

## PERSPECTIVA NEUROCOGNITIVA DA ANSIEDADE QUÍMICA NA EDUCAÇÃO BÁSICA E SUPERIOR: O QUE PRECISAMOS SABER?

### *Neurocognitive perspective of chemical anxiety in Basic and Higher Education: What do we need to know?*

Kleyfton Soares da Silva<sup>1</sup>  
Polyanna Santos Coelho<sup>2</sup>  
Luiz H. Barros da Silva<sup>3</sup>  
Laerte Silva da Fonseca<sup>4</sup>

**RESUMO:** Enquanto disciplina constituinte do núcleo das exatas, a química está situada em uma posição escolar que pode ou não gerar ansiedade, pois do lado positivo, ela pode aguçar a curiosidade dos alunos, enquanto, contrariamente, pode ser percebida como um conjunto conceitual difícil de ser entendido, dadas as escolhas didáticas feitas para transpô-la da natureza para a sala de aula. Este artigo tem como objetivo geral compreender a ansiedade química, buscando caracterizar sua definição, etiologia, tipos e níveis, bem como apresentar alguns exemplos de como contorná-la na sala de aula. Optou-se por uma investigação bibliográfica, considerando que não foram encontradas pesquisas brasileiras sobre o mesmo. Considerando a capacidade humana de regulação das emoções, dos próprios pensamentos e comportamentos, evidências mostram que é possível rebaixar os níveis de ansiedade química através de estratégias pedagógicas que privilegiem o desenvolvimento da autoconfiança dos alunos.

**Palavras-Chave:** Autoconfiança. Emoção. Neurociência Cognitiva e Aprendizagem.

**Abstract:** The chemistry science is situated in a school position that may or may not generate anxiety. On the positive side, it can sharpen students' curiosity, whereas, on the contrary, it can be perceived as difficult to be understood, given the didactic choices made to transpose it from nature to the classroom. The aim of this paper is to understand chemical anxiety, aiming to characterize its definition, etiology, types and levels, as well as to present some examples of how to circumvent it in the classroom. It was decided to carry on a bibliographical investigation, considering that We did not find Brazilian references on this topic. Considering that the human capacity to regulate emotions, their own thoughts and behaviors, evidence shows that it is possible to lower levels of chemical anxiety through pedagogical strategies that favor the development of students' self-confidence.

**Keywords:** Self-confidence. Emotion. Cognitive Neuroscience.

<sup>1</sup> Mestre em Ensino de Ciências e Matemática (UFS), doutorando em Ensino de Ciências (USP), Especialista em Neurociência e Aprendizagem (UCAM), Professor de Química no Instituto Federal Goiano (Campos Belos), kleyfton.soares@ifgoiano.edu.br

<sup>2</sup> Mestre em Ensino de Ciências e Matemática (UFS), Professor de Química da Rede Estadual de Ensino da Bahia, luizhbs13@gmail.com

<sup>3</sup> Licenciada em Química no Instituto Federal Baiano, Mestranda em Ensino de Ciências e Matemática (UFS), pollyana.coelho@yahoo.com.br

<sup>4</sup> Doutor em Educação Matemática (UNIAN-SP/BR e UCB Lyon I/FR), Professor Titular de Educação Matemática no Instituto Federal de Sergipe (Aracaju), laerte.fonseca@ifs.edu.br

## Introdução

Este artigo tem como objetivo geral compreender a ansiedade química, buscando caracterizar sua definição, etiologia, tipos e níveis, bem como apresentar alguns exemplos de como contorná-la na sala de aula.

Enquanto disciplina constituinte das ciências da natureza, de certa forma, ao mesmo tempo em que pode causar curiosidade nos alunos, também origina certo medo, já que durante a transposição (CHEVALLARD, 1985, 1991) dos saberes sábios para os saberes a serem ensinados, abre-se uma fenda que dificulta a apreciação das belezas dessa ciência.

Outro fato que importa analisar nessa entrada remete-se às peculiaridades que a química reúne para justificar a nossa própria existência. Alcançar os diferentes níveis dessa evolução se constitui, para muitos estudantes, uma tarefa árdua, desinteressante e desmotivadora, pois o formato da exposição dos conteúdos institucionalmente selecionados não sensibiliza os expectadores das salas de aula.

Como exemplo, Kurbanoglu (2013) relata que a química orgânica é uma parte da química que intenta compreender a estrutura, propriedades e reações de compostos especificamente que contém carbono, pois tal substância é aplicada no estudo dos polímeros para construção de materiais resistentes e duradouros que, de forma contraditória, acabam retornando para a natureza de forma dificilmente degradável, aumentando os índices de poluição, doenças, etc. Esses são alguns dos pretextos para, segundo o autor, tal conteúdo ser ensinado na Turquia desde o ensino primário, considerando a aprendizagem de química orgânica um dos pontos mais essenciais da educação química.

