

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BÁSICAS DA SAÚDE  
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS “CIÊNCIA É 10!”

Ítalo Kenne Rakowski

**Percepção do processo fermentativo e potencial bioativo como antifúngico de condimentos com o uso do método científico por alunos do ensino fundamental**

Porto Alegre

2021

Ítalo Kenne Rakowski

**Percepção do processo fermentativo e potencial bioativo como antifúngico de condimentos com o uso do método científico por alunos do ensino fundamental**

Trabalho de conclusão de curso de especialização apresentado ao Instituto de Ciências Básicas da Saúde da Universidade Federal do Rio Grande do Sul como requisito parcial para a obtenção do título de Especialista em Ensino de Ciências.

Orientadora: Profa. Dra. Ionara Rodrigues Siqueira

Coorientadora: Dra. Caroline Tuchtenhagen Rockembach.

Porto Alegre

2021

## RESUMO

O conhecimento a respeito de microbiologia se mostra como muito importante por envolver várias questões relacionadas à manutenção da vida, além de estarem ligados intimamente com a saúde, bem-estar e alimentação humana. Entretanto, a população em geral tende a associar muito os microrganismos com as doenças e desconhecem muitos dos aspectos positivos relacionados. Há muito tempo informações falsas associadas com microrganismos são propagadas, como as notícias infundadas cientificamente pondo em dúvida a eficácia de vacinas, mas com o início da pandemia de COVID-19, a disseminação de *fake News* a respeito tornou o impacto negativo em potencial dessa prática muito mais evidente, principalmente por instigar a prescrição e automedicação de fármacos sem eficácia comprovada e, novamente, por desestimular a vacinação. A escola se mostra como um ótimo local para combater o desconhecimento e desinformações a respeito da microbiologia, mas muitos professores carecem de práticas dinâmicas e atraentes. Uma solução sugerida por muitos autores para esta questão é a utilização do método científico em atividades investigativas na escola, que tem o potencial de tornar o conhecimento científico mais tangível para os estudantes, além de trazer as habilidades necessárias para o reconhecimento de notícias infundadas. Desta forma, através deste projeto, os alunos do 9º ano da Escola Municipal de Ensino Fundamental Dom Pedro I utilizaram o método científico para realizar uma investigação acerca do processo de fermentação por *Saccharomyces cerevisiae*, mais especificamente da interferência de condimentos sobre a fermentação, relacionando estes conhecimentos com os saberes prévios dos estudantes. Os resultados mostraram um grande aproveitamento por parte dos estudantes de conceitos relacionados com a temática e a demonstração de vários indicadores ligados à alfabetização científica, representando alguns dos processos utilizados no método científico, como o trabalho com dados e conhecimentos prévios, elaboração de métodos, levantamento e teste de hipóteses e a construção de explicações para os fenômenos observados. Não foi possível observar a ação antifúngica relatada para alguns condimentos, possivelmente pela opção metodológica de usar altas concentrações de reagentes ou de não ser realizada a extração prévia dos compostos. Ainda assim, o teor pedagógico da prática demonstrou-se bastante válido, despertando a autonomia e o interesse dos estudantes para o assunto e um melhor entendimento do processo de criação do saber científico.

