

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
INSTITUTO DE QUÍMICA

NATHÁLIA MAGNO GALDINO

**O QUE A DANÇA TEM A VER COM A QUÍMICA?  
UMA ESTRATÉGIA BASEADA NA APRENDIZAGEM  
SIGNIFICATIVA PARA O ENSINO DE ESTADOS DE AGREGAÇÃO  
DA MATÉRIA**

Porto Alegre

Maio de 2021

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
INSTITUTO DE QUÍMICA

NATHÁLIA MAGNO GALDINO

**O QUE A DANÇA TEM A VER COM A QUÍMICA?  
UMA ESTRATÉGIA BASEADA NA APRENDIZAGEM  
SIGNIFICATIVA PARA O ENSINO DE ESTADOS DE AGREGAÇÃO  
DA MATÉRIA**

Trabalho de conclusão apresentado junto à atividade de ensino “Trabalho de Conclusão de Curso” do Curso de Licenciatura em Química, como requisito parcial para a obtenção do grau de Licenciada em Química

Profa. Dra. Daniele Trajano Raupp  
Orientadora

Porto Alegre  
Maio de 2021

Dedico esse trabalho a todos aqueles que lutam pela educação pública e de qualidade.

## **AGRADECIMENTOS**

Agraço imensamente as diversas pessoas que contribuíram com a minha formação pessoal e profissional durante a graduação em licenciatura em química. Gostaria de iniciar agradecendo à professora Daniele Raupp que orientou esse trabalho durante esse período tão ímpar que foi a pandemia do corona vírus. Obrigada pelas contribuições para este trabalho e também para minha formação docente.

Também gostaria de agradecer a todas e todos professores de ensino de química que compõem o corpo docente do Instituto de Química da UFRGS e que, muito mais do que ensinar os conteúdos, me ensinaram que o ensino e a aprendizagem são uma via de mão dupla. Especialmente, gostaria de agradecer às professoras que me orientaram durante os estágios: Profa. Dra. Camila Passos, Profa. Dra. Daniele Raupp e Profa. Dra. Nathália Simon.

Agradeço à minha família, meus pais, irmãos, namorado e sobrinho que compartilharam muitos momentos dessa trajetória comigo.

Aos meus amigos, principalmente Gabriela Matiello e Suelen Cendron, que compartilharam intimamente essa trajetória na licenciatura e em cursos pré-vestibulares populares comigo.

Aos membros da banca examinadora Profa. Dra. Leandra Franciscato Campo e Profa. Dra. Livia Streit, agradeço pelas contribuições e sugestões para melhorar este trabalho a fim de contribuir para difundir novas metodologias de ensino.

## RESUMO

Este trabalho objetiva apresentar uma revisão sistemática de literatura sobre ensino de estados de agregação e propor uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa sobre este conteúdo utilizando a dança como organizador prévio. Foi realizada uma revisão sistemática por estudos publicados em periódicos na plataforma ERIC e na revista Química Nova na Escola onde se encontraram cinco artigos que apresentaram estratégias e dificuldades no ensino desse tópico. Embora poucos artigos tenham sido encontrados, estes indicam que os estados de agregação da matéria estão relacionados a muitas concepções alternativas. Nesse contexto, sugeriu-se a utilização da dança como organizador prévio para a aprendizagem significativa de estados de agregação da matéria. A Unidade de Ensino Potencialmente Significativa objetiva facilitar a construção de relações lógicas, respeitando uma sequência de etapas a fim de alcançar a aprendizagem significativa. Nesse trabalho, foram propostos 5 momentos para o ensino de estados de agregação e cada etapa foi descrita em detalhes, preocupando-se em utilizar diferentes recursos didáticos e incluindo-se as representações microscópicas, cuja incompreensão é normalmente fonte de concepções alternativas.

**Palavras-chave:** estados de agregação, Unidade de Ensino Potencialmente Significativa, revisão sistemática, aprendizagem significativa.

## ABSTRACT

This study aims to do a systematic literature review on the teaching of aggregation states and to propose a Potentially Meaningful Teaching Unit on this content using dance as a previous organizer. A systematic review for journal papers was made on ERIC platform and in the Brazilian journal *Química Nova na Escola*, where five articles with strategies and difficulties in teaching this topic were have been found. Although few articles have been found, they indicate that the aggregation states of matter are related to many misconceptions. In this context, this study suggested the use of dance as a previous organizer for the meaningful learning of aggregation states of matter. The Potentially Meaningful Teaching Unit aims to facilitate the construction of logic relations throw a steps sequence in order to reach significant learning. This study purposed five moments for the aggregation states of matter teaching and each step was described in details, taking care to use different didactic resources and to include microscopic representations, whose incomprehension is usually a source of misconceptions.

**Keywords:** aggregation states, Potentially Meaningful Teaching Unit, systematic review, meaningful learning.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Explicação das transformações físicas dos materiais segundo Feltre. ....	12
Figura 2. Exemplo da interface do simulador “Estados da matéria: básico”. ....	16
Figura 3. Dinâmica da seleção dos artigos para a revisão sistemática. ....	24
Figura 4. Representações dos estados de agregação utilizada nos testes aplicados por Guzel e Adadan. ....	30
Figura 5. Estratégias de ensino e respectiva frequência observada nos artigos da revisão sistemática. ....	35
Figura 6. Origem das concepções alternativas reportadas nos artigos da revisão sistemática e respectivas frequências. ....	35
Figura 7. Imagens de pessoas dançando diferentes estilos musicais. ....	38
Figura 8. Imagem ilustrativa do simulador “Estados da matéria: básico” nas abas estados (A) e mudança de fase (B) disponível na plataforma <i>PhET Interactive Simulations</i> . ....	40
Figura 9. Imagem ilustrativa do vídeo “Encontro se transforma em pista para receber a Festa do Silêncio”. ....	42
Figura 10. Exemplo de questão sobre estados de agregação para utilizar na avaliação somativa individual. ....	43

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Frequência das concepções alternativas em discentes e docentes. ....	14
Tabela 2. Número de publicações encontradas por termo de pesquisa nas duas bases de dados. .....	23
Tabela 3. Organização da UEPS. ....	26
Tabela 4. Informações resumidas sobre os artigos incluídos na revisão sistemática. ....	28
Tabela 5. Questionário investigativo inicial da UEPS. ....	37
Tabela 6. Texto e atividade para situação-problema inicial. ....	39

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO .....	9
2	OBJETIVOS.....	10
2.1	OBJETIVO GERAL .....	10
2.2	OBJETIVO ESPECÍFICO .....	10
3	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	11
3.1	CONCEITUAÇÃO DE ESTADOS DE AGREGAÇÃO .....	11
3.2	CONCEPÇÕES ALTERNATIVAS SOBRE ESTADOS FÍSICOS DA MATÉRIA	13
3.3	ESTADOS DE AGREGAÇÃO NO ENSINO DE CIÊNCIAS .....	15
4	REFERENCIAL TEÓRICO .....	18
4.1	A TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA .....	18
4.2	As UNIDADES DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVAS .....	19
5	METODOLOGIA .....	22
5.1	REVISÃO SISTEMÁTICA.....	22
5.2	PROPOSTA DIDÁTICA.....	25
6	RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	27
6.1	REVISÃO SISTEMÁTICA.....	27
6.2	ELABORAÇÃO DA PROPOSTA DIDÁTICA.....	36
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	44
	REFERÊNCIAS .....	45

# 1 INTRODUÇÃO

Os estados de agregação da matéria clássicos (sólido, líquido e gasoso) são um dos primeiros conteúdos a serem abordados no ensino de química na escola. Embora esses termos também sejam usados em espaços não escolares com frequência, o ensino de ciências/química é essencial para a compreensão científica desses conceitos. Devido à sobrecarga de conteúdos no ensino de ciências/química, pouco tempo é realmente dedicado ao ensino e aprendizagem dos estados físicos da matéria, propiciando a formação ou permanência de concepções alternativas, muitas delas advindas do senso comum e de visões macroscópicas.

Os estados de agregação, no entanto, reaparecem indiretamente diversas vezes no currículo de química, seja no ensino de equilíbrio químico, soluções, propriedade dos compostos orgânicos, entre outros. Por isso, é necessário desenvolver estratégias eficazes para o ensino de estados de agregação a fim de auxiliar os profissionais da área no ensino desse conteúdo.

Nesse sentido, as Unidades de Ensino Potencialmente Significativas são uma metodologia interessante à medida que facilitam a construção de relações lógicas para a construção de aprendizagem significativa. Segundo a Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel, os novos conhecimentos são ancorados em conhecimentos prévios, aumentando a chance de permanecerem na rede cognitiva dos alunos. As Unidades de Ensino Potencialmente Significativas possuem uma sequência lógica de etapas que ajudam tanto os docentes como os alunos a construir o conhecimento científico a partir do conhecimento prévio progressivamente.

Tendo em vista a importância da aprendizagem de estados de agregação de forma significativa, este trabalho propõe uma estratégia para o ensino desse tópico baseada na teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel. Este estudo está dividido em duas partes, na primeira se realizou uma revisão sistemática da literatura com o objetivo de compreender como o ensino de estados de agregação vêm sendo abordado e quais as dificuldades e concepções alternativas atreladas a ele. Compreendendo essas dificuldades, foi elaborada uma proposta de Unidade de Ensino Potencialmente Significativa em cinco etapas para o ensino de estados de agregação da matéria utilizando a dança como organizador prévio.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVO GERAL**

Investigar como o conteúdo estados de agregação vem sendo abordado no ensino de ciências por meio de uma revisão de literatura e propor uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) para abordar tal conteúdo.

### **2.2 OBJETIVO ESPECÍFICO**

- a) Realizar revisão de literatura sistemática de literatura sobre como o conteúdo estados de agregação vem sendo abordado em periódicos de ensino de ciências.
- b) Elaborar uma sequência didática denominada Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) para abordar o conteúdo estados de agregação da matéria utilizando como organizador prévio a dança.

### 3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

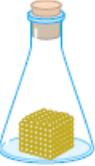
Nessa seção, serão definidos os estados de agregação da matéria, trazendo exemplos de abordagem desse conteúdo em livros didáticos e elencando em que período da aprendizagem esse conteúdo é normalmente abordado. Na sequência serão exploradas as concepções alternativas relacionadas a este conteúdo e trabalhos encontrados na literatura que apresentem estratégias de ensino-aprendizagem dos estados de agregação.

#### 3.1 CONCEITUAÇÃO DE ESTADOS DE AGREGAÇÃO

O conceito de matéria e suas propriedades, principalmente de seu estado físico, vêm sendo estudado desde o período pré-socrático, quando ainda se acreditava que as mudanças de estado ocorriam devido à alteração na composição das substâncias (RODRIGUES; FERREIRA, 2011). A matéria pode existir em diferentes estados de agregação, também denominados estados físicos, que dependem da pressão, temperatura e volume do sistema. Os estados de agregação incluem os três estados clássicos (sólido, líquido e gasoso) e estados modernos ou exóticos (plasma, superfluidos, supersólidos, condensados de Bose-Einstein, matéria escura, cristal líquido, entre outros) (DHAR, 2010).

Os estados de agregação, nesse trabalho, se referem aos três estados clássicos da matéria que são comumente abordados na disciplina de química durante o último ano do Ensino Fundamental e Ensino Médio. Em muitos livros didáticos de Ensino Médio, esses conceitos aparecem frequentemente, porém muitas vezes com ênfase nas características macroscópicas. No livro de Química Geral volume 1 de Ricardo Feltre (2004), primeiramente é definida a matéria e exemplificado que “a matéria pode se apresentar sólida (por exemplo, as pedras), líquida (por exemplo, a água) ou gasosa (por exemplo, o ar que respiramos)” (FELTRE, 2004, p. 2). Na sequência os estados físicos ainda aparecem nas transformações da água, porém só serão conceituados no capítulo terceiro, onde se tratam das transformações físicas. As observações experimentais de forma e volume dos três estados se somam às características microscópicas, ou teóricas, representadas na Figura 1.

**Figura 1.** Explicação das transformações físicas dos materiais segundo Feltre.

ESTADOS FÍSICOS				
	Sólido	Líquido	Gasoso	
Na prática verificamos que:	O sólido tem volume constante e forma constante. 	O líquido tem volume constante e forma variável. 	O gás (ou vapor) tem volume variável e forma variável. 	Essas são observações experimentais que podemos enxergar; são, portanto, características macroscópicas da substância.
Esses estados físicos podem ser explicados admitindo-se que:	 No estado sólido, as moléculas permanecem em posições fixas, formando um reticulado cristalino.	 No estado líquido, as moléculas se movimentam com certa liberdade.	 No estado gasoso, as moléculas se movimentam em todas as direções, com alta velocidade e grande liberdade.	Essas são interpretações teóricas, em que admitimos certas características microscópicas que não podemos enxergar.