Ainda assim, as noções de química orgânica apresentadas aos estudantes universitários se configuram num obstáculo difícil de ser superado, o que origina um tipo de ansiedade atrelada à academia. Conforme Mahajan e Singh (2005), as expectativas do ensino superior diante dessa parte da química disparam nos estudantes potenciais doses de adrenalina que representa o constrangimento de não responder corretamente alguma tarefa indicada pelo professor durante uma aula.

A frustração de um aluno diante de uma situação que envolva a “química”, por exemplo, é o gatilho para o desânimo na continuidade do estudo de temas relacionados, desenvolvendo, assim, o início da ansiedade química que possivelmente não será compreendida pelos professores da Educação Básica e Superior. Nesse sentido, a ansiedade química pode ser definida como um estado de tensão física e psicológica desencadeado em resposta a um estímulo que ameaça, de alguma forma, o desempenho do aluno em atividades que envolvem química.

Felizmente, evidências científicas têm informado alguns caminhos para contornar esse tipo de ansiedade. Com efeito, assinalam Woldeamanuel, Atagana e Engida (2013) que a criatividade é uma qualidade fundamental para habilitar as emoções, pensamentos e comportamentos favoráveis na aprendizagem química como alternativas para rebaixar os níveis e tipos de ansiedade química durante o processo integral da escolarização de um aluno. Esses pesquisadores africanos defendem ainda que a aprendizagem química com a utilização de materiais e outros recursos pedagógicos são ferramentas indispensáveis para atrair quaisquer

estudantes que estejam diante de conteúdos químicos, dado seu caráter abstrato muitas vezes não dominado pela maioria deles.

Decorrem dessa breve digressão as motivações que levaram os autores desse trabalho a lançar no cenário brasileiro discussões ainda não tratadas pela Educação Química. Neste sentido, o texto foi apresentado em três sessões, buscando discutir elementos iniciais, tais como, o funcionamento neuroquímico das emoções e o impacto negativo para o comportamento do aluno diante de tarefas que requeiram as noções de química; na sequência foram abordadas as etiologias, tipos e níveis de ansiedade química e, por fim, algumas alternativas para tentar dirimir os tipos e níveis de ansiedade química, tanto na Educação Básica quanto no Ensino Superior.

### **Ansiedade química: quando as atitudes em direção ao componente curricular química se tornam negativas**

Sendo considerada uma das disciplinas científicas que compõe a tríade das Ciências Naturais (Física, Química e Biologia), a Ciência Química, dado o seu caráter interdisciplinar, constitui-se em campo de conhecimento central e indispensável para o avanço de outras ciências.

Enquanto componente curricular escolar, a química tem como propósito educativo promover o reconhecimento da interlocução entre a Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), viabilizando o reconhecimento de fenômenos físicos e químicos na vida cotidiana, bem como a compreensão de que a sociedade contribui para o desenvolvimento da Ciência, que, por sua vez, influencia e interfere na constituição das crenças e demandas que compõe o imaginário social.

Entretanto, apesar dos louváveis propósitos da referida ciência no âmbito escolar, esta é mitificada, carregando consigo estigmas que vem impactando diretamente na sua percepção por parte dos estudantes, sendo caracterizada como incompreensível, desconexa, demasiadamente teórica, abstrata e difícil, contrariando sua verdadeira natureza e propósito.

A ciência química, desde o seu prelúdio de reconhecimento e ao longo dos séculos, vem carregando variados estereótipos negativos relacionados à sua compreensão e difusão. Dessa forma, os estudantes mitificam negativamente a química, não a reconhecendo como um instrumento a ser valorizado (HUEY, 2013). E, assim, quando os mesmos possuem tal atitude negativa, aprender química torna-se estressante e isso leva à ansiedade química.

A ansiedade química é, conforme introdutoriamente abordado, uma temática ainda não abordada ou conhecida no cenário de pesquisas brasileiro. Esta vem sendo debatida e estudada no cenário internacional desde a década de 1980, e tem alcançado posição de destaque no âmbito das pesquisas em ensino e aprendizagem.

Em meio aos esforços protagonizados pelas variadas vertentes da Psicologia que visam compreender e aperfeiçoar o processo de aprendizagem chegou-se a um consenso de que as variáveis pessoais e motivacionais têm impacto sobre o referido processo (GAUDRY; SPIELBERGER, 1971). Seguindo essa perspectiva, a pesquisa desenvolvida por Osborn et al., (2003) mostra a existência de uma estreita ligação

entre as atitudes e o desempenho acadêmico dos estudantes, em que a variável atitude está diretamente relacionada à ansiedade.

