

O curso de licenciatura em química tem como objetivo formar um professor de química que, a princípio, atuará no nível médio de ensino. Deve-se ter em mente que este futuro docente poderá enfrentar uma turma muito heterogênea: discentes com necessidades especiais (cegos, surdos, mudos, ...) e/ou discentes portadores de alguma neurodivergência (Transtorno do Espectro Autista, Altas Habilidades / Superdotação, Déficit de Atenção, entre outros). A diversidade, segundo afirma Montoan, precisa ser natural na escola, para esta ser verdadeiramente inclusiva. Para tal, a prática docente é a chave de partida para o ensino inclusivo de reações químicas. Maldaner corrobora com estes princípios, que, juntamente com Montoan, dão ênfase à mediação do professor. Para melhor entendimento deste texto, o exemplo norteador de reações químicas será a combustão.

Ao iniciar o ensino de reações, o primeiro conceito que já deve vir esclarecido pelos estudantes é o de SUBSTÂNCIA. A confusão de átomo, molécula e substância perpassa da escola à graduação, decorrente de obstáculos epistemológicos ~~(ao)~~ tão solidificados nos alunos. Na visão de Mortimer, conceitos abstratos demandam diálogo ávido em sala de aula, para que, o professor seja o mediador entre o aluno e o conhecimento. Esse diálogo, então, deve levar a participação

ativa dos alunos. Para tal, Gil-Pérez propõe metodologias investigativas. Assim sendo, pode-se iniciar uma aula com a pergunta: do que é feita a fumaça nos escapamentos de caminhão ou ônibus, frequentemente vistos pelos alunos de graduação que transitam na Rodovia Presidente Dutra à caminho da UFRGS?

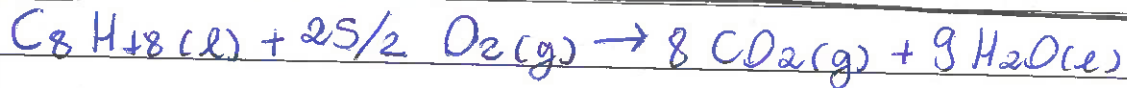
Nesta pergunta, além da instigação inicial, há o conceito ~~de~~ proposto por Santos & Schnetzler, no qual o ensino precisa de contexto real para o aluno, assim de que este tenha conhecimentos científicos necessários à sua formação como cidadão. Sabendo, neste exemplo, que a fumaça é produto de combustão incompleta, e que este produto é poluente, além de tóxico, é um fator essencial na tomada de decisões do dia-a-dia, como na escolha do transporte ideal, ou na compra de um veículo automotor.

Com isto, chega-se a formulação de que a fumaça é um indício de reação química. Que pode ser visual, ou percebida por odor e audição nas rodovias. É um exemplo que abrange a diversidade, contextualizado de forma coerente. A explanação do exemplo inclui o conceito de transformação de substâncias, quebra e formação de novas ligações, rearranjo de átomos e cálculos estequiométricos. Todos com elevado grau de abstração.

No decorrer da aula, o professor escreve no quadro a seguinte equação:



Uma aula tradicional, é dada esta representação de combustão, junto com explanação de balançamentos, fatores estequiométricos e estados físicos representados, então surge:



OU



Numa metodologia ativa, questiona-se ao aluno o significado dos fatores estequiométricos, tendo como base os leis (~~princípios~~) de Proust e Lavoisier (nada se perde, nada se ganha, tudo se transforma; as substâncias numa equação são proporcionais entre si a fatores inteiros (fator estequiométrico). Questiona-se quem já teve algum contato com gasolina no posto de abastecimento. Então, pede-se a observação: o ~~com~~ é de líquido ou gás? qual o estado físico? Percebe-se odor característico? Assim, o aluno é conduzido ao conceito da substância GASOLINA. Na perspectiva de Mortimer, o conceito macroscópico agora transita no microscópico. É este é o grande desafio: como demonstrar essa transformação, à um público tão heterogêneo, de modo a gerar significado real?