Fonte: FELTRE (2004, p. 61)

Atkins e Jones (2006) apresentam definições similares para os três estados no livro *Princípios de Química*, atribuindo rigidez ao estado sólido e aumento da fluidez para os estados líquido e gasoso, respectivamente (ATKINS; JONES, 2006). Em contraponto, os autores exploram o sistema microscópico distinguindo arranjo e movimento molecular e enfatizam que, mesmo no estado sólido, as moléculas não estão imóveis:

Em um sólido, como o gelo ou o cobre, os átomos são empacotados de modo a ficarem muito perto uns dos outros, e o sólido é rígido porque os átomos não podem mover-se facilmente. Os átomos de um sólido, porém, não ficam imóveis: eles oscilam em torno de sua posição média e o movimento de oscilação fica mais vigoroso com o aumento da temperatura. Os átomos e moléculas de um líquido têm empacotamento semelhante ao de um sólido, porém eles têm energia suficiente para mover-se uns em relação aos outros. O resultado é que um líquido, como a água ou o cobre fundido, flui em resposta a uma força como a da gravidade. Em um gás, o ar (que é uma mistura principalmente de nitrogênio e oxigênio) e o vapor de água, por exemplo, as moléculas são quase totalmente livres umas das outras: elas movem-se pelo espaço em velocidades próximas à do som, eventualmente colidindo e mudando de direção (ATKINS; JONES, 2006, p. 31).

Do ponto de vista da físico-química, os estados físicos são definidos por suas propriedades físicas (volume, número de mol, pressão e temperatura) que descrevem a equação de estado da substância. Além disso, se considera que as moléculas e/ou átomos estão “em

movimento permanente e aleatório, com velocidades médias que aumentam quando a temperatura se eleva[...]” e são perturbados por forças intermoleculares (ATKINS; PAULA, 2010, p. 3).

A partir das definições de estados de agregação, sólido, líquido e gasoso supracitadas, observamos que estados de agregação da matéria é um conteúdo complexo que permeia todo o ensino de ciência, desde a educação primária até o ensino superior. Milaré e Alves Filho (2010) avaliaram o modo como a Química é desenvolvida por professores de Ciências e a influência do livro didático no 9º ano do Ensino Fundamental. De acordo com esse estudo, os professores abordam em média 36 conteúdos de química no 9º ano do Ensino Fundamental, sendo um deles o conteúdo estados de agregação da matéria. Segundo os autores, o objetivo do 9º ano é atribuir significado ao vocabulário químico, embora muitos dos conteúdos necessitem de um nível de abstração que os alunos não têm; sendo o primeiro contato com o conteúdo estados de agregação abordado de forma superficial. (MILARÉ; ALVES FILHO, 2010)

### 3.2 CONCEPÇÕES ALTERNATIVAS SOBRE ESTADOS FÍSICOS DA MATÉRIA

Lemma considera os estados de agregação da matéria como um conceito básico e fundamental de química e ciência, suscetível a equívocos de aprendizagem e ensino (LEMMA, 2013). De fato, os estados de agregação da matéria são retomados indiretamente diversas vezes durante o ensino médio, seja no estudo de transformações físicas e químicas, propriedades dos materiais, solubilidade de compostos orgânicos, equilíbrio químico, soluções, interações intermoleculares, atomística, gases, entre outros.

As concepções alternativas - também denominadas de equivocadas, intuitivas, informais, espontâneas, etc - podem ser definidas como concepções que diferem do significado aceito pela comunidade científica. As concepções alternativas nem sempre têm origem na sala de aula, podendo ser ideias pré-concebidas originárias de senso comum ou da necessidade de dar um significado para novos fenômenos a partir de informações que façam sentido para o indivíduo. Alguns autores acreditam que as concepções alternativas são dificilmente modificadas à medida que estas servem de base para o entendimento de outros conceitos futuros (GARNETT, P. J.; GARNETT, P. J.; HACKLING, M. W.,. 1995). Taber (2002) defende que os estudantes se fixam nas concepções alternativas, porque a ciência é inconsistente com as suas concepções prévias. Além disso, sugere que, ao iniciar a abordagem de um conceito, deve-se levar em consideração as possíveis concepções alternativas e as barreiras que elas criam para aprendizagem significativa; para, de forma adequada, elaborar sua estratégia de ensino, visando

a uma melhor compreensão conceitual, dimensão dessas concepções alternativas (TABER, 2002).

À vista disso, na literatura se encontram trabalhos que discutem as concepções alternativas dos estudantes tanto do ensino médio quanto do ensino superior e de discentes em relação aos estados de agregação e às transformações físicas e químicas da matéria (LEMMA, 2013; SILVA et al., 2005; MORTIMER, 1995). Lemma (2013) observou que muitas concepções alternativas apresentadas pelos estudantes também podiam ser observadas em menor proporção nos professores de ensino básico. Na Tabela 1 são apresentados os principais resultados obtidos por Lemma para cada grupo de pessoas:

**Tabela 1.** Frequência das concepções alternativas em discentes e docentes.

Concepção alternativa	Alunos (707 entre 14 e 15 anos)	Professores de química e ciência (8 indivíduos)
Estrutura e forma da matéria dependem do estado físico	69 %	16,7 %
A composição da água líquida e gelo são diferentes	82,9 %	32 %
Somente no estado líquido as moléculas possuem movimento	64,4%	16,7%
Somente no estado gasoso as moléculas possuem movimento	17%	16,7%

Fonte: (LEMMA, 2013, p. 56)

Os resultados apresentados na Tabela 1 indicam que as concepções alternativas dos estudantes estão correlacionadas significativamente com as dos professores. Por isso, o autor recomenda a educação continuada para os discentes principalmente em relação aos conteúdos que apresentaram maior incidência de concepções alternativas (natureza particulada da matéria, estados de agregação e estequiometria), diminuindo a suscetibilidade dos alunos (LEMMA, 2013)

Em relação aos estudantes de ensino superior, Silva et al. (2005) analisaram as representações dos três estados físicos da matéria feitas por alunos da disciplina de Química Geral. Observaram-se dificuldades na representação adequada dos estados desorganizados (líquido e gasoso), modificação do volume das partículas de acordo com o estado e ausência de movimento nas partículas que compõem o sólido. Silva et al. (2005) propõe que,

Em relação aos estados de agregação da matéria, as concepções alternativas dos estudantes evidenciam dificuldades na compreensão de pelo menos uma das quatro seguintes afirmações básicas sobre a natureza particulada da matéria: a) toda a matéria é feita de partículas separadas; b) as partículas estão em constante movimento randômico; c) o espaço entre as partículas é vazio; d) há “ligações” ou forças entre as partículas (SILVA et al., 2005, p. 2-3).

Segundo Johnstone, a química moderna se divide em três componentes básicos e complementares: “a macroquímica dos tangíveis, comestíveis e visíveis, a submicroquímica do molecular, atômica e cinética e a representacional de símbolos, equações, estequiometria e matemática” (JOHNSTONE, 1993, p. 702). Os estudos supracitados sugerem, portanto, que as concepções alternativas estão intimamente relacionadas a equivocada compreensão microscópica dos estados de agregação, sendo construídas principalmente a partir do senso comum e do comportamento/propriedades macroscópicas. Johnstone (2000) ressalta a importância de ensinar para além do nível macroscópicos:

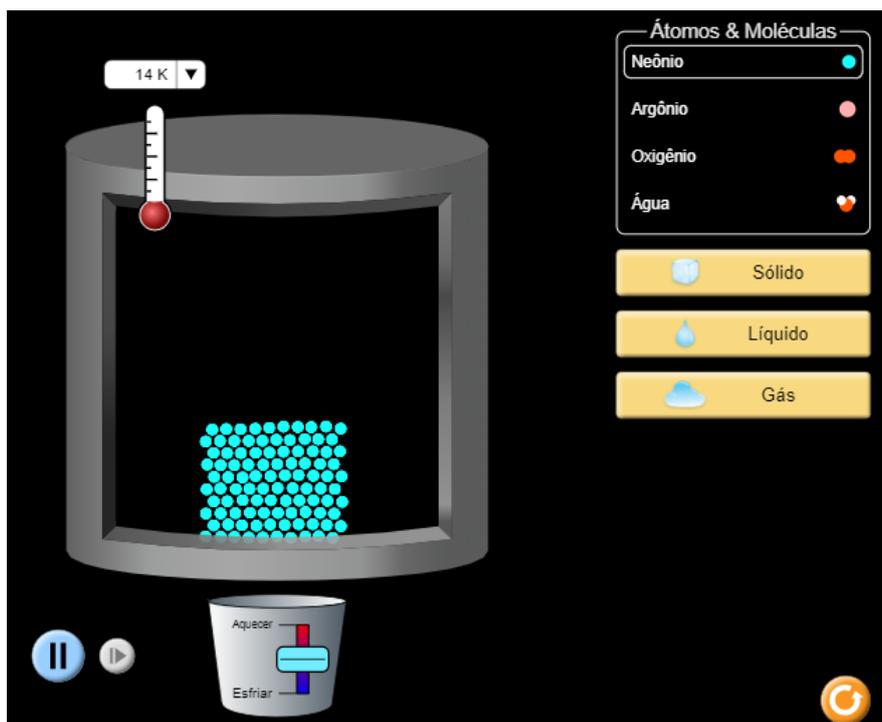
Mas a química, para ser mais completamente entendida, tem que se mover para a situação submicro, onde o comportamento das substâncias é interpretado em termos do invisível e molecular e registrado em alguma linguagem representacional e notação. Esta é, ao mesmo tempo, a força de nosso assunto como uma busca intelectual e a fraqueza de nosso assunto quando tentamos ensiná-lo, ou mais importante, quando iniciantes (alunos) tentam aprendê-lo (JOHNSTONE, 2000, p. 11).

Embora os estados de agregação sejam introduzidos no 9º ano do Ensino Fundamental normalmente de forma superficial, ainda exigem um maior aprofundamento nos anos posteriores e, por isso, alguns pesquisadores têm investido no desenvolvimento de novas estratégias de ensino-aprendizagem.

### 3.3 ESTADOS DE AGREGAÇÃO NO ENSINO DE CIÊNCIAS

Uma parcela relevante de estudos sobre essa temática tem utilizado os recursos computacionais como estratégia de ensino-aprendizagem. Tal tecnologia permite a simulação e/ou demonstração das transformações de forma interativa e interessante, melhorando a compreensão a nível microscópico. Fonseca e colaboradores (2019) avaliaram a utilização de um simulador para o ensino de estados físicos da matéria para estudantes do ensino fundamental de uma comunidade quilombola. Em um primeiro momento, explicou-se aos alunos o que são os estados físicos e como eles ocorrem de forma dinâmica, apresentando-se exemplos do cotidiano que contextualizassem o conteúdo com imagens, dados e vídeos. Na sequência, foi utilizado o simulador educacional “Estados da matéria: básico” (Figura 2) disponível no Portal PhET Interactive Simulations, da Universidade do Colorado Boulder (website [https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/simulation/states-of-matter-basics](https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/states-of-matter-basics)).

**Figura 2.** Exemplo da interface do simulador “Estados da matéria: básico”.



Fonte: PhET Interactive Simulations

Segundo os autores, a utilização do simulador tem como objetivo “melhorar a visualização dos alunos a respeito do conteúdo trabalhado a partir das simulações de como se comportam as moléculas, o seu grau de agitação e estado de agregação” (FONSECA et al., 2019, p. 128). A totalidade dos alunos respondeu que a escolha do software melhorou a compreensão acerca do assunto, de acordo com o questionário, pois este permitiu a construção do aprendizado a partir do manuseio do simulador e socialização ( FONSECA et al., 2019). O mesmo simulador computacional foi utilizado por Gomes e Garcia (2014) nas etapas 8 e 9 da modalidade de Ensino de Jovens e Adultos. O objetivo principal desse estudo foi associar a energia com as mudanças de estados físicos, relacionando os aspectos macroscópicos e microscópicos em problemas do cotidiano. No geral, a metodologia se mostrou adequada para um público heterogêneo como o EJA, cuja receptividade e motivação foram despertadas pela utilização de tecnologia, aumentando a curiosidade, interação e, conseqüentemente, a compreensão (GOMES; GARCIA, 2014)

Araújo e colaboradores (2017) propuseram a inserção do estudo de estados de agregação às crianças de 9-11 anos (5° ano escolar em Portugal), embora em muitos países a abordagem de conceitos abstratos da química só ocorram pelos 13 anos (equivalente ao 9° ano do Ensino Fundamental no Brasil). Mesmo que essa mudança aparente ser uma antecipação dos

conhecimentos científicos, vale ressaltar que as crianças já são capazes de interpretar os fenômenos de maneira informal e também conteúdos como propriedades e comportamento da água frente a variação de temperatura e ciclos hidrológicos, que são tratados formalmente nos primeiros anos de ensino escolar. Foram, então, aplicadas quatro estratégias de integração curricular sobre estrutura da matéria e mudanças de estado físico utilizando simulações computacionais. Observou-se nesse estudo que a estratégia mais eficaz, tanto em termos de reconhecimento quanto elaboração conceitual, se deu pela utilização de duas simulações, a primeira para exploração orientada e a segunda para exploração autônoma após uma breve explicação dos conceitos (ARAÚJO et al., 2017).