No dicionário Cândido de Figueiredo a ansiedade é definida como uma 'angústia', 'incerteza aflitiva' ou ainda 'desejo ardente'. Esta, segundo Barlow & Durand (2009), é uma das sensações fundamentais dos seres humanos. Refere-se a um incômodo "estado de espírito", comumente identificado ao serem percebidos sintomas corporais de tensão, angústia e/ou antecipação tensa de um evento ameaçador, que tem impacto direto no desenvolvimento das atitudes do indivíduo.

De acordo com Kurbanoglu (2013), o fenômeno denominado ansiedade química existe entre estudantes universitários e é estudado pela comunidade de pesquisa em muitos países. O autor cita como estudos de referência: Berdonosov et al., (1999); Eddy (2000), Kurbanoglu e Akin (2010), Mahajan e Singh (2005). É importante destacar que a ansiedade química apresenta uma diversificada definição conceitual e etiologia.

Segundo Karisan e Yumaz-Tuzun (2013, p. 75), "a ansiedade da ciência é uma interação debilitante da emoção do medo e da tensão durante a interação com os conceitos da ciência". Turner e Lindsay (2003) a definiram como uma variável psicológica relacionada aos sentimentos de um estudante em relação à Química, como medo, apreensão, inibição e tensão, e às manifestações físicas dessas emoções.

Uma análise minuciosa do cenário de pesquisa da área sugere que o baixo rendimento na disciplina química é frequentemente acompanhado por ansiedade química (MCCARTHY; WIDANSKI, 2009). Estudos desenvolvidos por Jegede (2003), Kurbanoglu (2013), Westerback e Primavera (1992), Mahajan e Singh (2005) indicam que os estudantes que sentem ansiedade em aprender química não raramente perdem o interesse pelas ciências naturais.

Assim, considera-se que, se pensamentos negativos podem ser substituídos por pensamentos positivos, a redução da ansiedade pode levar a uma melhoria no desempenho. A ansiedade química apresenta-se como uma incapacidade de pensar com clareza, medo do fracasso, autoavaliação negativa e autocensura. Esta pode se manifestar em diversos tipos e modos, a exemplo: preocupação com a grade curricular do curso considerada extensa e "pesada"; dificuldade na resolução de problemas e equações matemáticas consideradas incompreensíveis e desnecessárias; a lida com um professor com formação insuficiente e/ou desqualificado para o cargo; manipulação de produtos químicos e instrumentos nos laboratórios experimentais; ou até mesmo a angústia gerada pelo simples fato de ouvir a palavra química.

Abendroth e Friedman (1983) ressaltam que esses tipos de ansiedade ou medos podem ser oriundos de experiências previamente vividas e/ou podem estar meramente nos estereótipos que os estudantes construíram em relação à química. Assim, os casos em que a ansiedade química também pode ter sua origem incluem: a relação negativa do aluno com os saberes dos campos das ciências exatas construída desde o Ensino Fundamental; a insegurança do professor em relação aos conteúdos de química; a falta de estratégias pedagógicas que levem os alunos ao alcance dos níveis de abstração necessários para a compreensão de conceitos químicos; as intimidações associadas ao baixo desempenho em testes.

Nessa perspectiva, depreendemos que a ansiedade química afeta negativamente a atitude dos estudantes e, como consequência, o seu desempenho na compreensão e desenvolvimento da disciplina. O estudo das produções bibliográficas e empíricas aqui analisadas nos fornece evidências de que a ansiedade química desempenha um efeito inequívoco e importante nos processos de ensino e aprendizagem de química, não podendo mais ser ignorado pelas agendas de pesquisa da área.

É impreterível que os processos de ensino e aprendizagem, bem como os métodos de avaliação sejam modificados com os objetivos de reduzir a ansiedade química e aumentar o desempenho acadêmico. E, para tal, faz-se necessário desenvolver alternativas e instrumentos que deem conta de tal demanda.

Portanto, reconhecer a existência da ansiedade química é um primeiro passo para tentar reduzir as atitudes negativas em relação a essa disciplina. Para isso, é pertinente introduzir o funcionamento cerebral relativo à ansiedade de um modo geral para que possamos traçar estratégias visando o controle emocional e, conseqüentemente, o aumento do desempenho escolar.

### **Perspectiva neurocognitiva da ansiedade**

O nosso sistema nervoso foi evolutivamente adaptado às condições ambientais para nos defendermos de possíveis ataques à nossa sobrevivência. Como resultado, o organismo animal responde aos estímulos do ambiente em conformidade com os padrões de segurança construídos culturalmente (LEDOUX, 2001). Quando algo (estímulo) vai de encontro às nossas crenças, o corpo reage emocionalmente, preparando-se para lidar com a situação. O problema é que, mesmo em condições normais, o cérebro pode interpretar qualquer que seja o estímulo como sendo uma ameaça iminente, ativando regiões cerebrais para respostas defensivas imediatas.