Mesmo numa classe contendo alunos sem necessidades especiais, reconhecer e interligar a

fórmula química (C_8H_{18}) à sua conexão macroscópica (gasolina no posto). Para superar esta dificuldade existem, além da metodologia ativa, os recursos didáticos; a mais conhecida são modelos intuitivos de ligação. Peças montáveis, contendo átomos representados por esferas de cor e tamanho diferentes, junto com hastes flexíveis que representariam as ligações. Ao montar, desmontar, e remontar um modelo fica mais claro o rearranjo de átomos para formar outra substância. Esses modelos são paupérrimos em alguns casos (Tamanhos diferentes) e quando não tiverem diferença visual é possível fazer (~~sentir~~) ranhuras para identificação tátil. Estes modelos são uma proposta, atualmente, viável pela disponibilidade de aquisição pelo professor. Contudo, como afirma Mantovan, a mediação é essencial. Saber manipular o material didático específico para o público ainda mais específico, com uma linguagem que possibilite toda a classe compreender a transformação das substâncias; esse pilar são propostos por Schmetzler, Matimer e Mantovan, e são essenciais para gerar a aprendizagem significativa, neste exemplo.

Uma observação relevante, em casos de alunos portadores de deficiência auditiva, a instituição deve prover um intérprete de libras, segundo legislação vigente. Contudo, ao professor de química cabe noção básica ④

de libras para conseguir se comunicar minimamente com aquele aluno específico. Desta forma, LIBRAS precisa permanecer no currículo docente de cursos de LQ (Licenciatura em Química), porém com adaptações de vocabulário específico pertencente à química, e nações neste caso, Schnetzler em sua concepção teórica nota essa necessidade diferenciada ao ensino de química.

Retomando o conceito das transformações, o professor regente deve ~~após~~ questionar-se constantemente se aquela abordagem foi eficiente para aquela turma específica; o professor deve se investigar da própria prática docente, como afirmou Maldaner. Assim sendo, se os modelos atuais não foram ideais, busca-se o motivo e a alternativa. Num perfil ~~neuro~~ neurodivergente, muitos objetos disponíveis podem gerar elevada distração, o que inviabilizaria, nessa possibilidade, o uso dos modelos. Há ainda perfis com curtas hiperfocos, e, sabe-se que hoje em dia, as telas estão presentes na vida dos adolescentes. Então, um recurso alternativo poderia ser uma mídia, vídeo, esquema, gif, que já estivessem disponíveis na internet gratuito, ou ~~ainda~~ ainda gerados por alguma Inteligência Artificial (IA), como o Chat GPT. Com os comandos corretos, as possibilidades de criação de mídias visuais, e audio-visuais, são quase ~~infinitas~~ infinitas. Nesta perspectiva, Schnetzler friza a importância da formação continuada do docente,

que precisa estar ~~continua~~ sempre atualizando sua
mática e os recursos disponíveis. Além das IA, há
programas específicos que podem modelar as transfor-
mações químicas, chamados de realidade virtual (RV).

Para os conceitos de cálculos estequiométricos, a
primeira premissa que o professor deve ter é: o estu-
dante partiu de algum conhecimento; ele tem alguma
noção de números e cálculos matemáticos básicos. En-
tretanto, essa visão matemática não é universal.
Cada aluno faz uma leitura baseado no que já
aprendeu ao longo da jornada ~~estudantil~~ estudantil.
Deve-se então compreender que nem todos dominam as
operações básicas, bem como o grande obstáculo: mol.

Dada a equação: $2C_8H_{12}(g) + 25O_2(g) \rightarrow 16CO_2(g) + 18H_2O(l)$

Pergunta-se à classe: o que ~~(significa)~~ significa o número
2? As respostas comuns são 2 moléculas de gasolina. Cabe
então ao professor mediar essa ruptura: não existem apenas
duas moléculas, mas 2 mol de molécula. Mol é o número
de Avogadro, $6,02 \cdot 10^{23}$, representa uma quantidade
excessivamente grande para objetos excessivamente pequenos.
Ou seja, o micro, para ser palpável no macro, deve
estar reunido em uma quantidade na ordem do
mol. Esta mediação para transição MACRO-MICRO-SÍMBOL
é um conceito chave de Montmarquet e essencial para o apun-
tado numa turma diversa, segundo Nantoan. A RV
poderia então ser uma ferramenta útil. Alguns
programas representam as substâncias como bolinhas, ou mesmo
suas estruturas, porém escritas em conjunto, representando