Alternativamente, Kornowski et al. (2016) optou por uma abordagem teórico-prática com alunos do 9º ano do Ensino Fundamental. Foram propostos dois experimentos: a fusão do gelo na presença de sal e a ebulição de amostras de água e álcool. Os alunos observaram os experimentos e foram questionados sobre os fenômenos, incentivando a curiosidade e conhecimento acerca do tema e a interação com os colegas (KORNOWSKI et al., 2016)

Tonelli (2014) desenvolveu uma unidade de ensino potencialmente significativa para a introdução do plasma como estado físico da matéria para turma do 2º ano do Ensino Médio para disciplina de física. O interessante a respeito dessa pesquisa foi que a situação inicial envolveu a diferenciação entre os estados de agregação clássicos (sólido, líquido e gasoso). Os autores observaram que a maioria dos alunos associou os estados físicos com a substância água, possivelmente por ser o exemplo mais utilizado para exemplificar esses conceitos. Em seguida, na situação problema foi discutida as diferenças macroscópicas e microscópicas, entre outras questões para a introdução do plasma. Todos os grupos de estudantes, com exceção de um, não souberam diferenciar forma e volume dos estados nem caracterizar a matéria da perspectiva atômica/molecular sem mediação do professor. (TONELLI, 2014) Isso indica que, embora o tema estados da matéria seja conteúdo do 1º ano do ensino médio, a compreensão científica a respeito deste ainda não ocorreu de forma significativa. Nesse sentido, a compreensão científica dos três estados de agregação além de ser importante para uma melhor compreensão do cotidiano, é um conhecimento prévio para fundamental compreensão outros conteúdos, como o plasma.

Tendo em vista os diversos conceitos associados aos estados físicos da matéria e sua importância na construção dos conhecimentos científicos do indivíduo, ainda se faz necessário investigar novas estratégias de ensino-aprendizagem a cerca desse tema. Nesse contexto, a Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel se apresenta como uma excelente alternativa às estratégias supracitadas.

## 4 REFERENCIAL TEÓRICO

### 4.1 A TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

A Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel está fundamentada na aquisição de novos conhecimentos a partir de um material potencialmente significativo e, para que isso ocorra, são necessárias duas condições:

- (1) que o próprio material de aprendizagem possa estar relacionado de forma não arbitrária (plausível, sensível e não aleatória) e não literal com qualquer estrutura cognitiva apropriada e relevante (i.e., que possui significado ‘lógico’) e (2) que a estrutura cognitiva particular do aprendiz contenha ideias ancoradas relevantes, com as quais se possa relacionar o novo material (AUSUBEL, 2003, p.17).

Nesse sentido, compreende-se a aprendizagem significativa como o processo no qual uma nova informação/significado interage de forma substantiva (não literal) e não arbitrária com aquilo que já sabemos (AUSUBEL, 2003). Na segunda condição observamos que é preciso o estabelecimento de conexões entre o novo conhecimento e o conhecimento prévio, ou seja, deve-se preocupar-se com um mecanismo de aprendizagem potencialmente significativo (TAVARES, 2004). Esses novos significados (conceitos) serão únicos para cada indivíduo, já que a estrutura cognitiva de cada pessoa e a forma de fazer essa inserção são singulares (AUSUBEL, 2003). Dessa forma, opõe-se à aprendizagem mecânica, que é fundamentada na memorização de novas informações sem estabelecer conexões e em função disso, “trata-se de um aprendizado com menores chances de permanecer na estrutura cognitiva do aluno a longo prazo” (HAUPT et al., 2019). Contrariamente ao modelo mecânico que considera um vácuo cognitivo, a aprendizagem significativa tem menores chance de esquecimento ou interferências por se associar com outras ideias anteriores e/ou posteriores (AUSUBEL, 2003)

Ausubel indica duas maneiras complementares de aquisição dos conhecimentos de forma significativa, pela diferenciação progressiva e pela reconciliação integrativa. Tavares (2004) aponta que “a maneira mais natural de aquisição de conhecimentos para o ser é através da diferenciação progressiva. É mais fácil construir o conhecimento, quando se inicia de uma ideia mais geral e inclusiva e se encaminha para ideias menos inclusivas” (TAVARES, 2004, p. 3). Enquanto a reconciliação integrativa deve incorporar todos os conceitos de forma desordenada e interligada, aplicando-os em outras situações (TAVARES, 2004).

O conhecimento prévio, também denominado de subsunçor ou ideia-âncora é a o fator mais importante para aprendizagem, segundo Ausubel (2003), e essa interação com o novo conhecimento deve ser não arbitrária, em outras palavras, não deve ocorrer com qualquer conhecimento prévio, mas com um que seja relevante para que ocorra a ancoragem. No entanto,

quando abordamos um conceito científico e os alunos não possuem subsunçores adequados para que ocorra essa ancoragem, a alternativa à memorização são os organizadores prévios (TAVARES, 2004). Um organizador prévio é uma ponte cognitiva e deve ser construída com alto grau de abstração, generalidade e inclusividade em relação ao conhecimento específico, por exemplo os conceitos científicos. Dessa forma, os organizadores prévios auxiliam sanando a deficiência de subsunçores e ainda são usados para auxiliar os alunos na percepção clara da conexão entre os novos conhecimentos apresentados e os seus conhecimentos pré-existentes. (MOREIRA, 2011). Moreira destaca que,

Na prática, organizadores prévios funcionam melhor quando explicitam a relacionabilidade entre novos conhecimentos e aqueles existentes na estrutura cognitiva do aprendiz. Muitas vezes o aprendiz tem o conhecimento prévio mas não percebe que está relacionado com aquele que lhe está sendo apresentado (MOREIRA, 2011, p. 11).

De acordo com Moreira (2011), “a aprendizagem significativa crítica é estimulada pela busca de respostas (questionamento) ao invés da memorização de respostas conhecidas, pelo uso da diversidade de materiais e estratégias instrucionais, pelo abandono da narrativa em favor de um ensino centrado no aluno” (MOREIRA, 2011, p. 3). Nesse contexto, surgem as Unidades de Ensino Potencialmente Significativas como estratégias de ensino apoiada na Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel.

#### 4.2 AS UNIDADES DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVAS

As Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS) foram propostas por Moreira (2011) e são definidas pelo próprio autor como “sequências de ensino fundamentadas teoricamente, voltadas para a aprendizagem significativa, não mecânica, que podem estimular a pesquisa aplicada em ensino, aquela voltada diretamente à sala de aula” (MOREIRA, 2011, p. 2). Portanto, as UEPS são um meio de facilitar a aprendizagem significativa, se opondo a aprendizagem memorística. Uma UEPS possui como característica a organização das atividades de ensino de forma a facilitar a construção de relações lógicas, selecionando as ideias básicas e partindo de conhecimentos mais amplos em direção aos mais restritos e específicos para depois retornar aos conhecimentos mais amplos e aplicá-los em outros contextos.

De fato, essa de estratégia se mostrou eficiente quando aplicada em diversos temas no ensino de ciência, como por exemplo sistema respiratório humano (ROSA, C. T. W.; CAVALCANTI, J.; PEREZ, C. A. S., 2016), lançamento de projéteis e gravidade (FREITAS; ANDRADE NETO, 2018), estereoquímica cis/trans (RAMOS; SERRANO, 2015), física moderna e contemporânea (SCHITTLER; MOREIRA, 2014), equilíbrio químico (SANTOS et al., 2019), radiações ionizantes (BORTOLI, L.; MESQUITA, A.; SPÍNDOLA, M. M., 2019),

séries de Fourier (KONFLANZ et al., 2019), estereoquímica (ROCKENBACK et al., 2020), funções orgânicas (REPPOLD, D. P.; RAUPP, D. T.; PAZINATO, M. S., 2021), plasma (TONELLI, 2014), entre outros.

Tendo definido o tema/tópico objeto do ensino/aprendizagem da UEPS, Moreira (2011) propõe aspectos sequenciais, também denominados etapas, que são enumerados a seguir.

- I. Situação inicial: nesse momento se objetiva conhecer os conhecimentos prévios dos alunos a fim de elencar ideias relevantes para ancorar o tópico definido.
- II. Situações-problema inicial: aqui se inicia a preparação para inserir um novo conhecimento a partir de uma tarefa de nível introdutório que compreenda o conhecimento prévio do aluno. Deve-se utilizar situações-problema que sejam acessíveis e problemáticas, sem necessitar de conhecimento sobre o conteúdo para resolução, podendo servir como organizador prévio para o ancoramento do novo conhecimento.
- III. Aprofundamento do conhecimento: apresentar o conhecimento/conteúdo foco do ensino/aprendizagem de maneira progressiva (do geral ao específico). Nessa etapa, é importante realizar atividades, de preferência colaborativas, para compor a avaliação formativa/contínua de forma a acompanhar o progresso da aprendizagem.
- IV. Nova situação-problema e aprofundamento do conteúdo: podem ser propostas novas situações-problemas seguidas de aprofundamento do conteúdo sempre respeitando um nível crescente de complexidade em relação à situação-problema inicial.
- V. Aula integradora final: momento da reconciliação integrativa, onde se retomam os aspectos principais do conteúdo trabalhado na unidade buscando uma perspectiva integradora, ou seja, explorando as relações entre as ideias/conceitos.
- VI. Avaliação somativa individual: resolução de questões/situações de forma individual no formato de exame final que revelem a compreensão dos conceitos/significados, o alcance dos objetivos de aprendizagem e a capacidade de transferência.
- VII. Avaliação da aprendizagem na UEPS: essa avaliação deve coletar evidências de aprendizagem significativa tanto na compreensão dos significados como na transferência para novas situações. Essa busca ocorre durante a avaliação formativa (atividades colaborativas, registros do docente, questionário) e na avaliação somativa de utilizando o mesmo nível de apreciação. Considera-se exitosa a UEPS que indicar aprendizagem significativa progressiva através desses meios.

VIII. Avaliação da própria UEPS: ocorre pela avaliação da estratégia pelos alunos a fim de fornecer um *feedback*, podendo ser realizada por roda de conversa ou na forma de questionário.

Destaca-se nessas etapas as características da aprendizagem significativa, que ancora o conteúdo em conhecimentos prévios, respeitando a diferenciação progressiva e reconciliação integrativa. De acordo com Rockenback et al. (2020),

O(a) professor(a) tem, portanto, como objetivo facilitar a construção dessas relações lógicas, selecionando as ideias básicas e partindo de conhecimentos mais amplos em direção aos mais restritos e específicos (diferenciação progressiva), para depois retornar aos conhecimentos mais amplos (reconciliação integrativa) (ROCKENBACK et al., 2020, p. 54)

Neste contexto, este trabalho objetiva relatar uma estratégia de ensino baseada na teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel, com uso da dança como organizador prévio para o ensino de estados de agregação. A dança é considerada um bom organizador prévio por ser encontrada em diversos espaços sociais e de conhecimento, por suas formas variadas, e por sua relação com diferentes áreas como neurociência, psicologia, antropologia e filosofia. Segundo Rodrigues (2014) “A dança apresenta portanto um potencial riquíssimo no que concerne às capacidades humanas e à produção de conhecimento” (RODRIGUES, 2014, p. 129) Lerman (2002) acredita que “as artes (música, dança, teatro, artes, etc) são excelentes veículos para aumentar o entendimento” e persuadir as pessoas a estudar química através de outras formas de comunicação (LERMAN, 2003, p. 1234). De fato, a dança já foi utilizada como ferramenta no ensino de interações químicas a nível molecular para ensino superior apresentando efeito positivo tanto no interesse como entendimento pelos alunos (TAY; EDWARDS, 2015). Utilizando a dança como conhecimento prévio, nesse estudo foram propostas todas as etapas de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa para o ensino do conteúdo estados de agregação da matéria.

## 5 METODOLOGIA

Este trabalho está dividido em duas etapas: revisão sistemática de literatura e elaboração de uma proposta didática. Na primeira etapa, é descrita a metodologia para a realização da revisão sistemática da literatura a fim de compreender as estratégias e dificuldades relatadas no ensino de estados de agregação e, na sequência, é proposta uma nova estratégia de ensino a partir da Unidade de Ensino Potencialmente Significativa.

### 5.1 REVISÃO SISTEMÁTICA

A revisão de literatura é uma ferramenta importante para responder determinadas questões de pesquisa, sendo que um maior número de estudos aumenta a robustez da investigação à medida que os dados convergem para uma mesma conclusão. Nesse caso, os métodos sistemáticos proporcionam uma análise mais objetiva dos resultados, evitando escolhas tendenciosas. Segundo Sampaio e Mancini (2007), a revisão sistemática é uma ferramenta de pesquisa que possibilita uma análise mais objetiva dos resultados, ou seja,

Esse tipo de investigação [revisão sistemática] disponibiliza um resumo das evidências relacionadas a uma estratégia de intervenção específica, mediante a aplicação de métodos explícitos e sistematizados de busca, apreciação crítica e síntese da informação selecionada (SAMPAIO; MANCINI, 2007, p. 84).