A amígdala é a principal região cerebral responsável por controlar respostas emocionais negativas, estando também associada aos diversos distúrbios de ansiedade. De acordo com Kandel (2014), a ansiedade é resultado da regulação anormal da emoção “medo”, manifestando-se em resposta a estímulos específicos do ambiente, do corpo e da mente. Essa emoção nos prepara, portanto, para a luta ou fuga diante de uma ameaça.

Em contextos mais voltados para a educação, pode-se dizer que o “medo” de falhar numa prova, por exemplo, pode ser suficiente para desencadear respostas fisiológicas como aceleração dos batimentos cardíacos e, até mesmo, o que a cientista cognitiva Beilock (2010) chama de *choke*, que corresponde à perda momentânea da capacidade de tomada de decisões conscientes sob alta pressão psicológica.

Mas, o que está por trás dessa manifestação psicológica? A ansiedade se desenvolve quando a amígdala desencadeia uma série de mudanças neurofisiológicas provocadas pela liberação de substâncias químicas ao longo do sistema nervoso. Quando isso acontece o cérebro fica em alerta máximo e, como consequência, funções cognitivas têm seu funcionamento rebaixado.

Inicialmente, um estímulo captado pelas vias sensoriais é interpretado pelo cérebro como uma ameaça ativa à amígdala, que, por sua vez, envia sinais a outras estruturas cerebrais. Tais sinais são considerados mensageiros químicos e elétricos que trafegam por meio das sinapses, zonas de contato entre neurônios. A ativação da amígdala estimula a liberação de adrenalina e cortisol – hormônio do estresse – na corrente sanguínea, promovendo mudanças de comportamento nem sempre benéficas para a aprendizagem escolar (KANDEL, 2014).

Nesse sentido, para que a aprendizagem ocorra é necessário o bom funcionamento de regiões cerebrais responsáveis pela memória, nesse caso, do córtex pré-frontal para a regulação da memória de trabalho e atenção, e do hipocampo, responsável pelo armazenamento de memórias de longo prazo. No entanto, as situações geradoras de ansiedade promovem ativações centradas na amígdala e no núcleo leito da estria terminal, que perpetua a resposta do medo causando desconforto a longo prazo, características da ansiedade.

Como consequência, o gerenciamento de respostas conscientes reguladas principalmente pelo córtex pré-frontal (Figura 1) torna-se uma tarefa difícil, tendo em vista que a liberação de altas doses de hormônios do estresse juntamente com outros neurotransmissores enfraquece o funcionamento dessa região, enquanto deixa a amígdala hiperativa (ARNSTEN et al., 2013).

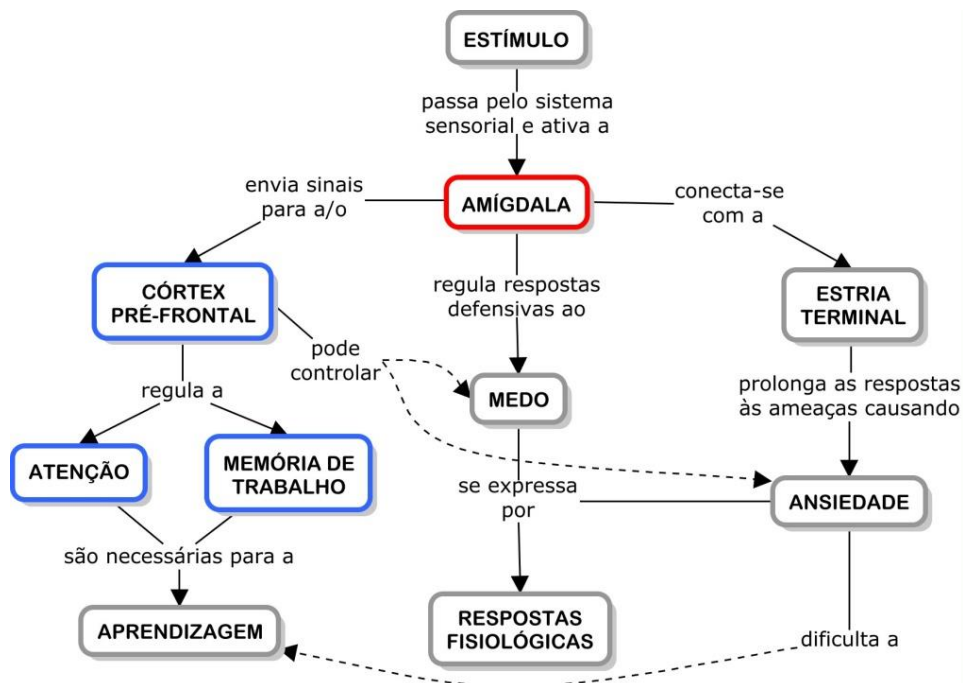


Figura 1: Mapa conceitual mostrando algumas relações cerebrais entre um estímulo ameaçador e a aprendizagem

Fonte: Os autores (2020)

A Figura 2 mostra o “circuito do medo” de forma breve, em que as setas sinalizam interações neuronais entre regiões responsáveis pela regulação de respostas aos estímulos ameaçadores. Os sinais enviados à amígdala também

chegam ao Sistema Ativador Reticular Ascendente (SARA) disposto no tronco encefálico, de onde são estimulados neurotransmissores como a noradrenalina e acetilcolina que são projetados para diferentes regiões cerebrais.