o md. Por ser uma realidade virtual ela é editável e intuitiva simultaneamente. Com auxílio de comandos, ou do próprio cursor do computador, é possível deslocar quantidades e mostrar de forma explícita as transformações. Com o avanço tecnológico, este tipo de recurso tem muitas versões gratuitas, para tablets, computadores e celulares. A opção de uso no celular particularmente chama atenção dos alunos. Além do mais, como toda mídia, é possível que exista áudio leitura de toda a tela. Promove-se então maior interação aluno-conhecimento e conseguindo-se alcançar diversos públicos. Além dos cálculos, a Tecnologia em Informática auxilia na representação: mostrar o símbolo do estado físico com uma animação do estado vibratório (forma) torna-se interessante.

Na combustão, as moléculas de gasolina desenhadas com baixa movimentação, e as de O_2 com movimentação intensa. Ocorre o choque efetivo, de modo que as novas substâncias sejam geradas. Essas intuições são visíveis em modelos em 3D tanto quanto em realidade virtual. Nesse momento, o professor vê se até aqui sua prática está ganhando significado real nos alunos. Em uma avaliação, espera-se que os discentes afirmem que:

- Equação química representa microscopicamente (com símbolos) a reação que foi evidenciada macroscopicamente (odor, cor, precipitado, audição).
- Átomos compõem as moléculas e estas formam as

- substâncias. Os átomos das moléculas estão interligados, e eles em conjunto, de um mesmo tipo, formam substâncias com propriedades físico-químicas específicas.
- Quando algum fator leva a reorganização dos átomos entre si, ou deles com outros átomos de outra molécula diferente, afirma-se ter ocorrido transformação química = reação química
 - Essas transformações são proporcionais, ou seja, todos os átomos dos reagentes devem estar de alguma forma presentes no produto.

Em uma turma com alunos de necessidades especiais (CPCD ou neurodivergente) em grande maioria dos casos as "clássicas (e) provas" não são eficazes para mensurar o ^{processo de} ~~ensino~~-aprendizagem dos alunos. Logo, o próprio autor chave do tema, Rantouan, propõe uso de avaliações mais flexíveis. Sabe-se da literatura que existem muitas formas de avaliação, como elaboração de resumos e mapas mentais. Diversificar as formas avaliativas também é um modo de inclusão importantíssimo. Do contrário, os classes excludentes permaneceriam: enquanto a maioria lida bem com provas teóricas, ~~outros~~ outros tanto queixam-se de ansiedade atrapalhando o desempenho escolar. Ademais, ~~em~~ nem todo PCP consegue fazer uma prova escrita. Propostas variadas então se tornam fundamentais para avaliação do desempenho da classe antes de continuar. Podendo ser seminários, trabalhos orais em grupo, estudos dirigidos, mapa mental...

Note que este recorte baseado em combustão não foi um roteiro de aula Teórica, mas sim uma forma de explicitar a importância da articulação entre três pilares: conhecimentos químicos + conhecimentos ~~(te)~~ pedagógicos + prática em sala de aula. A interação destes saberes forma um professor generalista, sólido e mais habilitado para atuar na formação docente de graduandos de licenciatura em química.

Seguindo-se então com outros conceitos norteadores de química: ácido-base e oxirredução.