Para a realização da revisão sistemática, foram consideradas as três etapas preliminares definidas por Sampaio e Mancini (2007):

- a) Definir a pergunta que contém o objetivo da revisão;
- b) Identificar a literatura (termos ou palavras-chave, fontes e estratégias);
- c) Selecionar os estudos possíveis de serem incluídos.

Nesse estudo, a pergunta que queremos responder é: Como o conteúdo estados de agregação vem sendo abordado no ensino de química/ciências?

Inicialmente, uma busca simples foi realizada em periódicos nacionais cuja avaliação na área de ensino pela CAPES (quadriênio 2013-2016, disponibilizada na Plataforma Sucupira) foram A1 ou A2 e na Revista Química Nova na Escola. Como nenhum artigo foi encontrado nesses periódicos, com exceção da Revista Química Nova na Escola, sobre o tema de interesse, decidiu-se ampliar a pesquisa para periódicos internacionais.

Foi utilizada, nesse estudo, a plataforma de pesquisa: *Education Resources Information Center* (<https://eric.ed.gov/>). Essa biblioteca online é mantida pelo *Institute of Education Science* dos EUA desde 1966 e contém publicações que englobam desde artigos científicos, livros e resumos de congresso até documentos políticos e relatórios técnicos específicos da área

das ciências da educação. Os termos pesquisados (em inglês) são procurados nos campos título, autor, fonte, resumo e descritor da plataforma ERIC. A pesquisa também foi conduzida no periódico Química Nova na Escola (<http://qnesc.sbq.org.br/>), por ser um periódico de grande relevância e abrangência na área de ensino de química/ciências. Nesse caso, os termos em português foram pesquisados na barra de pesquisa do próprio site da revista, cuja busca ocorre nas palavras do documento completo.

Os termos ou palavras-chave utilizados nessa revisão sistemática foram a combinação de duas palavras-chave: estados de agregação (*aggregation states*) ou estados físicos da matéria (*physical states of matter*) ou estados físicos (*physical states*) combinados com educação (*education*), ensino (*teaching*) ou aprendizagem (*learning*). A pesquisa foi realizada em outubro de 2020. Na Tabela 2 são listados o número de documentos encontrados para cada termo utilizado.

**Tabela 2.** Número de publicações encontradas por termo de pesquisa nas duas bases de dados.

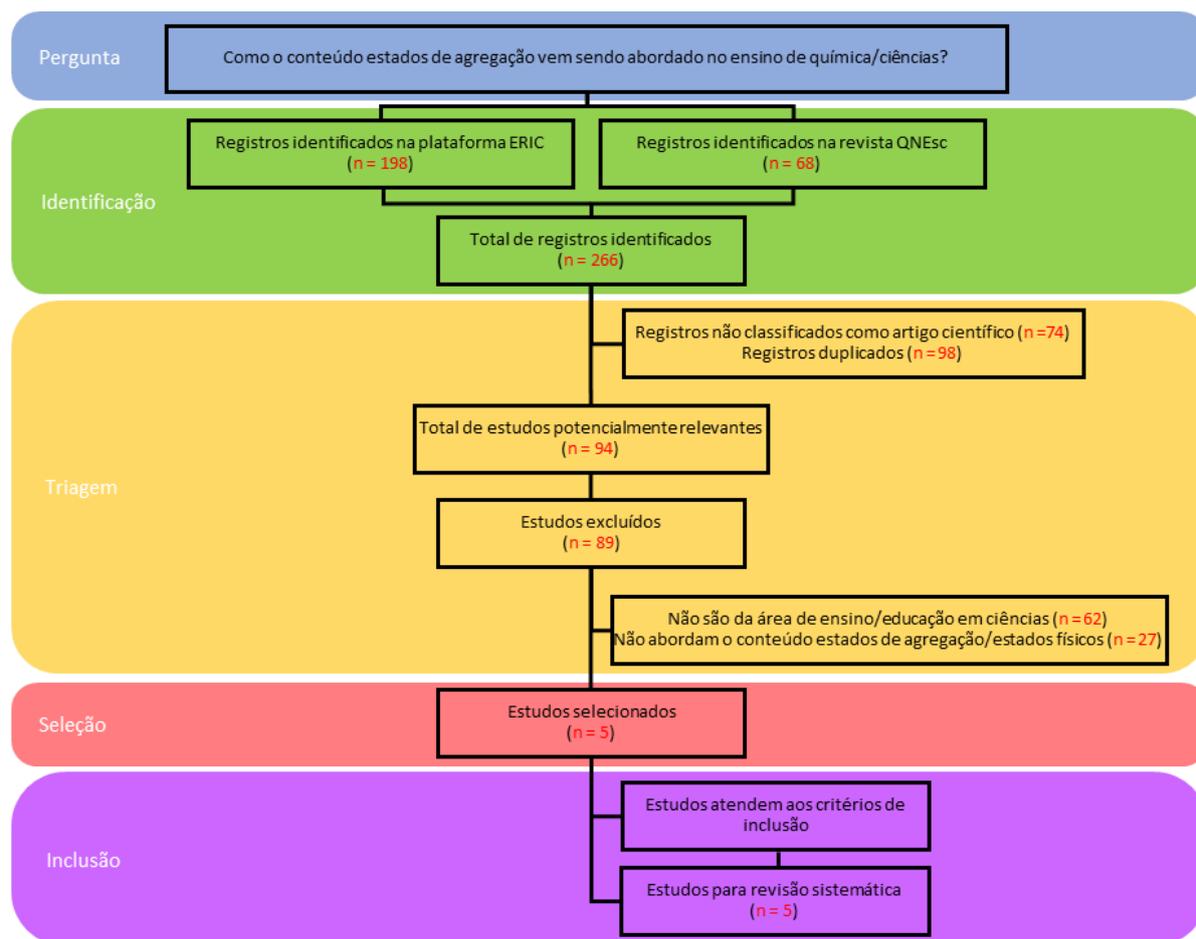
Termo/ Palavras-chave	Número de publicações encontradas	
	Plataforma ERIC	Revista Química Nova na Escola
Estados de agregação e educação	10	1
Estados físicos e educação	116	13
Estados físicos da matéria e educação	5	10
Estados de agregação e ensino	1	1
Estados físicos e ensino	29	12
Estados físicos da matéria e ensino	2	10
Estados de agregação e aprendizagem	2	1
Estados físicos e aprendizagem	30	10
Estados físicos da matéria e aprendizagem	3	10
Total de publicações	198	68

Foram encontradas 266 publicações no total, sendo apenas 192 artigos científicos, de acordo com a classificação da plataforma ERIC (todas as publicações encontradas no site da

Química Nova na Escola são artigos científicos e não foram excluídas nessa etapa). Em seguida, foram excluídas as duplicatas, resultando em um conjunto de 94 publicações. Todas as etapas envolvidas na seleção dos artigos científicos utilizados nessa revisão sistemática estão demonstradas na Figura 3.

A partir da leitura dos resumos dos 94 estudos potencialmente relevantes, foram excluídos 62 artigos que não eram da área de ensino ou educação de ciências; por exemplo, artigos que tratavam sobre ensino na área de educação física (união dos termos pesquisados). Adicionalmente, 27 artigos foram excluídos por não apresentarem estratégias de ensino ou dificuldades relacionadas ao conteúdo estados de agregação identificados na leitura do texto completo. Portanto, 5 artigos científicos foram incluídos nessa revisão sistemática apresentando estratégias de ensino ou dificuldade de ensino/aprendizagem de estados de agregação da matéria.

**Figura 3.** Dinâmica da seleção dos artigos para a revisão sistemática.



Os artigos incluídos foram analisados segundo o método de análise comparativa por comparação caso a caso, nesse tipo de análise os dados são analisados para identificar semelhanças e diferenças (GIBBS, 2009). Inicialmente foi realizada a pré-análise dos artigos pela leitura e composição de um quadro onde se resumiram as principais informações de interesse. Em seguida foi realizada a exploração do material pela descrição de cada artigo individualmente e, finalmente, a categorização de acordo com o direcionamento, níveis de ensino, estratégias e dificuldades relatadas (etapa de tratamento dos resultados). Para essa categorização, recorreu-se aos pressupostos da análise de conteúdo de Bardin (2016) utilizando o método das categorias.

## 5.2 PROPOSTA DIDÁTICA

Na sequência é proposta uma UEPS para o ensino de estados de agregação da matéria utilizando a dança como organizador prévio. Como esta é uma proposta de ensino que ainda não foi aplicada em sala de aula, estaremos nos referindo a dança como organizador prévio, por desconhecermos os conhecimentos prévios dos alunos. Essa UEPS está organizada em 5 etapas conforme os passos sugeridos por Moreira (2011), a serem abordadas ao longo de três aulas (Tabela 3). Essa proposta pode ser aplicada em diferentes níveis de ensino, fazendo as adaptações que o professor julgar necessário.

**Tabela 3.** Organização da UEPS.

Etapa	Etapa da UEPS	Estratégia/ Recurso utilizado
1	Apresentação da UEPS  Situação Inicial	Questionário inicial sobre o interesse dos alunos acerca do tópico dança e diferentes ritmos  Análise e comparação de fotos de pessoas dançando para explorar os conhecimentos prévios dos alunos
2	Situação-problema inicial  Aprofundamento do conteúdo	Leitura e atividade em pequenos grupos sobre o texto: “Você conhece a balada exclusiva para surdos?” <sup>a</sup>  Exposição de conteúdo teórico sobre os estados de agregação da matéria utilizando simulador computacional baseado na técnica P.O.E.
3	Nova situação-problema inicial  Aprofundamento do conteúdo	Exibição sobre o vídeo “Encontro se transforma em pista para receber a Festa do Silêncio” <sup>b</sup> e discussão em grupo utilizando <i>brainstorm</i>  Explanação de conteúdo teórico sobre mudança de estado de agregação de substâncias puras e misturas com auxílio de slides
4	Aula integradora final  Avaliação somativa individual	Síntese do organizador prévio e modelos científicos trabalhados nessa UEPS utilizando slides  Avaliação tipo teste individual e conceitual
5	Avaliação da própria UEPS  Avaliação de aprendizagem da UEPS	Questionário avaliativo sobre a UEPS  Elaboração de mapa conceitual sobre conteúdos trabalhados na UEPS

<sup>a</sup><https://egaliterhe.wordpress.com/2012/04/17/voce-conhece-a-balada-exclusiva-para-surdos/>

<sup>b</sup><https://globoplay.globo.com/v/3164045/>

## 6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A seguir serão apresentados os resultados da revisão sistemática a partir da análise dos artigos incluídos nesse estudo. Na sequência, serão discutidas individualmente cada etapa da UEPS sobre o conteúdo estados de agregação da matéria.

### 6.1 REVISÃO SISTEMÁTICA

Este estudo teve como primeiro objetivo a revisão sistemática comparativa, que visou responder à pergunta: Como o conteúdo estados de agregação vem sendo abordado no ensino de química/ciências? Para isso, a partir da leitura detalhada do texto completo, foram identificados o direcionamento do artigo (se teórico ou empírico), o nível de ensino contemplado, se o mesmo apresentava alguma estratégia de ensino para estados de agregação da matéria e se os autores relatavam alguma dificuldade acerca da aprendizagem dos alunos para esse conteúdo. Todos esses dados compuseram a etapa de pré-tratamento e estão sumarizados na Tabela 4.

**Tabela 4.** Informações resumidas sobre os artigos incluídos na revisão sistemática.

(continua)

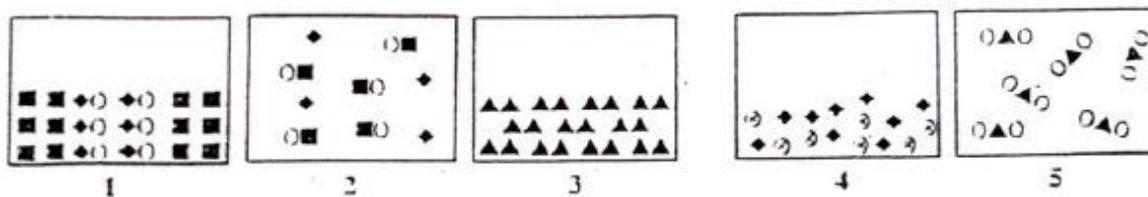
	Autor(es)	Ano	Revista	Título	Direcionamento	Nível de Ensino	Estratégia de ensino	Dificuldade relatada
1	Buket Yakmaci-Guzel e Emine Adadan	2013	International Journal of Environmental & Science Education	Use of multiple representations in developing preservice chemistry teachers' understanding of the structure of matter	Empírico	Ensino superior	Estudo longitudinal sobre múltiplas representações moleculares da matéria com pré-, pós-teste imediato e retardado.	Os conceitos relacionados ao estado da matéria estão normalmente ligados às observações macroscópicas. Os líquidos são vistos como estados intermediários.
2	Erdal Senocak	2009	Australian Journal of Teacher Education	Prospective Primary School Teachers' Perceptions on Boiling and Freezing	Teórico	Ensino superior	N/A	Dificuldades de compreensão dos fenômenos de ebulição e congelamento devido a concepções alternativas do estado e composição da matéria.
3	Miriam Possar do Carmo e Maria Eunice Ribeiro Marcondes	2008	Química nova na escola	Abordando Soluções em Sala de Aula – uma Experiência de Ensino a partir das Idéias dos Alunos	Empírico	Ensino médio	Atividades de representação, identificação de misturas e demonstrações práticas para motivar discussões e reflexões sobre os conceitos relacionados.	Confusão na diferenciação entre substância pura (em diferentes graus de agregação) e mistura homogênea por considerar-se somente os aspectos macroscópicos.