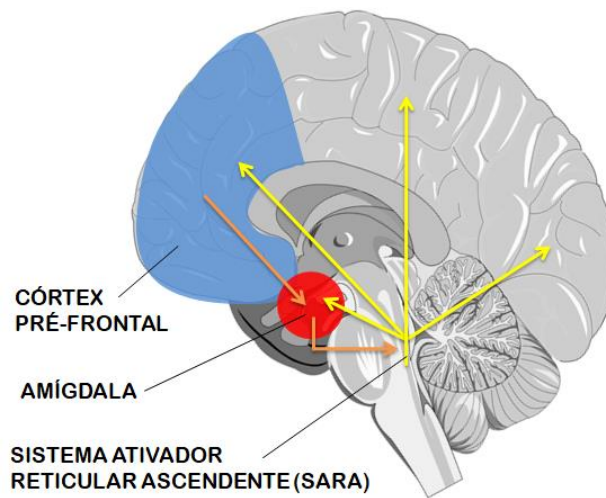


Figura 2: Representação de algumas projeções neuronais que envolvem a amígdala

Fonte: Os autores (2020), adaptado de OpenClipart-Vectors on Pixabay

O córtex pré-frontal é responsável pela regulação do comportamento e da mente, sendo importante para o julgamento das ameaças e controle emocional. Porém, sob alta pressão psicológica, medo e estresse essa região tem seu funcionamento rebaixado, não sendo possível avaliar coerentemente os estímulos para regular as respostas que produzem comportamentos indesejados (LYONS; BEILLOCK, 2011).

Eventos com potencial carga de estresse desencadeado pelas más relações dos alunos com as disciplinas escolares como a química e matemática possivelmente alteram o curso dos comportamentos esperados, no sentido de levar os sujeitos a um colapso acadêmico. Entender a natureza da ansiedade é importante para que pistas de como minimizá-la sejam encontradas. Lyons e Beilock (2012) ressaltam que a ansiedade dificulta a resolução de tarefas porque os processos atencionais e de inibição de estímulos distratores são comprometidos, em decorrência da ativação de emoções negativas. Além disso, a falta de controle emocional é acentuada devido à diminuição da capacidade de operacionalização da memória de trabalho, também regulada pelo córtex pré-frontal.

No entanto, considerando a capacidade humana de regulação das emoções, dos próprios pensamentos e comportamentos, evidências mostram que é possível rebaixar os níveis de ansiedade química através de estratégias pedagógicas que privilegiem o desenvolvimento da autoconfiança dos alunos.

### **Alternativas para rebaixar os níveis de ansiedade química**

Considerando a problemática da ansiedade química abordada anteriormente, faz-se necessário pensar formas de contribuir para a redução dos seus níveis em

estudantes dos diversos estágios formativos. No âmbito nacional não existem pesquisas voltadas a investigar a ansiedade química e formas de diminuí-la. Porém, no contexto internacional existem algumas pesquisas desenvolvidas em ambientes acadêmicos que nos sugerem algumas formas de combater a ansiedade química.

As causas da ansiedade química são muito particulares do indivíduo que aprende e estão diretamente relacionadas com suas vivências. Em virtude disso seria errôneo sugerir que existe um método universal para dirimir a ansiedade. Cada aluno carrega consigo uma representação emocional do que é estudar química e do quanto isso pode ser bom ou ruim. Nesse sentido, é possível sugerir algumas estratégias no âmbito pedagógico e metodológico intencionando combater a ansiedade química.

Numa pesquisa realizada em uma universidade da Etiópia, Woldeamanuel, Atagana e Engida (2013) realizaram a aplicação de 300 questionários para estudantes universitários a fim de conhecer as razões apontadas para a ansiedade relativa à química. Com essas informações os autores conseguiram alguns indicativos de causas de ansiedade. Podemos citar os extensos planos de estudo das disciplinas de química, o excessivo tratamento matemático, a falta de excursões para que seja mais fácil compreender a aplicação prática do conhecimento químico, entre outras.

Observa-se na citada pesquisa que os estudantes apontam que as causas das suas ansiedades estão atreladas ao tratamento e à condução do conhecimento químico, e não necessariamente à química enquanto ciência. Sendo uma pesquisa desenvolvida no âmbito de um curso superior de química, o receio quanto às oportunidades de emprego também foi citado pelos participantes da pesquisa.