**Palavras-chave:** Método científico; Compostos bioativos, Ensino por investigação

Ver no abstract - de usar altas concentrações de reagentes = inglês

## ABSTRACT

Knowledge about microbiology is shown to be especially important as it involves several issues related to the maintenance of life, in addition to being linked to health, well-being and human nutrition. However, the general population tends to associate microorganisms with diseases and is unaware of many of the related positive aspects. False information associated with microorganisms has been spread for a long time, such as scientifically unfounded news casting doubt on the effectiveness of vaccines, but with the onset of the COVID-19 pandemic, the spread of fake News about it made the potential negative impact of this practice much more evident, mainly for instigating the prescription and self-medication of drugs without proven efficacy and, again, for discouraging vaccination. The school is a great place to fight the lack of knowledge and misinformation about microbiology, but many teachers lack dynamic and attractive practices. A solution suggested by many authors to this question is the use of the scientific method in investigative activities at school, which has the potential to make scientific knowledge more tangible for students, in addition to bringing the necessary skills to recognize unfounded news. Thus, through this project, 9th grade students of the Dom Pedro I Municipal Elementary School used the scientific method to investigate the process of fermentation by *Saccharomyces cerevisiae*, more specifically the interference of spices on fermentation, relating these information with the students' prior knowledge. The results showed significant use by students of concepts related to the subject and the demonstration of various indicators related to scientific literacy, representing some of the processes used in the scientific method, such as working with data and prior knowledge, elaboration of methods, survey and testing hypotheses and constructing explanations for the observed phenomena. It was not possible to observe the antifungal action reported for some spices, possibly due to the methodological option of using high concentrations of reagents or not performing the previous extraction of the compounds. Even so, the pedagogical content of the practice proved to be quite valid, awakening students' autonomy and interest in the subject and a better understanding of the process of creating scientific knowledge.

**Keywords:** Scientific method; Bioactive compounds, Teaching by investigation

## **SUMÁRIO**

<b>1. INTRODUÇÃO</b>	<b>6</b>
<b>2. OBJETIVOS</b>	<b>7</b>
2.1. Objetivos gerais	7
2.2. Objetivos específicos	7
<b>3. JUSTIFICATIVA</b>	<b>7</b>
<b>4. REFERENCIAL TEÓRICO</b>	<b>8</b>
<b>5. MÉTODOS</b>	<b>12</b>
5.1. Considerações éticas	14
<b>6. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b>	<b>15</b>
<b>7. CONCLUSÃO</b>	<b>22</b>
<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>23</b>
<b>APÊNDICES</b>	<b>27</b>

## 1. INTRODUÇÃO

Notícias enganosas sobre saúde não são novidade e circulam há vários anos. Entretanto, mais recentemente este tema se tornou mais preocupante pelo fato dessas comunicações terem alcançado uma disseminação exponencial devido às mídias sociais e o consequente impacto na disseminação de desinformação para a saúde da população. A falta de uma análise cuidadosa das informações pela população pode aumentar as chances de disseminação de ideias excessivas sobre um assunto ou fornecer soluções simples para problemas ainda não resolvidos cientificamente.

Desde o final do ano de 2019, com o início dos casos de infecções humanas pelo Sars-CoV-2, muitas notícias falsas sobre a Covid-19 começaram a ser disseminadas de maneira muito intensa pela população brasileira, envolvendo tratamentos caseiros, a forma de surgimento do vírus e sua disseminação, medicamentos sem eficácia e até mesmo informações colocando em dúvida a segurança e eficácia das vacinas que foram produzidas posteriormente. Várias dessas notícias, além de demonstrarem que a população em geral não confere a fonte das informações, mostram que há uma enorme carência de conhecimento sobre microbiologia básica.

Apesar de as escolas se mostrarem como ótimos locais de disseminação científica e combate a *fake news*, Cassanti et al. (2008) demonstram que o ensino de microbiologia nas escolas é bastante dificultado pelo fato de ser um conhecimento não visível diretamente pelos nossos sentidos e pela falta de estratégias de ensino mais envolventes e dinâmicas para os estudantes. Neste sentido, o uso do método científico e atividades investigativas na escola tem potencial para superação destes obstáculos e da abstração do tema e ainda auxilia na construção do conhecimento de como se faz ciência e como se reconhece uma notícia com informações suspeitas, além de combater a lacuna de conhecimento entre saber popular e saber científico.

Da mesma maneira que o restante do conhecimento sobre microrganismos, muitas vezes o processo de fermentação, tão presente no dia a dia e da produção de alimentos, por vezes até em ambiente domiciliar, não é relacionado a eles. Este processo, por sua inserção no cotidiano e conhecimento popular, apresenta-se inclusive como uma possibilidade para o ensino de microbiologia e para o uso da experimentação no ambiente escolar.

Desta forma, através deste projeto, os alunos do 9º ano da Escola Municipal de Ensino Fundamental Dom Pedro I utilizaram o método científico para realizar uma investigação acerca do processo de fermentação, mais especificamente da interferência de condimentos sobre a fermentação, relacionando estes conhecimentos com os saberes prévios dos estudantes.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. Objetivos gerais**

-Desenvolver nos estudantes, utilizando o método científico, o reconhecimento da existência de atividade biológica, especificamente ação antifúngica, de espécies vegetais usadas como condimentos.

