CARBOXÍLICOS E AMINAS

Pedro Aureliano Maia Mendes

DEFINIÇÕES DE ÁCIDOS

ÁCIDO DE ARRHENIUS



Em 1887, Arrhenius sugeriu que um ácido, base ou sal, se serem dissolvidos em água, dissociavam espontaneamente em íons positivos e negativos. Arrhenius propôs que um sal AB pode existir tanto como espécie não dissociada (AB) como sob a forma de íons A⁺ e B⁻, de modo que o equilíbrio (AB ⇌ A⁺ + B⁻) existirá em qualquer solução de um sal em água (Kousathana et al., 2008). Também afirmou que, em solução aquosa, os ácidos e bases são completamente dissociados quando são fortes, e parcialmente, quando são fracos (Vos; Pilot, 2001)

$$HA + H_2O \rightleftharpoons H_3O^+ + A^-$$

$$B + H_2O \rightleftharpoons HB + OH^-$$

ÁCIDO DE BRONSTED-LOWRY



Esses pesquisadores propuseram uma definição baseada no papel dos íons hidrogênio em sistemas ácido e base.

O conceito de ácidos e bases de Bronsted-Lowry independe do seu comportamento em água e da natureza do solvente.

O conceito relaciona-se à extensão da transferência do íon hidrogênio (H⁺) do ácido para a base.

conjugate pair

$$HCl + NH_3 \rightleftharpoons NH_4^+ + Cl^-$$

acid 1 base 2 acid 2 base 1

conjugate pair

ÁCIDO DE LEWIS



Lewis definiu um ácido como sendo qualquer molécula ou íon com um agrupamento incompleto de elétrons em torno de um de seus átomos.

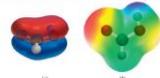
Nessa condição esse átomo adquire a propriedade de aceitar um par de elétrons do outro átomo, sendo o átomo doador um íon ou molécula denominada de base de Lewis.

O conceito de ácidos como receptores de pares de elétrons inclui moléculas ou íons que não continham o hidrogênio.

Lewis estabeleceu a seguinte comparação: "[...] restringir o grupo de ácidos para as substâncias que contêm hidrogênio é como considerar os oxidantes como substâncias que contêm oxigênio" (Kousathana et al., 2008, p. 103).

Arrhenius	Ácido	Base
	H ⁺ in H ₂ O	OH ⁻ in H ₂ O
Bronsted-Lowry	H ⁺ Doador	Receptor H ⁺
Lewis	Receptor e ⁻ pair	e ⁻ pair Doador

POLOS

Ácidos são moléculas polarizadas

ONDE ENCONTRAMOS?



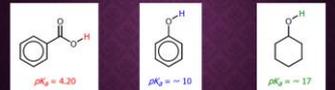

As farmácias usam o ácido metanoico, como mucicidante de diabetes conhecido também como ácido fórmico.

Ao deter o estômago exposto ao ambiente o Alcool se oxida e se torna um ácido etanoico, também conhecido como ácido etílico, principal ácido de vinagre comercial.

Ácido acetilsalicílico também o ácido que temha e maior uso farmacêutico, usado na produção do fármaco Aspirina um potente analgésico.

O ácido cítrico também se faz presente em frutas como laranja, limão, abacaxi sendo o responsável pelo gosto ácido de algumas.

EFEITO DA RESSONÂNCIA



$pK_a = 4.20$ $pK_a = 10$ $pK_a = 17$



Pode-se comparar a acidez de compostos orgânicos comparando-se as bases conjugadas produzidas. Quanto mais estável for a base, mais forte é o ácido!

$CH_3COOH + H_2O \rightleftharpoons CH_3COO^- + H_3O^+$

$CH_2=CHCOOH + H_2O \rightleftharpoons CH_2=CHCOO^- + H_3O^+$

Estabilizada por ressonância.

EFEITO INDUTIVO

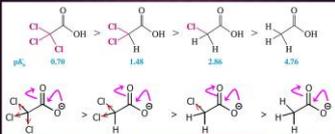
Os efeitos indutivos dependem da eletrogravidade do substituinte e do número de ligações σ entre ele e o sinal ácido. A medida que o número de ligações aumenta, o efeito indutivo diminui.



CH₃COOH CH₃CH₂COOH CH₃(CH₂)₂COOH

Ácido 2-hidroxipropiônico Ácido 3-hidroxipropiônico Ácido 4-hidroxipropiônico

$pK_a = 4.75$ $pK_a = 4.87$ $pK_a = 4.82$



$pK_a = 0.78$ $pK_a = 1.48$ $pK_a = 2.86$ $pK_a = 4.76$



Questão 11.2 Nomes de alguns ácidos e grupos acila correspondentes

Nome sistemático	Nome trivial	Nome trivial	Formúla
Ácidos monocarboxílicos difíceis memorizar			
Metanoico ^a	Formico	Formil	HCO-
Etanoico ^a	Acético	Acetil	CH ₃ CO-
Propanoico ^a	Propiônico	Propionil	CH ₃ CH ₂ CO-
Betanoico ^a	Butiônico	Butiril	CH ₃ CH ₂ CH ₂ CO-
3-metilpropanoico ^a	Isobutanoico ^a	Isobutiril ^a	(CH ₃) ₂ CHCO-
Pentanoico ^a	Valérico	Valiril	CH ₃ (CH ₂) ₃ CO-
5-metilpentanoico ^a	Isovalérico ^a	Isovaliril ^a	(CH ₃) ₂ CHCH ₂ CO-
2,2-dimetilpropanoico	Trimético ^a	Trimetil ^a	CH ₃ CO-
Dicloroetanoico	Lauico ^a	Lauil ^a	CH ₃ (CH ₂) ₁₀ CO-
Tetradecanoico	Mirístico ^a	Miristil ^a	CH ₃ (CH ₂) ₁₂ CO-
Hexadecanoico	Palmitoico ^a	Palmitil ^a	CH ₃ (CH ₂) ₁₄ CO-
Octadecanoico	Estearoico ^a	Estearil ^a	CH ₃ (CH ₂) ₁₆ CO-

Obs: A nomenclatura dos ácidos carboxílicos é feita com a utilização do sufixo ácido.

AMINAS




Aminas primária Aminas secundária Aminas terciária

As aminas são substâncias relativamente polares, tendo seus pontos de ebulição não tão elevado como os ácidos carboxílicos e álcoois, se levado em conta a massa molecular como parâmetro. (CAREY, 2011)

ONDE ENCONTRAMOS




Nas modernas, um medicamento analgésico muito potente derivado do opio, que foi amplamente utilizado durante a segunda guerra mundial para aliviar as dores dos combatistas.

A cafeína também comum, sendo uma das substâncias mais utilizadas para dar mais energia, seja no café, refrigerante ou lápis.



A droga que vem do extrato da folha de coca, também se faz presente a amina.



A cafeína também comum, sendo uma das substâncias mais utilizadas para dar mais energia, seja no café, refrigerante ou lápis.



A amina comum comercial, utilizado para coloração de alimentos por muitos doces, e também para coloração de pizzas em lojas.