Ainda no contexto internacional, Chen (2013) sugere mais alguns fatores que podem causar ansiedade química. Numa pesquisa desenvolvida em um colégio da Malásia, o autor identificou que a maior parte dos estudantes analisados possui ansiedade química quando se fala de avaliação, ou seja, quando são cobrados a expor o conhecimento adquirido ao longo das aulas, os estudantes se sentem ansiosos. O manuseio de produtos químicos e o próprio aprendizado em química também foram mencionados como causadores de ansiedade.

Considerando esses resultados, as pesquisas internacionais trazem alguns indicativos para combater a ansiedade química. Woldeamanuel, Atagana e Engida (2013) indicam que reduzir os planos de estudo em química, organizar excursões, usar laboratórios bem equipados, reduzir o tratamento matemático, bem como qualificar os professores são algumas das estratégias que podem ser utilizadas para combater a ansiedade química.

Nota-se que é um problema complexo que não envolve somente a criação de estratégias metodológicas, mas que também se deve iniciar um movimento de valorização da educação química no sentido do desenvolvimento de políticas públicas que propiciem ambientes mais adequados à aprendizagem. Observa-se que os danos causados por resultados ruins em química não geram prejuízos somente em curto prazo, mas a ansiedade também pode se manifestar com sintomas fisiológicos como a tensão muscular (ABERNDROTH; FRIEDMAN, 1983). Isso pode impactar diretamente na autoestima e na autoconfiança do indivíduo enquanto estudante.



Do ponto de vista didático-metodológico é salutar tomar consciência de que o desempenho em química não está relacionado somente a questões racionais, pois o estresse emocional pode impactar diretamente no desempenho dos estudantes. Considerando isso, a aula de química não pode ser vista como um espaço neutro de emoções onde o domínio do conteúdo por parte do professor é o único critério relevante para o sucesso dos discentes.

Nesse sentido, Aberndroth e Friedman (1983) conduziram alguns testes com estudantes iniciantes de química, em que algumas técnicas de autoconsciência e de relaxamento foram aplicadas. Em um primeiro momento os alunos foram solicitados a escrever sucintamente sobre suas lembranças desagradáveis com ciências e matemática. Essas experiências deveriam ser posteriormente debatidas em pequenos grupos e depois socializadas com toda a sala. Nota-se um exercício de tornar os alunos autoconscientes dos motivos que geram sua ansiedade, além de que falar com outra pessoa sobre isso corrobora com a aceitação do problema.

Em seguida, no mesmo estudo, os pesquisadores adicionaram aos exercícios de autoconsciência algumas práticas de relaxamento. O autor cita o relaxamento autógeno, que “consiste na indução da pessoa a uma situação de tranquilidade psíquica por meio da respiração, da redução de estímulos externos e da concentração voluntária e consciente em direção a funções sensoriais” (KESTENBERG et al., 2014, p. 38).

No contexto nacional não foram encontradas pesquisas que buscassem investigar, especificamente, sobre a ansiedade química, porém a partir dos resultados obtidos das pesquisas internacionais é possível tecer alguns comentários. Em pesquisa voltada para o papel da comunicação científica, Oliveira e Queiroz (2008) relatam sobre o fato de alunos tenderem a apresentar alto grau de ansiedade quando são avaliados a partir de exposições orais. Conforme os mesmos autores, é importante estimular a participação dos alunos em seminários, pois a partir disso é possível desenvolver habilidades de expressão oral que podem proporcionar maior confiança aos alunos, diminuindo os níveis de ansiedade.

Barbosa e Jófili (2004), em pesquisa voltada à análise do trabalho cooperativo em sala de aula, apontam essa estratégia como forma de reduzir os níveis de ansiedade dos alunos. Isso é possível por conta da interação entre os alunos que é fortalecida, provendo ao professor o papel de facilitador, enquanto o protagonismo é entregue aos alunos. Acredita-se que com maior autonomia para a execução da atividade, a pressão da avaliação é reduzida e os estudantes conseguem conduzi-la de forma mais livre.

Mesmo não trazendo o foco de discussão para a ansiedade química, algumas discussões sobre desmotivação ao estudar química já estão presentes na literatura brasileira especializada em investigações no ensino de química. Cardoso e Colinviaux (2000) realizaram uma pesquisa na qual buscaram explorar as motivações dos alunos para estudar química. Quando perguntados sobre quais sugestões poderiam dar para melhorar as aulas de química, os estudantes citaram que o uso de atividades práticas e laboratoriais é um elemento motivador para estudar química. Os autores identificaram que quantidade considerável dos alunos participantes da pesquisa gosta de estudar química pelo seu potencial para compreender o mundo. Dessa forma, sugerem que os professores tragam mais exemplos do cotidiano para relacionar com os assuntos estudados.