### **2.2. Objetivos específicos**

Propiciar aos alunos:

- Observação da reação de fermentação do *Saccharomyces cerevisiae*.
- Reconhecimento, experimentalmente, das condições necessárias para a fermentação por *Saccharomyces cerevisiae*.
- Análise da interferência de algumas espécies de condimentos no processo de fermentação por *Saccharomyces cerevisiae*.

## **3. JUSTIFICATIVA**

O conhecimento a respeito de microbiologia é bastante relevante já que envolve vários aspectos da vida cotidiana, como alimentação, bem-estar, produção de alimentos e bebidas, saúde (BARBOSA; OLIVEIRA, 2005). Entretanto, para o grande público, os microrganismos estão muito associados a doenças ou “sujeira” (FRAGA, 2018). O mesmo autor afirma, ainda, que “[...]por um lado, a ciência mostra que os micróbios são fundamentais para a existência de vida na Terra; por outro, a associação predominante de microrganismos com processos nocivos parece persistir entre os não especialistas.” (FRAGA, 2018, p. 1, tradução do autor).

Uma outra face desta discrepância entre o conhecimento popular e científico no que se refere ao tema da microbiologia são as *fake news* a respeito da pandemia de COVID-19, iniciada no ano de 2019, que não só distanciam mais ainda a população do conhecimento científico, como vêm trazendo vários prejuízos à saúde

com sua disseminação (MATOS, 2020, GALHARDI et al., 2020, PIMENTA, 2020). Da mesma forma, durante o ano de 2020, vários medicamentos tiveram sua eficácia contra a COVID-19 testada e refutada, incluindo fármacos cujas evidências potenciais contra esta doença eram bastante fracas, como hidroxicloroquina e azitromicina (MELO et al., 2021; CORREA; VILARINHO; BARBOSO, 2020). Vale ressaltar que, apesar destes apresentarem alguma atividade antimicrobiana, são específicos para outros grupos de seres vivos, que não os vírus. A finalidade primária deles é o tratamento contra protozoários, no caso da hidroxicloroquina e infecções bacterianas, no caso da azitromicina (ATALLAH et al., 2020).

Com isto, percebe-se que a microbiologia, dentre vários outros, é um tema que atualmente carece muito de uma melhor disseminação do conhecimento científico para a população em geral e a escola se mostra como um ótimo meio para essa comunicação (FRAGA, 2018). Cassanti e colaboradores (2008) afirmam que, apesar desta necessidade do ensino de microbiologia, o assunto acaba sendo bastante negligenciado pelos professores, tendo como uma das possíveis causas a dificuldade de trazer o tema de formas dinâmicas e atraentes para os alunos, já que pode trazer conhecimentos bastante abstratos para o ensino fundamental.

Uma das maneiras de suprir essas necessidades é o ensino por investigação, que tem potencial de aproximar os alunos do conhecimento científico através de atividades investigativas utilizando práticas de experimentação. Vários autores sugerem que esse método pode funcionar como um meio para o aprendizado de conceitos científicos por parte dos estudantes (BRITO; FIREMAN, 2016; CLEMENT; CUSTÓDIO; ALVES FILHO, 2015; MUNFORD; LIMA, 2007; REDFERN; BURDASS; VERRAN, 2013), bem como para a apropriação do método científico propriamente dito, trazendo as habilidades necessárias para o reconhecimento de notícias infundadas (DANTAS; DECCACHE-MAIA, 2020; GRAVINA; MUNK, 2020; NOBRE-SILVA; ARRAIS, 2020). Da mesma forma, atividades que se aproximam do método científico são sugeridas como facilitadoras do ensino de microbiologia (FRAGA, 2018; MORESCO et al., 2017; PESSOA et al., 2012).