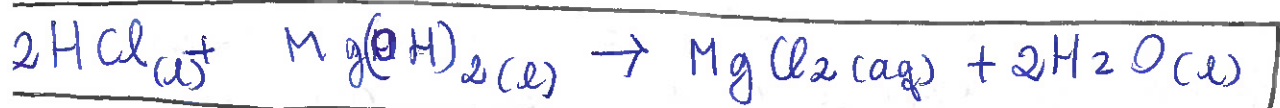
Na teoria, necessita-se de um problema real, contextualizado e relevante na vida do aluno. Tome então a acidez estomacal. Na pergunta norteadora diz-se: porque após certos alimentos possuímos ~~(sensação)~~ sensação de azia? Este questionamento deve levar à ácidos e bases de Arrhenius:

Ácidos: liberam H^+ no meio aquoso

Bases: liberam ~~(OH)~~ OH^- no meio aquoso

Exemplificando, pede-se pedir para o aluno buscar na IA a acidez ~~(estomacal)~~ estomacal: HCl . Numa outra pesquisa, descobre-se que leite de magnésio é composto por $Mg(OH)_2$ e este é medicamento comum anti-ácido. Com isso, ensina-se a utilizar ferramentas de informática com mais consciência e torna o aluno participante ativo, primordial para ~~(aprendizagem significativa)~~ (aprendizagem significativa). Ainda nos questionamentos, levantam-se hipóteses do que

poderia estar acontecendo no estômago. A RV ou os modelos ou vídeos online seriam os auxiliares para mostrar a reação:



e com a equação, os cálculos estequiométricos pertinentes:

2 mol HCl são proporcionais à
1 mol de $\text{Mg}(\text{OH})_2$, logo, 0,5 mol de
HCl consomem 0,25 mol de $\text{Mg}(\text{OH})_2$.

Uma proposta avaliativa poderia ser atividade de grupos para leitura do rótulo da embalagem do medicamento e assim calcular qual quantidade de ácido será neutralizada com a dose indicada.

Nesta proposta, o grupo Tem utilizada de avaliação e inclusão, onde os alunos supem suas necessidades mutuamente, exemplo o deficiente visual junto com o de visão normal. Como propõe Mantovan (1998) promover inclusão não apenas interação entre estudantes. É como propõe Santos & Schretzler, a alfabetização científica pertence ao futuro cidadão como lhe é de direito.

Da mesma forma se propõe o ensino das reações de oxirredução de forma inclusiva. O problema notado comum a todos, e possivelmente evidenciável independente da limitação, é a ferrugem de escadas externas antigas e corrimãos das casas da baixada, ou até mesmo o escurcimento de maçanetas originais da construção da UFRRS. Outro exemplo é o escurcimento de joias e semi-joias, todas essas formas de oxidação (meta-
metálica são visuais e ~~mas~~ minimamente táteis, além de amplamente conhecidos. Aqui questiona-se o motivo deste fato observado. Levantam-se hipóteses,

até que alguém, ou o próprio professor, conclua a correlação com exposição ao Tempo. É isso significa expor ao ar atmosférico, rico em gases, Nitrogênio, Oxigênio e vapor de água. Tudo isso num diálogo bem articulado e conduzido em sala, como propõe Mortimer. Da fala dos alunos extrai-se o oxigênio e ~~(depois)~~ entrega-se para eles as reações de oxidação:

$$[2\text{FeO}(s) + \frac{1}{2}\text{O}_2(g) \rightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3(s)]$$

Partindo-se dos conceitos já absorvidos de reagentes quando produtos, balanceamentos e representações, o novo conhecimento aqui é o NOX: número de oxidação. NOX equivale ao número de elétrons que a espécie ganhou ou perdeu. Se ganha, nox negativo, se perde, nox positivo, formando respectivamente ânions e cátions. É aqui é um desafio ao professor: a confusão de nomes, números e significado de conceitos abstratos. Se este aluno não possui base sólida em conceito de estrutura atômica, esta etapa se torna ainda mais difícil.

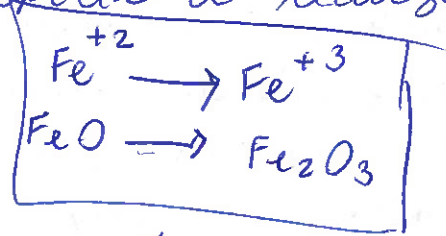
Somam parte desta dificuldade faz parte, porém não é o foco. Existem muitos modelos táteis mostrando as camadas eletrônicas e o núcleo, bem como milhares de imagens, esquemas, vídeos e gif's disponíveis de forma gratuita. Talvez seja o bastante para dar continuidade: a ideia de que o elétron da última ~~(cada)~~ camada pode sair dela, ou esta camada ganhar um elétron. Uma vez compreendida