Nota-se que os fatores apontados para a desmotivação são semelhantes aqueles que provocam a ansiedade química, ao passo que ambos podem gerar baixos rendimentos na disciplina.

### Relação entre o contexto nacional e internacional

A partir das informações reunidas nos contextos nacionais e internacionais é possível enxergar algumas aproximações entre os resultados obtidos nesses dois contextos de investigação. O Quadro 1 apresenta algumas similaridades observadas entre as informações obtidas, objetivando tecer relações sobre informações que se complementam.

Quadro 1: Relações observadas entre os contextos nacionais e internacionais

Contexto nacional	Contexto internacional	Forma de diminuir a causa de ansiedade
Ansiedade gerada pela avaliação oral no formato de apresentações públicas	Ansiedade causada por avaliação em química	Diversificar as formas de avaliação para proporcionar habilidades aos alunos e para permitir que se tornem mais confiantes. Trabalhos em grupo e exercícios de autoconsciência e relaxamento também são indicados.
Desmotivação gerada pela falta de atividades práticas e laboratoriais	Ansiedade causada pelo manuseio de produtos químicos em laboratório	Investir em estruturas melhores para as aulas de química para que os estudantes desenvolvam maiores habilidades em práticas experimentais combatendo o medo e a desmotivação.
Professores que não mostram as aplicações dos assuntos estudados	Despreparo dos professores para diversificar as formas de ensinar	Investir em formação docente continuada e permanente.

Fonte: Os autores (2020)

No Quadro 1 estão organizadas somente as informações nas quais foi possível observar relações entre os dois contextos abordados. É possível observar acima que existem aproximações entre alguns problemas relativos à desmotivação e a ansiedade química.

As relações entre essas duas formas de se referir aos desconfortos gerados quando se estuda química são importantes de serem observados, pois dão indicativos de caminhos para se estudar com mais rigor a ansiedade química no contexto brasileiro.

## Considerações finais

Refletir sobre a ansiedade química, buscando caracterizar sua definição, etiologias, tipos e níveis, bem como apresentar alguns exemplos de como contorná-la na sala de aula, foi o objetivo primordial dessa pesquisa.

Ao longo das discussões ficou evidente que a ansiedade é um estado alterado da emoção ou, dito de outra forma, um estado negativo, sobretudo quando seus níveis ultrapassam os limites previstos na neuroquímica do sistema amigdalítico.

Dispor de ansiedade na condição de expectativas não decorrentes de sofrimento intrapsíquico é um fator que favorece o desenvolvimento integral dos seres humanos. Entretanto, quando essa premissa for compreendida na contramão do esperado, gera comportamentos disfuncionais e prejudiciais ao indivíduo, bem como a todos em sua volta.

No que se refere à ansiedade química, tipo particular do fenômeno em tela, observou-se que uma das suas etiologias reside no fato da dificuldade de vinculação entre o visível e manipulável (dimensão macroscópica) e no que é invisível e não manipulável diretamente (dimensão microscópica). Em uma segunda posição, a dificuldade de relacionar os objetos ditos invisíveis por meio de suas diferentes representações (fórmulas, geometrias bi e tridimensionais, entre outras) que, justamente, promovem a ultrapassagem dos níveis de noradrenalina e de cortisol na amígdala.

Nota-se o quanto é obtuso e contraditório o ensino de química, tomando-se essa ciência como objeto de estudo, pois as substâncias citadas acima poderiam ser ponto inicial para que os estudantes desenvolvessem motivação em prol da própria aprendizagem química e, também, do funcionamento do seu corpo.

Dessa forma, a ansiedade química, possivelmente desenvolvida no âmbito das aulas de ciências pelas razões apresentadas anteriormente, poderia ser minimizada, ao tempo que as aulas da disciplina em tela demonstrariam o caráter interdisciplinar esperado nos documentos oficiais, a exemplo da BNCC (BRASIL, 2017).

Rumo à finalização da presente reflexão sinaliza-se que a preocupação dos autores dessa investigação remete-se a volição por um componente curricular, a química, em que os alunos possam, de fato, entendê-la como ciência da natureza, pois nela se origina e por ela precisamos lutar para conservá-la, o que se traduz como outra fonte de motivação para a abordagem dos temas relacionados à disciplina do “invisível”.

## Referências

ABENDROTH, W.; FRIEDMAN, F. Anxiety reduction for beginning chemistry students. **2 YC<sub>3</sub> Joules**, v. 60, n. 1, 1983.

ARNSTEN, A. F. T. et al. The effects of stress exposure on prefrontal cortex: Translating basic research into successful treatments for post-traumatic stress disorder. **Neurobiology of Stress**, n. 1, p. 89-99, 2015.

BARBOSA, R. M. N.; JÓFILI, Z.M.S. Aprendizagem cooperativa e ensino de química – parceria que dá certo. **Ciência e Educação**, v. 10, n. 1, 2004.