#### **4. REFERENCIAL TEÓRICO**

A microbiologia se destina ao estudo de seres vivos que somente são visíveis por meio de microscópios, ou seja, os microrganismos, bem como sua diversidade, evolução e ecologia, abrangendo, assim, seu surgimento, funcionamento, importância



e todas as interações que esses organismos estão envolvidos (MADIGAN, 2016). Apesar de invisíveis a olhos nus, os microrganismos apresentam diversidade biológica significativamente maior do que as plantas e animais. Estes seres vivos participam dos três domínios existentes: Bacteria e Archaea, que são exclusivamente compostos por microrganismos procariontes e Eukaria que, além de apresentar o restante dos seres vivos multicelulares, contém os protistas e alguns grupos fungos e algas unicelulares (MADIGAN, 2016; MANZI; MAYZ, 2003). Madigan (2016) afirma, ainda, que os microrganismos constituem a maior parte da biomassa da Terra, além de serem imprescindíveis para a existência de todos os outros organismos vivos do planeta, seja pelo fato de todas as formas mais complexas de vida terem evoluído a partir de microrganismos, seja por suas relações ecológicas e reações químicas essenciais para a manutenção da vida, como a produção de oxigênio.

Com tamanha importância e diversidade, pode-se afirmar com clareza que a maior parte das atividades essenciais para a vida ocorre com o intermédio de microrganismos e que estes exercem um impacto enorme, positivo ou negativo sobre os seres humanos. De fato, Madigan (2016) afirma que até o início do século XX, as principais causas de mortes humanas ocorriam por doenças infecciosas. Apesar de isso representar um grande impacto negativo na vida humana, na realidade, a maior parte dos microrganismos são benéficos ou até mesmo essenciais, tendo papel crucial na alimentação, agricultura e nutrição, realizando, por exemplo, a ciclagem dos nutrientes essenciais e vários outros elementos químicos, além de estarem envolvidos no processo de digestão e produção de vitaminas (MADIGAN, 2016; NOGUEIRA; SILVA FILHO, 2015). Da mesma forma, Nogueira e Silva Filho (2015) demonstram a importância desses seres vivos em vários outros processos importantes, como a decomposição, fermentação, produção de biocombustíveis e síntese de produtos relevantes para a saúde humana, como antibióticos e insulina.

No que diz respeito ao tratamento de doenças causadas por microrganismos, principalmente por bactérias e fungos, atualmente são muito utilizados medicamentos antibióticos e antifúngicos, mas durante o desenvolvimento da humanidade e, inclusive, em vários grupos étnicos atuais, o uso de medicamentos fitoterápicos tradicionais prevaleceu como a principal forma de combate a essas enfermidades (FERREIRA; PINTO, 2010).

Dentre os compostos vegetais utilizados na medicina tradicional, podemos citar várias plantas utilizadas como condimentos e temperos cujos extratos ou óleos

essenciais apresentam propriedades antimicrobianas, como o alho, cravo-da-índia, cúrcuma, hortelã, orégano, tomilho, canela, entre vários outros (COSTA et al., 2014; FONSECA et al., 2014; PÉRET-ALMEIDA et al., 2008; RAMOS; ANDREANI; KOZUSNY-ANDREANI, 2016; SANTURIO et al., 2007). Diferentemente dos metabólitos vegetais primários, como celulose e amido, comuns no Reino Vegetal e essenciais para sua vida, os metabólitos secundários, em geral, costumam ser específicos de determinados grupos vegetais e desempenham inúmeras funções (TAIZ; ZEIGER, 2016).