**Tabela 4.** Informações resumidas sobre os artigos incluídos na revisão sistemática.

							(conclusão)	
Autor(es)	Ano	Revista	Título	Direciona- mento	Nível de Ensino	Estratégia de ensino	Dificuldade relatada	
4	Gustavo Bizarria Gibin e Luiz Henrique Ferreira	2013	Química Nova na Escola	Avaliação dos Estudantes sobre o Uso de Imagens como Recurso Auxiliar no Ensino de Conceitos Químicos	Empírico	Ensino médio	Utilização de imagens (nível macroscópico, submicroscópico e simbólico) como recurso auxiliar na compreensão de conceitos e fenômenos químicos, como estados físicos.	65% dos alunos alega dificuldade de compreensão e 61% apresentam dificuldade de imaginar os conteúdos de química.
5	Katrina Dial, Diana Riddley, Kiesha Williams e Victor Sampron	2009	Science Teacher	Addressing Misconceptions: A demonstration to help students understand the law of conservation of mass	Empírico	Anos finais do Ensino Fundamental e Ensino Médio	Metodologia POE para explicar a lei da conservação de massas e identificar concepções alternativas a partir de reações de formação de gás ou precipitado.	As principais concepções alternativas estavam relacionadas a massa depender do volume ou do estado físico da substância.

Então, os artigos foram descritos individualmente apresentando em maior detalhe cada estudo. No artigo 1, os autores Yakmaci-Guzel e Adadan (2013) reconhecem que os professores são uma das fontes de concepções alternativas dos alunos após extensa revisão da literatura e, por isso, desenvolveram uma formação para futuros professores de química visando a compreensão científica da estrutura da matéria. Essa fonte de concepções alternativas está de acordo com estudos anteriores que identificaram-nas tanto em professores do ensino básico como em alunos de graduação da licenciatura (LEMMA, 2013, SILVA et al., 2005). O diferencial desse estudo, segundo os autores, é a abordagem baseada na teoria cognitiva da aprendizagem multirrepresentacional, utilizando clipes de papel, massinha de modelar, dinâmicas computacionais, explicações verbais e desenhos pictóricos. A aprendizagem multirrepresentacional sustenta o uso simultâneo de multi representações durante uma explanação, por exemplo linguagem verbal e imagética, sendo a informação melhor compreendida por ser processada de mais de uma forma. A instrução ocorreu em três etapas incluindo representações múltiplas para alunos do terceiro ano de graduação em licenciatura em química e foi avaliada por pré-teste, pós-teste imediato à formação e pós-teste retardado (17 meses depois). Na primeira etapa os grupos deveriam diferenciar substância pura de mistura, a segunda etapa envolvia a representação dos três estados da matéria como partículas e a última delas objetivava a representação e diferenciação entre átomos, moléculas, compostos, elementos, substâncias puras e misturas. Observa-se, aqui, a inclusão do nível representacional submicroscópico, segundo Johnstone (1993). Quando analisadas diferentes representações dos estados sólido, líquido e gasoso (Figura 4); a maioria dos professores classificou-as de acordo com o nível macroscópico (volume e forma) no pré-teste e levou em consideração o nível submicroscópico (distância e ordem entre partículas) nos pós-testes (YAKMACI-GUZEL; ADADAN, 2013).

**Figura 4.** Representações dos estados de agregação utilizada nos testes aplicados por Guzel e Adadan.



Fonte: YAKMACI-GUZEL; ADADAN, 2013.

A imagem que provocou mais erro nos testes (Figura 3.3) representava um sólido com arranjo ordenado, porém foi classificada por muitos como líquido devido ao “espaçamento intermediário entre as partículas”. Yakmaci-Guzel e Adadan (2013) sugerem que os educadores dos professores de ciências devam oferecer tarefas representacionais combinadas com discussões para que os professores possam “pensar profundamente sobre os conceitos fundamentais da química e também perceber suas concepções inadequadas e/ou não científicas” e, dessa forma, fomentar estratégias similares em suas carreiras futuras (YAKMACI-GUZEL; ADADAN, 2013, p. 124)

Senocak (2009), no artigo 2, avaliou as percepções de alunos do curso de graduação de professores de anos iniciais (6-10 anos) a respeito dos fenômenos de ebulição e congelamento. Embora o conteúdo estados de agregação esteja formalmente inserido no currículo no 9º ano do Ensino Fundamental (MILARÉ; ALVES FILHO, 2010), a importância de retomar esse conteúdo de forma aprofundada com os professores se deve ao fato de que

“[...] os professores usam frequentemente termos como “substância”, “sólido”, “líquido” ou “gás” nos cursos de ciências. Eles presumem que os alunos entendem esses e outros conceitos fundamentais quando começam o curso e geralmente muito pouco tempo é gasto na revisão desses termos” (SENOCAK, 2009, pg. 29).

Nesse estudo, 110 alunos de graduação foram questionados por escrito sobre ebulição e congelamento e, então, 20 desses indivíduos foram selecionados para entrevista a fim de fornecer mais informações a respeito das percepções alternativas identificadas na primeira etapa. Aos participantes do estudo foi questionado: (a) o porquê não é aconselhável encher aquários com água não agitada que tenha sido resfriada após ebulição e (b) quais as mudanças na estrutura molecular da água após o congelamento. A maioria dos participantes respondeu “corretamente” às questões utilizando embasamento científico (~70 % para a questão a e 76 % para a questão b), sendo que os participantes que já tinham formação científica anterior apresentaram menor confusão ao explicar os fenômenos estudados, reafirmando a importância desse conhecimento durante a formação docente. Observou-se que, embora os participantes do estudo já tenham cursado uma disciplina de introdução à química para professores do ensino básico, muitos ainda associam as mudanças no estado da matéria à mudança de composição ou de estrutura química em relação à questão (a) ou à alteração no tamanho, número ou volume das moléculas em relação à questão (b). Os resultados dessa pesquisa indicam que um número considerável de professores em formação tem concepções alternativas a respeito dos estados físicos da matéria – corroborando com estudos anteriores (SILVA et al., 2005, LEMMA, 2011; YAKMACI-GUZEL; ADADAN, 2013) - que parecem estar fundamentadas em conhecimentos adquiridos no cotidiano e experiências educacionais e sensoriais. Os autores ainda ressaltam

que, embora a água seja um exemplo recorrente para explicar os estados físicos da matéria, algumas concepções alternativas podem ter origem na generalização do comportamento anômalo dessa molécula (SENOCAK, 2009)

No artigo 3, do Carmo e Marcondes (2008) aplicaram uma proposta de ensino com estudantes de ensino médio a fim de construir uma visão microscópica de soluções, partindo do conceito de homogeneidade e refletindo sobre a interação soluto-solvente. Esta proposta vai de encontro às práticas pedagógicas habituais voltadas aos aspectos quantitativos, uma vez que a compreensão dos aspectos qualitativos é dificultada devido “aos conceitos prévios não articulados pelo aluno, à ausência de uma visão microscópica por parte do professor e ao emprego de um material didático que valorize aspectos quantitativos” (CARMO, MARCONDES, 2008, p. 37). Foram estudados o entendimento de expressões e representações relacionados ao tema solução de alunos dos 2º e 3º ano do Ensino Médio (101 indivíduos). Observa-se que os estados de agregação da matéria estavam presentes mais expressivamente no momento da proposta de ensino onde se realizou a identificação dos componentes das misturas (soluto e solvente) e discutiu-se a existência de soluções em diferentes estados físicos. Anteriormente, 65 % dos alunos haviam manifestado a ideia de que toda a solução exigia a participação de um líquido. Do Carmo e Marcondes (2008) concluíram que “pode-se considerar que os estudantes fornecem explicações macroscópicas aos conceitos relacionados às soluções, influenciados pelos aspectos observáveis e pelas experiências que vivenciam em seu cotidiano” (CARMO, MARCONDES, 2008, p. 41). Portanto, a ancoragem no concreto permitiu que os estudantes transitassem de um nível menos complexo (macroscópica) para uma visão microscópica do processo de dissolução (CARMO, MARCONDES, 2008). Embora esse estudo abordasse os estados de agregação de forma indireta, as observações realizadas enfatizam os trabalhos sobre este conteúdo, como o artigo 1 dessa revisão sistemática (YAKMACI-GUZEL; ADADAN, 2013)

No artigo 4, Gibin e Ferreira (2013) utilizaram imagens como recurso auxiliar no ensino de conceitos químicos; pois segundo os autores “o uso de ilustrações adequadas facilita a compreensão de textos e melhora a memorização, especialmente a de longo prazo.[...] As imagens provocam reações afetivas e são mais atraentes do que as palavras.”(GIBIN; FERREIRA, 2013, p.20) Embora as imagens sejam um recurso didático valioso principalmente para a visualização dos fenômenos microscópicos; os autores ressaltam que elas não são autoexplicativa, sendo importante relacioná-las com textos ou explicações mediadas pelo docente. Os autores produziram um banco de imagens para serem utilizadas durante aulas de química (por transparências) tanto no ensino médio como superior. Para cada conceito, foram

feitas representações nos níveis macroscópico, submicroscópico e simbólico segundo Johnstone (1993) que foram utilizadas em turmas de 3º ano do Ensino Médio como recurso didático complementar. Os estados físicos da matéria foram escolhidos para serem representados, no entanto os resultados dessa prática específica não são apresentados no trabalho. As hipóteses que suportavam a ideia do uso de imagens ficaram mais evidentes a partir dos resultados do pré-teste, onde se verificou

Em relação ao fato de os alunos gostarem ou não de química, mais da metade (67,6%) afirmou que não gosta, e o principal motivo alegado foi a dificuldade de compreensão (64,9% do total). É possível que muitas dessas dificuldades estejam relacionadas à falta de estabelecimento de relações entre os níveis do conhecimento químico como afirmam alguns pesquisadores. (GIBIN; FERREIRA, 2013, p. 23)

A aula sobre o tema ácido-base foi aplicada para avaliar a metodologia e obteve-se uma resposta positiva à medida que 85 % dos estudantes considerou que as imagens auxiliaram na compreensão do conteúdo e quase 90 % afirmaram que “o uso de transparências que inter-relacionam os níveis macroscópico, submicroscópico e simbólico do conhecimento químico pode ajudar na compreensão de outros temas da química.”(GIBIN; FERREIRA, 2013, p. 25) De modo geral, essa ferramenta didática associada às explicações da professora auxiliou no processo de compreensão dos fenômenos químicos não observáveis, tornando a aula mais dinâmica. Essa conclusão obtida pelos autores reforça a necessidade de associar os níveis submicroscópico e simbólico ao nível macroscópico (observável), que compõe um ensino de ciências mais completo (JOHNSTONE, 2000).

Por fim, o artigo 5 de Dial e colaboradores discute sobre a pobre compreensão de conceitos científicos devido a duas explicações: (a) as concepções alternativas estão profundamente enraizadas e são utilizadas continuamente e (b) as instruções tradicionais escolares (leituras, demonstrações, responder questões) não são suficientes para os estudantes abandonarem as concepções alternativas e adotar explicações científicas (DIAL et al., 2009). A dificuldade de modificar as concepções alternativas e formas de fazê-lo já vêm sendo discutidas por outros autores (TABER, 2002, GARNETT, P. J.; GARNETT, P. J.; HACKLING, M. W., 1995). Em relação às concepções alternativas relacionadas aos estados físicos, Dial e colaboradores (2009) afirmam que

A lei de conservação de massa pode ser contra intuitiva para a maioria dos estudantes, porque eles normalmente pensam que a massa da substância está relacionada ao seu estado físico. Como resultado, os estudantes podem se segurar a um número de conceitos alternativos relacionados a esse conceito, incluindo, por exemplo, a crença de que gás não tem massa, que sólidos tem massa maior que líquidos, ou que a matéria (como o sal) é destruída quando dissolvida. Essas concepções alternativas podem impedir a habilidade estudantil de entender a ciência física em nível conceitual, porque essa lei

serve de pilar para outros tópicos importantes, como as reações químicas e estequiometria (DIAL et al., 2009, p. 54).