o trânsito de elétrons que origina os íons, deve-se explicar o desbalanço de cargas + do núcleo com elétrons na eletrosfera. Para tudo isso, o mesmo modelo do átomo de Bohr pode ser utilizado. Mais uma vez, uso de linguagem e raciocínio mecânicos juntamente com o conhecimento científico promovem aprendizagem significativa. Sendo uma metodologia investigativa, volta-se a pergunta: "qual a relação do NOX com a reação dada?" Na metodologia Pair Instructions, remove-se integração e inclusão na turma com a finalidade de que eles descubram que:

• Oxirredução envolve uma oxidação (NOX aumenta) e uma redução (NOX diminui)

• Agente ^{oxidante} ~~reduzidor~~ conduz a outra espécie a oxidar logo sofre redução. no exemplo $O_2^0 \rightarrow O^{-2}$

Agente redutor conduz a outra espécie a reduzir, logo ele sofre oxidação. no exemplo



Uma vez alcançado o conceito proposto pelos alunos, inicia-se a discussão dos símbolos e seus significados. Aqui é uma possibilidade material em braile, porém como é muito específico, pode existir em poucos locais. Na discussão, se for pertinente, a presença do intérprete de LIBRAS, ou do mediador para pontadores de TEA, como manda a legislação. Como afirma ~~Schmetzler~~ Schmetzler, deveria ter a especificidade de vocabulário pertinente à química para o ensino.

Como última alternativa aqui proposta estão os espaços não formais de educação: museus, feiras, exposições, teatros, etc, qualquer local diferente da escola/universidade em que haja transmissão do conhecimento mediado. Proposto por Maldamer, nestes espaços o conhecimento científico é selecionado, adaptado e exposto para comunicação, por modo de uma mediação especializada. Nestes espaços, abertos ao grande público, não apenas à estudantes, é mais fácil de se encontrar uma mediação específica para pessoas com necessidades especiais.

- ① Letramento científico é direito de todos, e essencial para a formação do futuro cidadão. A postura docente frente ao público diverso é a chave do sucesso desta alfabetização. Detur o conhecimento químico ou o pedagógico somente não é suficiente. Intercalar saberes e servir práticas docentes constitui ruptura de obstáculos, supera as barreiras da desigualdade e leva a aprendizagem significativa. A ciência é uma evolução de saberes.
- ① Ensinar química também precisa estar em evolução. Conceitos abstratos de reações químicas para um público de necessidades especiais ou neurodivergente é um desafio possível. O tripé: como ensinar, o que ensinar, para quem ensinar, para quê ensinar, deve nortear a prática docente, embasada nos conceitos científicos concretos de química e nos (teó)rias pedagógicas de ensino-aprendiza-

gem de Química / Ciências. Para tal, a formação docente do licenciado em Química, para ser generalista, precisa ser ampla, diversificada visando possibilidades. Mantendo-se o foco da prática de ensino revisada na teoria de ensino.

O professor adapta suas ações pedagógicas de acordo com as necessidades dos discentes para que a escola seja inclusiva verdadeiramente.

Desta forma, tudo tem base na formação docente solidificada para este objetivo: transpor os barreiros impostos entre o estudante e o saber científico.

Rascunho

Geral
Ensino
Aplicada

} contexto

Reações

+

Educação Inclusiva

• uso de recursos didáticos

- IA gerativa pl imagens adaptadas cl audio descrição
- Realidade Virtual pt reações químicas cl audio descrição
- materiais táteis: modelos de ligações
- ~~laboratório~~: nem sempre disponível: ver reações de sala de aula, seguras, alternativas e de baixo custo
- ~~braille~~ (se o aluno for alfabetizado) → há bancos disponíveis
- tradutor de libras
- linguagem diversificada pl PCD e neurodivergentes

• formação generalista

- ~~professor deve ser flexível e preparado pl a diversidade~~ → MAXIMIAN
- preparado pl transpor os barriers que limitam estes estudantes do conhecimento científico
- rever práticas pedagógicas → MALDANEK
- uso adequado de linguagem pl significados e diálogos em sala (Mortimer)
- ~~Obstáculos epistemológicos em reações químicas~~ (Bachelard) → expõe, talvez, só é possível evidenciar vendo, cálculos desafiadores de ensaios anteriores muito difíceis, tem que decorar fórmula

OBJETIVO: formação generalista e perspectivas sólida da LQ

(6)

Como superar o obstáculo?