De acordo com os mesmos autores citados acima, são três os grupos de metabólitos secundários vegetais mais conhecidos: terpenos, compostos fenólicos e compostos nitrogenados. Os terpenos são metabolizados a partir de acetil-CoA ou seus intermediários glicolíticos e geralmente apresentam funções relacionadas à defesa vegetal, tanto contra infecção por microrganismos como contra a herbivoria, apesar de também poderem desempenhar algumas funções no crescimento e desenvolvimento. Neste grupo se inserem os óleos essenciais (TAIZ; ZEIGER, 2016). Os compostos fenólicos que são caracterizados pela presença de um grupo fenol em suas moléculas e são sintetizados em sua maioria a partir da fenilalanina. São um grupo de metabólitos quimicamente heterogêneo e, portanto, apresentam uma grande diversidade de funções, incluindo a defesa contra herbívoros e patógenos, atração de polinizadores ou dispersores de frutos, proteção contra a radiação ultravioleta, suporte mecânico ou reduzindo o crescimento de plantas competidoras adjacentes. Os flavonóides são incluídos neste grupo (TAIZ; ZEIGER, 2016). Os compostos nitrogenados contêm nitrogênio em sua estrutura e são sintetizados em sua maioria a partir de aminoácidos comuns. São incluídos nesse grupo os alcalóides e glicosídeos cianogênicos, que têm como função principal a defesa contra a herbivoria e são conhecidos por apresentar toxicidade a humanos, além de conterem propriedades medicinais (TAIZ; ZEIGER, 2016). É importante destacar que todos os grupos têm compostos com atividade antimicrobiana/antifúngica descritos na literatura. Além dos efeitos da atividade biológica direta sobre os microrganismos, os compostos vegetais ingeridos na dieta podem influenciar na microbiota intestinal (CALATAYUD et al., 2020) e, conseqüentemente, na saúde, podendo estimular, de forma seletiva, a proliferação de microrganismos benéficos e inibindo a multiplicação de patógenos (SAAD, 2006).

Vários autores afirmam que o ensino de ciências através de investigações e experimentações que se aproximem ou simulem o uso do método científico traz várias vantagens para o ensino de ciências (BRITO; FIREMAN, 2016; CLEMENT; CUSTÓDIO; ALVES FILHO, 2015; MUNFORD; LIMA, 2007; REDFERN; BURDASS; VERRAN, 2013). De acordo com Clement, Custódio e Alves Filho (2015), o ensino de ciências a partir de atividades que se aproximem do fazer científico e do método científico supre as necessidades psicológicas de autonomia, competência e pertencimento, oferecendo suporte para a promoção de uma motivação autônoma nos estudantes, tornando o aprendizado em uma atividade mais prazerosa e melhorando a qualidade do ensino.

Motivações autônomas relacionadas à aprendizagem são importantes para a construção do conhecimento escolar e, igualmente, poderão seguir guiando as aprendizagens necessárias na vida das pessoas. A escola não poderá adiantar as respostas de todos os desafios que cada pessoa enfrentará na vida, pois, por um lado, estes problemas não são previamente estabelecidos e, por outro, mesmo que pudessem ser previstos, seriam muitos e demasiadamente particularizados. (CLEMENT; CUSTÓDIO; ALVES FILHO, 2015, p. 123)

Carvalho (2013) afirma que atividades investigativas propiciam aos estudantes a passagem da ação manipulativa para a ação intelectual na construção do conhecimento, ou seja, que o uso de atividades típicas do fazer científico para investigar alguma questão leva o aluno a “tomar consciência de como o problema foi resolvido e por que deu certo [...] a partir de suas próprias ações.” (p. 3). Essas atividades podem ser estruturadas de forma que envolvam tarefas próprias do método científico, tais quais:

[...] um problema, o trabalho com dados, informações e conhecimentos já existentes, o levantamento e o teste de hipóteses, o reconhecimento de variáveis e o controle destas, o estabelecimento de relações entre as informações e a construção de uma explicação. (SASSERON, 2013, p. 43)

Todas essas tarefas estão intimamente ligadas ao processo de argumentação, que é a forma como as proposições na ciência são construídas e divulgadas. Desta forma o entendimento desses processos pode ser avaliado através da comunicação realizada pelos alunos, tanto oral quanto graficamente (Sasseron, 2013). Da mesma maneira, nessas comunicações podem ser descritos uma série de indicadores da alfabetização científica em diferentes situações, intimamente ligados aos processos e métodos do método científico, tais quais: seriação, organização e classificação de

informações, para o trabalho com dados; o levantamento e teste de hipóteses, justificativa, previsão e explicação, para a procura do entendimento da situação; e o raciocínio lógico e proporcional, como formas de organização dos pensamentos e ideias (SASSERON; CARVALHO, 2008).

## 5. MÉTODOS

Este trabalho faz parte de um componente obrigatório da especialização em ensino de ciências “Ciência é 10” e faz parte do Eixo Temático Vida, subtema “O que é Vida?”.