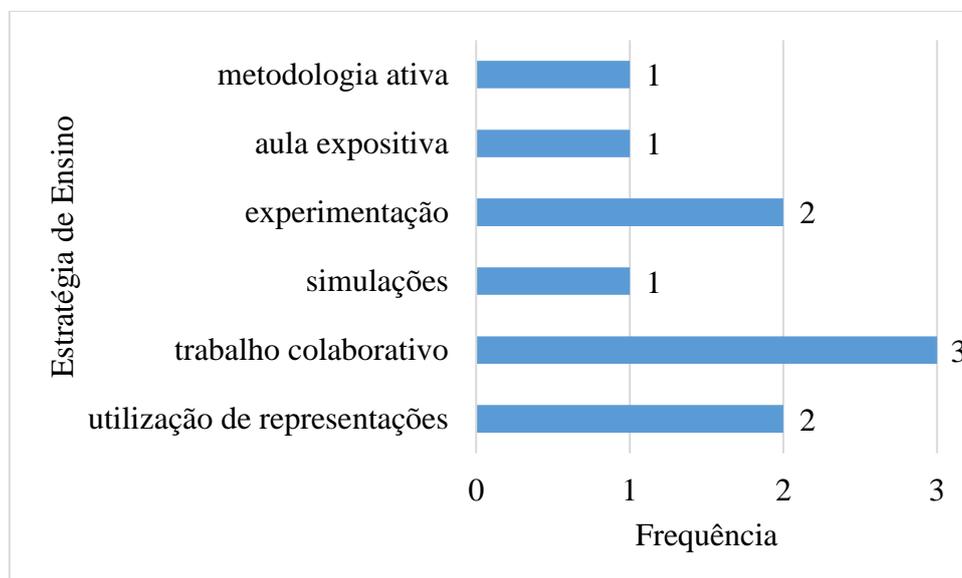
Tendo em vista a importância da compreensão científica da lei de conservação de massa, os autores propuseram um método para o ensino desse tópico em sala de aula como parte de uma *lesson study*. Em uma *lesson study* (Estudo de aula, tradução livre) há vários ciclos que envolvem as etapas do processo: planejamento, ensino, observação, análise e refinamento da aula. Foi escolhida a metodologia ativa P.O.E. (Predizer, observar e explicar) por ser uma técnica potencial para elucidar as concepções alternativas, permitir aos estudantes identificar sua inadequação e apresentar uma nova explicação suportada por evidências. Nesse trabalho, uma etapa extra de explicação por escrito foi inserida entre predizer e observar a fim de melhorar a identificação das concepções alternativas. Foram preparados experimentos com reações químicas produzindo gás ou precipitado, cuja massa dos reagentes e produtos foi medida utilizando uma balança. Primeiramente, o instrutor descreveu o que ele faria durante a demonstração e os alunos receberam um questionário com a reação era descrita para fazer as predições e explicações sobre o experimento. É importante salientar aos alunos que estes não serão avaliados ou julgados pelas predições para que se sintam confortáveis em fazerem suposições e também que podem conversar com seus pares. Na sequência, o experimento é realizado pelo professor de forma demonstrativa, cuidando para envolver os alunos nessa etapa, e, então, as observações são anotadas no questionário. Na etapa de explicação, o professor ajuda os alunos a explicar as observações que realizaram durante a demonstração, focando as discussões primeiramente nas predições incorretas e justificando-as e, então, nas predições corretas com explicações insuficientes. As concepções alternativas identificadas por Dial e colaboradores (2009) podem ser enumeradas:

- a) A massa da substância depende do estado físico em que se encontra, sendo que sólidos tem maior massa que líquidos e líquidos, maior massa que gases;
- b) A massa é diretamente proporcional ao volume.

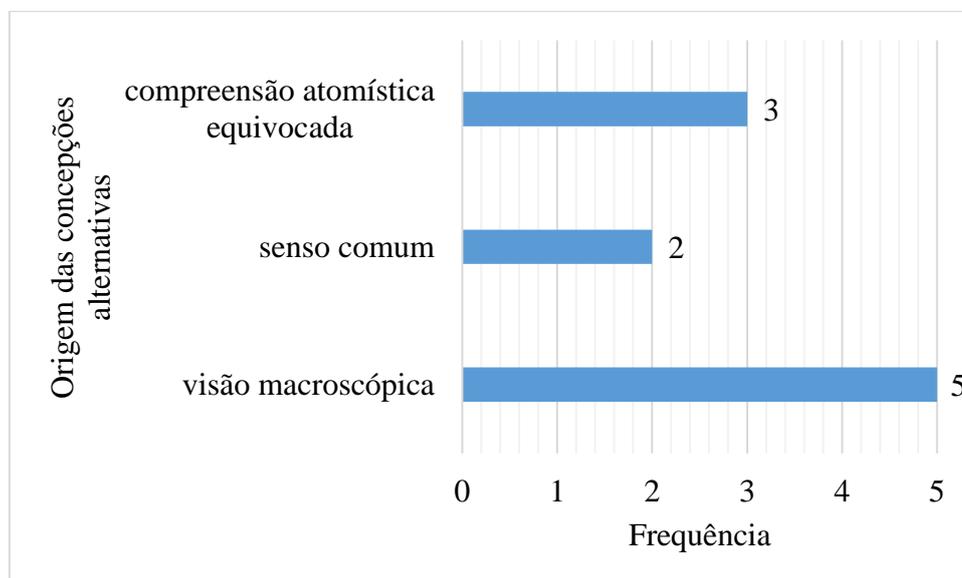
A codificação foi realizada pelo método de categorias: direcionamento, nível de ensino, estratégia de ensino e origem das concepções alternativas. Em relação a primeira categoria, essa revisão sistemática da literatura acerca do conteúdo estados de agregação da matéria encontrou seis trabalhos que abordavam o assunto pesquisado, sendo cinco com direcionamento empírico e um com direcionamento teórico, conforme a Tabela 4. Dois artigos (artigos 1 e 2) foram realizados em nível superior, enquanto os outros três artigos contemplaram o ensino médio (artigos 3-5), sendo que somente o artigo 5 também abrangeu os anos finais do ensino fundamental, de acordo com a Tabela 4. Em relação às estratégias de ensino e dificuldades

relatadas foram organizados gráficos usando como regra de enumeração a frequência de aparição, apresentados nas Figuras 5 e 6, respectivamente.

**Figura 5.** Estratégias de ensino e respectiva frequência observada nos artigos da revisão sistemática.



**Figura 6.** Origem das concepções alternativas reportadas nos artigos da revisão sistemática e respectivas frequências.



Em relação às estratégias de ensino, pode-se destacar que as mais frequentes foram utilizando representações, experimentação e trabalho colaborativo. Dois artigos utilizaram representações (artigos 1 e 4) como imagens, modelos com clips de papel, massinha de modelar,

entre outros. Três estudos optaram por trabalho colaborativo (artigos 1, 3 e 5) onde se abrange discussões entre os pares e em grupos mediadas pelo docente e dois artigos apresentaram experimentação de forma demonstrativa (artigos 3 e 5). Outras abordagens incluem uso de simulações (artigo 1), aula expositiva (artigo 4) e utilização de metodologia ativa (artigo 5).

Por fim, foram avaliadas as origens das concepções alternativas reportadas pelos autores. Três autores reportaram concepções atomísticas equivocadas dos alunos (artigos 1, 3 e 5), onde os estudantes confundem propriedades como o volume, número e tamanho dos átomos/moléculas com a mudança de estado físico e também têm uma visão contínua da matéria. Os artigos 1 e 2 também apresentaram explicações baseadas no senso comum, relatos do cotidiano e em substâncias usuais e anômalas, como a água. Todos os autores convergem para as concepções alternativas fundamentadas principalmente em explicações macroscópicas em relação às dificuldades relatadas e, por isso, vários desses estudos tiveram como objetivo uma abordagem que incluísse o submicroscópio ou submicroscópio e simbólico. Por isso, a compreensão dos estados de agregação em nível submicroscópico (JOHNSTONE, 1993; JOHNSTONE, 2000) é essencial para uma compreensão mais científica e ainda se apresenta como um conteúdo interessante para aplicação de novas estratégias visando a aprendizagem significativa.

## 6.2 ELABORAÇÃO DA PROPOSTA DIDÁTICA

A seguir estão descritas as etapas da UEPS cuja sequência está de acordo com o proposto por Moreira (2011). Na primeira etapa serão realizadas a apresentação da UEPS seguida da situação inicial, ambas têm o objetivo de explorar os conhecimentos prévios dos alunos.

Na *Apresentação da UEPS*, será aplicado um questionário investigativo com o objetivo de identificar os conhecimentos prévios dos alunos, coletando informações sobre o interesse, experiências, relação e conhecimentos dos alunos a respeito do organizador prévio: dança. De acordo com a Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel, a ancoragem de novos conhecimentos em subsunçores facilita a aprendizagem significativa (AUSUBEL, 2003). Por isso, os dados coletados devem ser posteriormente avaliados para serem considerados em etapas posteriores como, por exemplo, contemplar estilos musicais de preferência dos alunos. Na Tabela 5, estão apresentadas sugestões para o questionário inicial.

**Tabela 5.** Questionário investigativo inicial da UEPS.

<b>Questionário inicial</b>	
1. Com que frequência você ouve música:	( ) sempre    ( ) frequentemente    ( ) algumas vezes    ( ) raramente    ( ) nunca
2. Com que frequência você dança enquanto ouve música:	( ) sempre    ( ) frequentemente    ( ) algumas vezes    ( ) raramente    ( ) nunca
3. Você costuma sair com amigos/familiares para dançar?	( ) sempre    ( ) frequentemente    ( ) algumas vezes    ( ) raramente    ( ) nunca
4. Quais são os seus estilos musicais de preferência? [descritivo]	
5. Sobre a afirmação “Pessoas surdas também ouvem música e dançam”, você	( ) concorda totalmente    ( ) concorda parcialmente    ( ) discorda totalmente
6. Sobre a afirmação “Há músicas que não são para dançar”, você	( ) concorda totalmente    ( ) concorda parcialmente    ( ) discorda totalmente
7. Sobre a afirmação você “Todos os estilos musicais correspondem ao mesmo movimento de dança”,	( ) concorda totalmente    ( ) concorda parcialmente    ( ) discorda totalmente
8. Sobre a afirmação “O movimento está presente nas coisas macroscópicas e microscópicas.”, você	( ) concorda totalmente    ( ) concorda parcialmente    ( ) discorda totalmente
9. Na sua opinião, o que a dança tem a ver com a química? [descritivo]	

Na *Situação Inicial* se apresenta um problema que introduza o organizador prévio de forma ampla/ geral a fim de explorar de forma mais aprofundada os conhecimentos e sensações acerca da dança. A exposição de fotos de pessoas dançando tem o objetivo de instigar o debate sobre sentimento que as imagens remetem, estilos musicais e o movimento. Podem ser selecionadas fotos no próprio Google imagens considerando os estilos e a rotina musical dos alunos, de acordo com o questionário inicial. As fotos podem ser apresentadas em forma impressa ou em slides, de acordo com a disponibilidade no ambiente escolar.

Em um primeiro momento é interessante avaliar cada uma das imagens separadamente, conversar sobre o movimento dos corpos, estilos musicais que podem se adequar à imagem, emoções que as imagens provocam, entre outros assuntos de interesse dos discentes e docente. Para essa etapa é importante selecionar fotos que remetam a danças com mais movimento e com menos movimento. Por fim, colocam-se as fotos lado a lado para se realizar um comparativo entre as diferentes imagens. Na Figura 7 apresenta-se um exemplo da coletânea de imagens que poderá ser utilizada nessa etapa.

**Figura 7.** Imagens de pessoas dançando diferentes estilos musicais.



Para esse momento, a imagem foi escolhida como recurso didático. Nessa foto, por exemplo, os estilos de dança retratados são: balé clássico, dança negra, dança clássica de salão, hip hop, dança do ventre e dança sênior. Através dessas imagens também gostaríamos de estimular o reconhecimento de diferentes corpos e, em razão disso, procuramos retratar pessoas negras e brancas, magras e gordas, pessoas com deficiência e de diferentes idades. Além disso, também nos preocupamos em trazer referências do cotidiano dos alunos que podem derivar das respostas ao questionário ou outras fontes, como por exemplo a imagem do seriado *Bridgerton*. *Bridgerton* é uma série de televisão americana inspirada na coleção de livros de mesmo nome escritos por Julia Quinn e que estreou na Netflix em dezembro de 2020, alcançando recorde de audiência no primeiro mês.

A segunda etapa compreende a situação-problema inicial e o respectivo aprofundamento de conteúdo sobre os estados de agregação da matéria clássicos. Anteriormente a introdução do conteúdo, será explorado o organizador prévio dança na situação-problema inicial cujo objetivo é apresentar um problema que prepare o aluno para a introdução do conteúdo científico durante o aprofundamento.