- ~~significado e diálogo (Montmer)~~
- ~~aprendizagem significativa (Ausubel)~~
- ~~contexto do dia-a-dia p/ ~~uma alfabetização~~~~
(Schnetzler) p/ ~~alfabetização científica~~ (CHASSOT)
p/ ~~formação cidadã~~ (Santos & ~~Schnetzler~~ Schmetzler)
- ~~revisão da prática docente~~
- ~~modelos funcionam nessa classe?~~
- ~~como os alunos respondem a aula, participam?~~
- ~~qual alternativa para os modelos? vídeo?~~
(Naldaner o professor pesquisador)
- ~~metodologia investigativa (Gil-Pérez)~~
- ~~contextualizar a reação a uma pergunta~~
~~investigativa relevante a vida do discente~~
- ~~mediar essa investigação~~
- ~~o que é a fumaça do caminhão na~~
~~fila da Rodovia Presidente Dutra à caminho~~
~~da Rural?~~
- ~~combustão incompleta~~

~~Investigar segundo Gil-Pérez com mediação~~
~~adaptada e recursos necessários como ensai-~~
~~na Nantoan.~~

- ~~Alternativa: Naldaner~~ sobre os espaços não
~~formais de educação e a mediação~~
- ~~fechar a educação é direito de todo cidadão?~~
~~Schmetzler & Santos e Nantoan~~

(2)

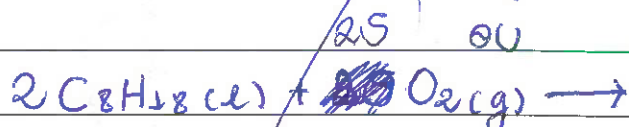
RASCUNHO

6

Em uma aula tradicional, o professor escreve no quadro a equação:



Necessita-se então completar a representação da reação de combustão, com fatores estequiométricos e estados físicos.



- resumir, avaliar, avaliação flexível, INCLUSÃO
≠ EXCLUSÃO escola se adapta ao aluno e não
o contrário / não se faz segregação
de turmas especiais

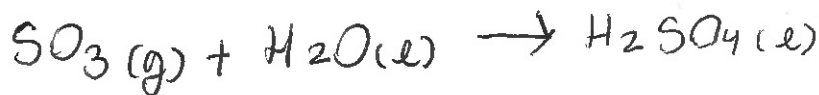
- correções até aqui
res. transformam
balança menos combustão completa
incompleta
átomo substância - molécula
lavoisier

- experimentos alternativos
↳ exemplos dos outros tipos de reações + compostos delas
- ambientes não formais
- diálogo ao aprender

4

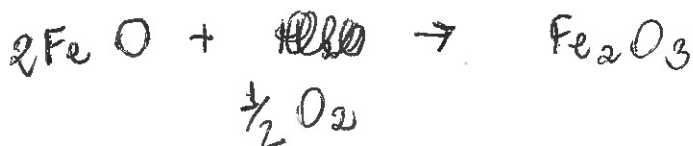
Isso não foi um noturno de aula

foi um recato de mo an, aulas teóricas de matérias pedagógicas e conceitos científicos se deu tempo: outros recatos com a mesma ideia ácido bse: chuva ácida



deforma esculturas e visíveis e problema ambiental

ácidez estomacal
pde alívio d
antiácido
 $HCl + Mg(OH)_2$
estômago
lente de magnésio



ex: escurecimento de ximijias

comacaneitas dos portais da UFRRJ em alguns muros antigos



corrimão
Oxidação de escadas de ferro e casas antigas na base das, passarelas, telas velhas

4Fe

4Fe

60

20

40

20

60

Pair Instructions

Bohr Bhor