BEILOCK, S. **Choke**: what the secrets of the brain reveal about getting it right when you have to. New York: Free Press, 2010.

BERDONOSOV, S. S.; KURZEMENKO, N. E.; KHARISOV, B. I. Experience in Chemical Education in Russia: How to attract the young generation to Chemistry under conditions of “chemophobia”. **Journal of Chemical Education**, v. 76, n. 8, p. 1086-1088, 1999.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: MEC: abril 2017.

CARDOSO, S. P.; COLINVAUX, D. Explorando a motivação para estudar química. **Química Nova**, v. 23, n. 2, 2000.

CHEN, C. S. H. **Assessment of Chemistry Anxiety Among College Students**. Springer Science+Business Media Dordrecht, 2013.

CHEVALLARD, Y. **La transposition didactique**. La Pensée Sauvage Editions, 1985.

CHEVALLARD, Y. **La Transposición Didáctica**: del saber sabio al saber enseñado. Editora Aique, Argentina, 1991.

EDDY, R. M. Chemophobia in the college classroom: Extent, sources, and student characteristics. **Journal of Chemical Education**, n. 77, p. 514-517, 2000.

GAUDRY, E.; SPIELBERGER, C. D. **Anxiety and Educational Achievement**. John Willey & Sons Australia, 1971.

HUEY, C. S. Assessment of Chemistry Anxiety Among College Students. In: Chiu MH., Tuan HL., Wu HK., Lin JW., Chou CC. (eds) **Chemistry Education and Sustainability in the Global Age**. Springer, Dordrecht, 2013.

JEGEDE, S. A. **The effect of the component task analysis model of instruction on students' performance in chemistry**. Unpublished PhD Thesis of the University of Ado Ekiti, 2003.

KANDEL, E. R. et al. **Princípios de neurociências**. 5. ed. Brasil: MCGRAW-HILL, 2014.

KARISAN, D. & YILMAZ-TUZUN, O. An exploration of undergraduate engineering, education, art's and sciences students' chemistry laboratory anxiety levels. **International Journal on New Trends in Education and Their Implications**, v. 4, n. 4, p. 75-87, 2013.

KESTENBERG, C. C. F et al. Estresse em graduando de enfermagem: técnicas de relaxamento para lidar com fatores estressores. **Interagir: pensando a extensão**. n. 17, v. 18, p. 19, 2014.

KURBANOGLU, N. I. The effects of organic chemistry anxiety on undergraduate students in relation to chemistry attitude and organic chemistry achievement. **Journal of Baltic Science Education**, v. 12, n. 2, 2013.

KURBANOGLU, N. İ.; AKIN, A. The relationships between university students' chemistry laboratory anxiety, attitudes, and self-efficacy beliefs. **Australian Journal of Teacher Education**, v. 35, n. 8, p. 48-59, 2010.

LeDOUX, J. **O cérebro emocional**: os misteriosos alicerces da vida emocional. Rio de Janeiro: Objetiva, 2001.

LYONS, I. M.; BEILOCK, S. L. Mathematics Anxiety: Separating the Math from the Anxiety. **Cerebral Cortex**, v. 22, n. 9, p. 2102-10, 2011.

LYONS, I. M.; BEILOCK, S. L. When math hurts: math anxiety predicts pain network activation in anticipation of doing math. **PLoS One**, v. 7, n. 10, e48076, 2012.

MAHAJAN, D. S.; SINGH, G. S. University students' performance in organic chemistry at undergraduate level: Perception of instructors from Universities in the SADC region. **Chemistry**, v. 14, n. 1, p. 25-36, 2005.

MCCARTHY, W. C.; WIDANSKI, B. B. Assessment of chemistry anxiety in a two-year college. **Journal of Chemical Education**, v. 86, n. 12, p. 1447-1449, 2009.

OLIVEIRA, J. R. S.; QUEIROZ, S. L. Considerações sobre o papel da comunicação científica. **Química Nova**, v. 31, n. 5, 2008.

OSBORNE, J.; SIMON, S.; COLLINS, S. Attitudes towards science: A review of the literature and its implications. **International Journal of Science Education**, v. 25, n. 9, p. 1049–1079, 2003.

TURNER, R. C.; LINDSAY, H. A. Gender differences in cognitive and non-cognitive factors related to achievement in organic chemistry. **Journal of Chemical Education**, v. 80, n. 5, p. 563-568, 2003.

WESTERBACK, M. E.; PRIMAVERA, L. H. **A science educator's and a psychologist's perspective on research about science anxiety**. Paper presented at the Annual Meeting of the National Association for Research in Science Teaching, Boston, MA, 1992.

WOLDEAMANUEL, M. M.; ATAGANA, H.; ENGIDA, T. Students' Anxiety Towards the Learning of Chemistry in some Ethiopian Universities. **AJCE**, v. 3, n. 2, 2013.