No *Situação-Problema Inicial*, os alunos lerão o texto “Você conhece a balada exclusiva para surdos?” (disponível em: <https://egaliterhe.wordpress.com/2012/04/17/voce-conhece-a-balada-exclusiva-para-surdos/>) sobre festas organizadas por e para pessoas surdas em duplas ou trios (Tabela 6). A ideia dessa atividade é demonstrar que a música, além de ouvida, também pode

ser sentida. Tendo em vista que diferentes energias de vibração caracterizam diferentes ritmos da dança, também se procura identificar se os alunos conseguem associar a energia ao movimento das pessoas. A partir da atividade com o texto, será realizada uma pequena discussão sobre a energia e o movimento das pessoas a fim de expandir essa compreensão.

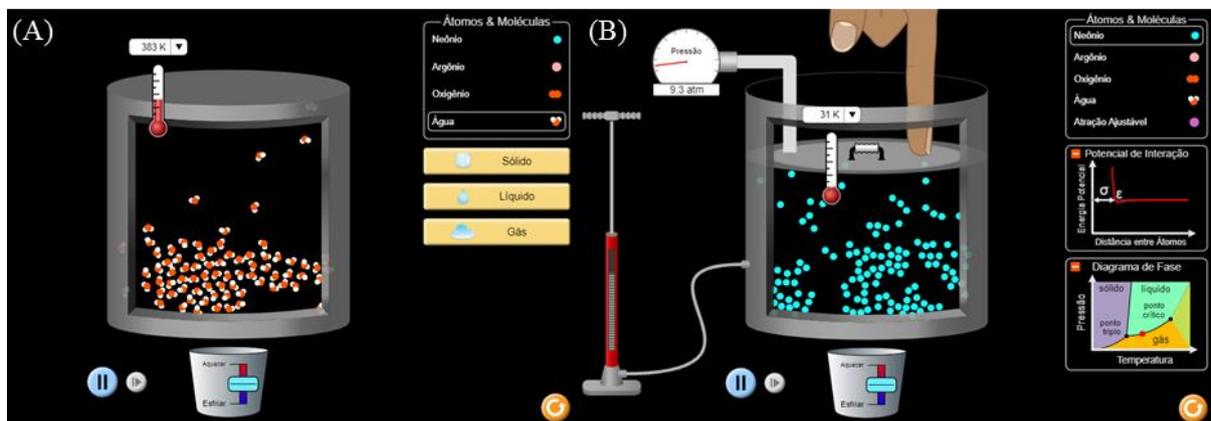
**Tabela 6.** Texto e atividade para situação-problema inicial.

<b>Você conhece a balada exclusiva para surdos?</b>
<p>“Quem disse que surdo também não pode aproveitar uma noite? Curtir o som da balada e entrar no clima festeiro são sensações que, com o avanço das tecnologias, as pessoas com deficiência auditiva também têm o prazer de sentir. Em setembro do ano passado ocorreu a Sencity Club no Brasil, uma balada holandesa exclusiva para surdos que tem passado por diversos países. O diferencial? Está no piso que vibra juntamente com a frequência do som, nos VJs e dançarinos que interpretam em Libras, no aroma do ambiente (pois há equipamentos que emitem cheiros) e na vibração que há na música.</p> <p>Na companhia de bons amigos e drinks, a balada não tem como ser ruim. Além do mais, é de extrema importância e positividade, sabermos que a inclusão social também está presente na vida noturna das pessoas. Certamente existem outras noites para surdos, e, inclusive as festas normais nas quais estes marcam presença com frequência. Mas o que destacamos aqui são as baladas exclusivas, com diversos detalhes apenas para os surdos.”</p> <p>Atividade: A música é percebida pelas pessoas surdas através de diferentes frequências sonoras que vibram o chão. Como você descreveria em termos científicos essa percepção? Dê exemplos.</p>

Então, será realizado o *Aprofundamento do Conteúdo* estados de agregação da matéria (sólido, líquido e gasoso), iniciando com a utilização do simulador e fazendo um fechamento com aula expositiva. A relação entre a dança e o conteúdo científica será realizada a partir da energia cinética que está presente tanto na dança, no movimento de diferentes ritmos, como nas moléculas em um crescente do estado sólido ao gasoso. Dessa forma, também pretende-se evitar a formação de concepções alternativas partindo da construção do conhecimento pela perspectiva submicroscópica. Como a má compreensão da representação submicroscópica é normalmente uma fonte de concepções alternativas, como observado na revisão sistemática, será utilizado o simulador computacional “Estados da matéria: básico” (Figura 8) da plataforma

PhET Interactive Simulations (disponível em [https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/simulation/states-of-matter-basics](https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/states-of-matter-basics)).

**Figura 8.** Imagem ilustrativa do simulador “Estados da matéria: básico” nas abas estados (A) e mudança de fase (B) disponível na plataforma *PhET Interactive Simulations*.



Fonte: [https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/simulation/states-of-matter-basics](https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/states-of-matter-basics)

Se os alunos tiverem acesso a computadores e internet, sugere-se que essa atividade seja realizada em duplas ou trios; se não houver a possibilidade de realização dessa atividade de forma autônoma, o discente pode projetar as simulações para todos. Para iniciar, pode-se encorajar os alunos a explorarem o simulador sozinhos para identificarem as diferentes funções disponíveis no simulador e, posteriormente, revisar com a turma todas as possibilidades. Nesse momento, a metodologia Predizer, Observar, Explicar (P.O.E.) é uma excelente estratégia para a aprendizagem dos estados da matéria, como demonstram trabalhos da literatura (DIAL et al., 2009; LIEW; TREAGUST, 1995). Os objetivos de cada etapa da P.O.E. e instruções utilizando o simulador escolhidos estão enumerados a seguir:

- a) Predizer: objetiva promover o conflito cognitivo e também verificar conhecimentos prévios, concepções alternativas e organização das ideias dos alunos.

Atividade: Utilizando a aba estados, preveja o que irá acontecer com as moléculas quando aumentarmos a temperatura do sistema. Explique os motivos da sua previsão.

- b) Observar: Permite a execução da atividade pelo estudante e inicia uma análise crítica em relação ao que foi previsto.

Atividade: O que aconteceu quando se aumentou a temperatura do sistema? Explique a razão ou razões para sua observação.

- c) Explicação: Nessa etapa os estudantes devem explicar as diferenças entre o que foi previsto e observado, finalizando o conflito cognitivo.

Atividade: Agora compare as suas previsões com o observado no experimento computacional. Elas estão em acordo ou desacordo? Explique a razão.

É recomendado que os alunos anotem suas respostas e justificativas de cada etapa a fim de compor a avaliação formativa e direcionar a professora na aula expositiva, que visa fazer uma síntese sobre os estados de agregação relacionando a energia cinética dos estados com o organizador prévio (dança). Estes serão conceituados tanto no sentido macroscópico (aparência, volume, forma, exemplos) como no sentido submicroscópico (distância, ordenamento, interações e forças entre átomos/moléculas, energia cinética e mobilidade). Alguma explicação que possa ter ficado confusa na etapa da explicação deve ser retomada também nesse momento.

A seguir abordaremos outro conteúdo relacionado aos estados de agregação da matéria com nível de complexidade maior que na situação-problema inicial, respeitando a diferenciação progressiva. A *Nova Situação-Problema* está voltada para a mudança de estado de agregação de substâncias puras e misturas. Inicialmente será utilizado vídeo como recurso audiovisual contemplando o organizador prévio dança e, então, será realizado o aprofundamento do conteúdo de forma teórica.

Continuando com o organizador prévio dança, será assistido o vídeo “Encontro se transforma em pista para receber a Festa do Silêncio” (disponível em <https://globoplay.globo.com/v/3164045/>) que foi um trecho do programa Encontro com Fátima Bernardes de 21 de fevereiro de 2014. Este vídeo será discutido conjuntamente pela turma a respeito das impressões e sentimentos em relação a esse tipo de festa, que dança eles esperam encontrar e como a dança diferencia grupos de pessoas nesse ambiente. Nesse momento pode-se utilizar o método *brainstorming*, anotando no quadro as diferentes ideias que os alunos tiveram a respeito do vídeo. Essa metodologia foi escolhida para compor esse momento da UEPS, porque as sessões de *brainstorming* permitem expressar, refinar e organizar ideias de um número relativamente grande de pessoas. (RIZI et al., 2013)

**Figura 9.** Imagem ilustrativa do vídeo “Encontro se transforma em pista para receber a Festa do Silêncio”.



Após a discussão sobre o vídeo (Figura 9), será realizado o *Aprofundamento do Conteúdo* por meio de uma breve aula expositiva utilizando slides sobre as diferenças na mudança de estado físico de substâncias puras e misturas. Esse conteúdo será trabalhando considerando tanto aspecto macroscópico como microscópico e também gráfico. Uma questão que pode gerar dúvidas para os alunos é: Por que as substâncias puras mantêm a temperatura na mudança de fase e as misturas variam? Nesse caso, o vídeo pode ajudar fazendo uma analogia entre as moléculas e as pessoas. Deve-se ter cuidado para fazer a associação com o organizador prévio, mas aprofundar o conteúdo cientificamente. Por exemplo, pode-se exemplificar que moléculas da mesma substância são pessoas que ouvem um mesmo canal de música (rock, por exemplo) e estas vão trocar a música com o mesmo ritmo (energia), porém vale ressaltar que da visão molecular é sempre necessário fornecer mais energia para que todas as moléculas completem a transição de fase e que a ordem das moléculas é randômica.

Na quarta etapa ocorrerá a *Aula Integradora Final* onde se objetiva a reconciliação integrativa. Nesse momento se realiza uma síntese dos organizadores prévios (dança na festa para surdos e festa do silêncio) e os conteúdos e modelos científicos sobre estados de agregação da matéria trabalhados nesse UEPS. Além de retomar os assuntos estudados, também se dispõe de tempo e espaço para conversar sobre dúvidas remanescentes.

Então, será realizada a *Avaliação Somativa Individual* com o objetivo de observar a compreensão do conhecimento científico de forma individual e, por isso, sugere-se que seja realizada uma avaliação do tipo teste sem consulta em material de apoio com exercícios elaborados pelo docente ou de processos seletivos, por exemplo do vestibular da UFRGS. Na figura 10, apresenta-se um exemplo de questão conceitual sobre o conteúdo trabalhado.

**Figura 10.** Exemplo de questão sobre estados de agregação para utilizar na avaliação somativa individual.

**2019/26.** A água é uma das raras substâncias que se pode encontrar, na natureza, em três estados de agregação. O quadro abaixo mostra algumas características dos diferentes estados de agregação da matéria.

Propriedade	Sólido	Líquido	Gasoso
Fluidez	Não fluido	Fluido	I
Mobilidade molecular	Quase nula	II	Grande
Foras de interação	Fortes	III	Fracas

Assinale a alternativa que preenche corretamente as lacunas do quadro acima, indicadas com I, II e III, respectivamente.

- (A) Não fluido – Pequena – Moderadamente fortes
- (B) Não fluido – Grande – Fracas
- (C) Fluido – Pequena – Moderadamente fortes
- (D) Fluido – Grande – Fracas
- (E) Fluido – Quase nula – Muito fortes

A *Avaliação da UEPS* pelos alunos será realizada por meio da aplicação de um questionário onde se visa entender a relação dos alunos com a estratégia de ensino aplicada. Pode-se utilizar questões tanto com a escala Likert (discordo totalmente até concordo totalmente) como discursivas.

A etapa de *Avaliação de Aprendizagem da UEPS* será composta por todas as avaliações formativas, a avaliação somativa, anotações do docente e o *feedback* dos alunos em relação a avaliação da UEPS. Indica-se nessa etapa também realizar um mapa conceitual, de maneira a complementar as avaliações formativas, onde os alunos em duplas ou trios poderão expor todos os conhecimentos adquiridos. A atividade colaborativa nessa etapa é importante também como forma de maximizar o ensino no processo de ensino/aprendizagem com os pares. O mapa conceitual é uma ferramenta que permite identificar evidências de aprendizagem significativa a partir da exposição de conceitos e relações entre esses conceitos ali expostos. Segundo (CONCEIÇÃO; CORREIA, 2020),

A necessidade de usar proposições (conceito inicial – termo de ligação → conceito final) para expressar claramente a relação entre os conceitos torna os mapas conceituais uma opção interessante para revelar a estrutura do conhecimento conceitual presente nos modelos mentais idiossincráticos dos alunos. Por esse motivo, os mapas conceituais são poderosas ferramentas para avaliação do conhecimento conceitual (CONCEIÇÃO; CORREIA, 2020, p. 2).

Os mapas conceituais podem ser realizados em papel, utilizando *post it*, ou em softwares específicos, como o MindMeister. Para isso, definiu-se a pergunta focal: Quais as diferenças entre os estados de agregação sólido, líquido e gasoso? Os alunos terão a liberdade de escolher quantos e quais conceitos e proposições irão utilizar no mapa conceitual.

## 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nesse trabalho foi realizada uma revisão sistemática da literatura na plataforma ERIC e na revista Química Nova na Escola a fim de compreender como o conteúdo estados de agregação da matéria vêm sendo empregado no ensino de química. Foram encontrados cinco artigos científicos que tratavam sobre estratégias e/ou dificuldades no ensino de estados de agregação, demonstrando a necessidade de mais estudos sobre esse tema. Todos os artigos encontrados sugeriram que os alunos possuem uma visão macroscópica dos estados de agregação, levando às concepções alternativas desse e de outros conceitos relacionados à química. Nesse sentido, o desenvolvimento de uma nova estratégia para o ensino de estados de agregação se mostra necessária.

Adicionalmente, foi proposta uma estratégia de ensino baseada na Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel utilizando a dança como organizador prévio para uma aprendizagem significativa dos estados de agregação da matéria. A Unidade de Ensino Potencialmente Significativa foi elaborada em cinco etapas respeitando os passos sugeridos por Moreira. Foram inseridos diferentes recursos didáticos a fim de enriquecer a proposta de ensino-aprendizagem, incluindo imagens, textos, vídeos, aulas expositivas e colaborativas e metodologia P.O.E.. Espera-se que a aprendizagem significativa se evidencie nas avaliações formativas (composta pelas situações-problema, respostas do P.O.E., *brainstorm*, mapa conceitual, entre outras atividades), avaliação somativa tipo teste, avaliação da própria UEPS através de questionário e pelas anotações do docente.

Portanto, espera-se que a utilização de uma estratégia de aprendizagem significativa possa contribuir para a motivação e, conseqüentemente, para o aprendizado da temática e dos conceitos envolvendo estados de agregação da matéria. Nesse trabalho, a dança foi utilizada como organizador prévio para ancorar os novos conhecimentos e também para fomentar o interesse dos alunos, não sendo encontrados trabalhos semelhantes que utilizem essa temática como organizador prévio no ensino de ciências/química. Espera-se que tal propostas seja uma contribuição para os professores que desejarem adotar essa estratégia tanto para o ensino de estados de agregação como de diversos conteúdos, utilizando outras temáticas.

## REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, F. M.; LOPES, B.; CRAVINO, J.; SOARES, A. Estados físicos da matéria. Simulações computacionais no 5º ano de escolaridade. **Comunicações**, v. 24, n. 1, p. 43-54, 2017.
- ATKINS, P., PAULA, J. DE. **Físico-química**. 8ª ed., v. 1. Rio de Janeiro: LTC. 2010. 589 p.
- ATKINS, P., JONES, L. **Princípios de química**: questionando a vida moderna e o meio ambiente. 3ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2006. 965 p.
- AUSUBEL, D. P. **Aquisição e retenção de conhecimentos**: uma perspectiva cognitiva. 1ª ed. Lisboa: Plátano, 2003. 226 p.
- BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. 1ª ed. São Paulo: Edições 70, 2016. 288 p.
- BORTOLI, L. DE; MESQUITA, A.; SPÍNDOLA, M. M. Uma experiência didática com unidades de ensino potencialmente significativas para o tópico radiações ionizantes. **Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista**, v. 9, n. 3, p. 77-92, 2019.
- CARMO, M. P. DO; MARCONDES, M. E. R. Abordando soluções em sala de aula—uma experiência de ensino a partir das ideias dos alunos. **Química Nova na Escola**, v. 28, p. 37-41, 2008.
- CONCEIÇÃO, A. N.; CORREIA, P. R. M. Por que definir a pergunta focal dos mapas conceituais é importante? A identificação de mapas superficiais sem erros conceituais. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 25, n. 3, p. 471-486, 2020.
- DHAR, D. States of matter. **Resonance**, v. 15, n. 6, p. 514-525, 2010.
- DIAL, K.; RIDDLEY, D.; WILLIAMS, K.; SAMPSON, V. Addressing Misconceptions. **The Science Teacher**, v. 76, n. 7, p. 54-57, 2009.
- FELTRE, R. **Química Geral**. 6ª ed., v. 1, São Paulo: Moderna. 2004. 384 p.
- FONSECA, S. G. G.; BARBOSA JÚNIOR, A. DOS D.; MACHADO, D. M.; COSTA, W. C. L. DA; BARROS, D. M. M.; SOUZA, F. B. E; ARAÚJO, T. V. M. Ensino de ciências por meio da utilização de software: Uma estratégia didática auxiliadora no processo de ensino e aprendizagem. In MACHADO, F. S.; MOURA, A. S. DE. **Educação, Meio Ambiente e Território**, 1ª ed. Ponta Grossa: Atena Editora, 2019. Cap. 15, p. 125-241.
- FREITAS, S. DOS A.; ANDRADE NETO, A. S. A utilização do jogo Angry Birds Space na aprendizagem de conceitos de lançamento de projéteis e de gravidade no ensino fundamental: uma proposta de unidade de ensino potencialmente significativa. **Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Matemática**, Passo Fundo, v. 1, n. 2, p. 214-225, 2018.
- GARNETT, PATRICK J.; GARNETT, PAMELA J.; HACKLING, M. W. Students' Alternative Conceptions in Chemistry: A Review of Research and Implications for Teaching and Learning. **Studies in Science Education**, v. 25, n. 1, p. 69-96, 1995.
- GIBBS, G. **Análise de dados qualitativos**: coleção pesquisa qualitativa. 1ª ed. Bookman. 2009. 198 p.
- GIBIN, G. B.; FERREIRA, L. H. Avaliação dos estudantes sobre o uso de imagens como recurso auxiliar no ensino de conceitos químicos. **Química Nova na Escola**, v. 35, n. 1, p. 19-26, 2013.
- GOMES, A. T.; GARCIA, I. K. Simulação computacional na realidade da EJA: uma intervenção relacionada com os estados físicos da matéria. In 34º ENCONTRO DE DEBATES SOBRE O ENSINO DE QUÍMICA (EDEQ), 2014, Santa Cruz do Sul. p. 642-649.
- HAUPT, F. T.; RAUPP, D. T.; PASSOS, C. G.; PAZINATO, M. S. O uso de organizadores prévios como estratégia para o ensino de reagente limitante em estequiometria: um relato de experiência do estágio docente. In 39º ENCONTRO DE DEBATES SOBRE O ENSINO DE QUÍMICA (EDEQ), 2019.

- JOHNSTONE, A. H. The development of chemistry teaching: A changing response to changing demand. **Journal of Chemical Education**, v. 70, n. 9, p. 701-705, 1993.
- JOHNSTONE, A. H. Teaching of chemistry - logical or psychological? **Chemistry Education Research and Practice in Europe**, v. 1, n. 1, p. 9-15, 2000.
- KONFLANZ, G. M.; MARTINS, M. M., MENEGAIS, D. A. F. N.; FERREIRA, V. L. D. Unidade de Ensino Potencialmente Significativa mediada pelas Tecnologias de Informação e Comunicação para o ensino de Séries de Fourier. **Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Matemática**, Passo Fundo, v. 2, n. 2, p. 446-468, 2019.
- KORNOWSKI, J.; MUMBACH, D. H.; UHMANN, R. I. M.; SANTOS, E. G. DOS. Uma experimentação sobre estados físicos da matéria: contribuições da inserção à docência. **CCNExt-Revista de Extensão**, Santa Maria, v. 3, n. Ed. Especial, p. 537-541, 2016.
- LEMMA, A. A diagnostic assessment of eighth grade students' and their teachers' misconceptions about basic chemical concepts. **African Journal of Chemical Education**, v. 3, n. 1, p. 39-59, 2013.
- LERMAN, Z. M. Using the Arts To Make Chemistry Accessible to Everybody. 2002 James Flack Norris Award, sponsored by ACS Northeast Section. **Journal of Chemical Education**, v. 80, n. 11, p. 1234-1242, 2003.
- LIEW, C. W.; TREAGUST, D. F. A predict-observe-explain teaching sequence for learning about students' understanding of heat and expansion of liquids. **Australian Science Teachers' Journal**, v. 41, n. 1, p. 68-71, 1995.
- MILARÉ, T.; ALVES FILHO, J. DO P. A Química disciplinar em ciências do 9º Ano. **Química Nova na Escola**, v. 32, n. 1, p. 43-52, 2010.
- MOREIRA, M. A. Unidades de enseñanza potencialmente significativas–UEPS. **Aprendizagem Significativa em Revista/Meaningful Learning Review**, v. 1, n. 2, p. 43-63, 2011.
- MORTIMER, E. F. Concepções atomistas dos estudantes. **Química Nova Na Escola**, n.1, p 23-26, 1995.
- RAMOS, A. DE F.; SERRANO, A. Uma proposta para o ensino de estereoquímica cis/trans a partir de uma unidade de ensino potencialmente significativa (UEPS) e do uso de modelagem molecular. **Experiências em Ensino de Ciências**, São Paulo, v. 10, n. 3, p. 94-106, 2015.
- REPPOLD, D. P.; RAUPP, D. T.; PAZINATO, M. S. A temática automedicação na abordagem do conteúdo de funções orgânicas: um relato de experiência do estágio de docência em Química. **Revista Insignare Scientia**, v. 4, n. 2, p. 97-109, 2021.
- RIZI, C. E.; NAJAFIPOUR, M.; HAGHANI, F.; DEHGHAN, S. The effect of the using the brainstorming method on the academic achievement of students in grade five in Tehran elementary schools. **Procedia - Social and Behavioral Sciences**, v. 83, p. 230-233, 2013.
- ROCKENBACK, L. C.; RAUPP, D. T.; CAMPO, L. F.; REPPOLD, D. P. Estereoquímica em plantas medicinais: uma proposta de unidade de ensino potencialmente significativa para o ensino médio. **Revista de Produtos Educacionais e Pesquisas em Ensino**, v. 4, n. 1, p. 49-75, 2020.
- RODRIGUES, G. M.; FERREIRA, H. S. Elaboração e análise de Sequências de Ensino-Aprendizagem sobre os estados da matéria. In VIII ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, Campinas, 2011, n. 234-2.
- RODRIGUES, S. Dança e conhecimento: a capacidade humana de dançar em conexão com o conceito de conhecimento da dança. **O Percevejo Online**, v. 6, n. 1, p. 129-151, 2014.
- ROSA, C. T. W. DA; CAVALCANTI, J.; PEREZ, C. A. S. Unidade de ensino potencialmente significativa para a abordagem do sistema respiratório humano: estudo de caso. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, Ponta Grossa, v. 9, n. 3, p. 1-23, 2016.

- SAMPAIO, R. F.; MANCINI, M. C. Estudos de revisão sistemática: um guia para síntese criteriosa da evidência científica. **Revista Brasileira de Fisioterapia**, São Carlos, v. 11, n. 1, p. 83-89, 2007.
- SANTOS, A. V. DOS; GARCIA, G. B.; TUSSET, A. T. K; FRANZIN, R. DE F.; STRACKE, M. P.; GHISLENE, G. A.; GIRARDELLO, V. C. Unidade de Ensino Potencialmente Significativa por meio de experimentos com cinza de casca de arroz. **Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Matemática**, Passo Fundo, v. 2, n. 2, p. 431-445, 2019.
- SCHITTLER, D.; MOREIRA, M. A. Laser de rubi: uma abordagem baseada em unidades de ensino potencialmente significativas (UEPS). **Latin-American Journal of Physics Education**, v. 8, n. 2, p. 263-273, 2014.
- SENOCAK, E. Prospective primary school teachers' perceptions on boiling and freezing. **Australian Journal of Teacher Education**, v. 34, n. 4, p.27-38, 2009.
- SILVA, S. M. DA; MARQUES, P. L. F.; EICHLER, M. L.; SALGADO, T. D. M.; DEL PINO, J. C. Concepções alternativas de calouros de química para os estados de agregação da matéria, a solubilidade e a expansão térmica do ar. In: V ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 2005, Bauru.
- TABER, Keith. 2002. *Chemical misconceptions: prevention, diagnosis and cure*. Vol. 1: Royal Society of Chemistry.
- TAVARES, R. Aprendizagem significativa. **Revista conceitos**, v. 5, n. 10, p. 55, 2004.
- TAY, G. C.; EDWARDS, K. D. Dancechemistry: helping students visualize chemistry concepts through dance videos. **Journal of Chemical Education**, v. 92, p. 1956-1959, 2015
- TONELLI, L. G. G. **Uma proposta para a introdução dos plasmas no estudo dos estados físicos da matéria no Ensino Médio**. 2014. 99 f. Dissertação, (Mestrado Profissional em Ensino de Física) - UFRGS, Porto Alegre, 2014.
- YAKMACI-GUZEL, B.; ADADAN, E. Use of Multiple Representations in Developing Preservice Chemistry Teachers' Understanding of the Structure of Matter. **International Journal of Environmental and Science Education**, v. 8, n. 1, p. 109-130, 2013.