As atividades foram aplicadas com a turma do 9º ano da Escola Municipal de Ensino Fundamental Dom Pedro I, no município de Roca Sales, Rio Grande do Sul, no mês de novembro de 2021. A turma conta com 17 alunos no total, dentre os quais, 10 estavam presentes nas datas das aplicações (8 destes concordaram em ter seus dados utilizados para a pesquisa. As outras duas alunas presentes realizaram as atividades, mas sem ter nenhum de seus dados coletados para a pesquisa). A grande maioria dos estudantes mora na zona urbana da cidade, ainda que alguns em regiões periféricas, e seus núcleos familiares obtêm sustento através de empregos como operários em indústrias de grande porte do setor calçadista e de produção de alimentos instaladas na cidade.

As atividades foram realizadas em 4 períodos de 45 minutos cada, totalizando 180 minutos em sala de aula: 1 período para a realização da aula prática de instrumentalização; 2 períodos para a realização protocolo de fermentação com o uso de condimentos; e 1 período para a elaboração dos mapas conceituais. Ainda, cerca de 10 minutos para checar nas suas residências quais os temperos de interesse.

A pesquisa foi realizada com a aprovação da direção da escola, conforme Carta de Anuência (Apêndice A) e registrada na plataforma Brasil sob CAAE: 51365321.2.0000.5347. Os alunos foram informados sobre a pesquisa e convidados para participar durante a aula de ciências com o professor cursista, que explicou todos os termos descritos no TALE (Apêndice B) e TCLE (Apêndice C). Desta forma, os estudantes ficaram encarregados de esclarecer sobre a pesquisa aos seus responsáveis e obter a assinatura do TCLE, no caso de concordância. O contato do professor esteve disponível para sanar quaisquer dúvidas que pudessem surgir.

O método utilizado pelos estudantes baseou-se em uma adaptação do protocolo experimental de fermentação elaborado por Leal (2019), que consiste em

uma prática experimental para a demonstração da produção de gás carbônico através da fermentação e observação das condições para que esta ocorra.

Pela ausência de laboratório de ciências na escola, foram utilizados materiais alternativos para a aplicação dos experimentos na escola. Desta forma, os balões volumétricos propostos foram substituídos por tubetes plásticos, disponíveis em bazares e lojas de materiais para festas e foi feita a elaboração de uma grade de apoio para os tubetes utilizando palitos para churrasco e cola quente (Figura 1).

Figura 1: Materiais alternativos utilizados para a realização dos experimentos com a mistura já adicionada a cada tubete.



Fonte: Própria (2021).

Assim, primeiramente, os estudantes foram instrumentalizados com a aplicação do experimento de Leal (2019), que testa o processo de fermentação em diferentes condições, como a presença de açúcar e fermento biológico em diferentes temperaturas (Aula prática - Apêndice D). O microrganismo utilizado como fermento não é patogênico e é amplamente utilizado na culinária. Essa etapa visou preparar os estudantes para a observação de que o processo de fermentação e a consequente geração do gás  $\text{CO}_2$  pode ser percebido com o enchimento do balão.

Para a comparação da quantidade de gás carbônico gerado em cada condição da fermentação, cada tubo de ensaio foi fotografado em frente a uma folha milimetrada com o ângulo e distância da câmera padronizada para todas as amostras. Com base nas imagens, foi calculada a área aparente de cada um dos balões em relação à folha milimetrada. Apesar deste protocolo não possibilitar a realização de uma aferição quantitativa e volumétrica de cada procedimento, pode-se estimar a efetividade da fermentação através da comparação entre a área do balão de cada uma das amostras.

Com base nesta aplicação, os estudantes foram desafiados a escolher as melhores condições para a execução do projeto de pesquisa. Ou seja, através dos testes realizados, com o auxílio do professor, os discentes fizeram a readaptação do protocolo para investigar a interferência pelas plantas escolhidas na fermentação, além quanto às condições de incubação das plantas, a citar: tempo de incubação; planta seca/planta fresca; inteiro, em pedaços ou em pó, incitando o espírito científico sobre análise de variáveis.

Para a escolha do material a ser avaliado, os estudantes investigaram com suas famílias, temperos e condimentos comumente utilizados nas suas cozinhas. Após a listagem, os condimentos/temperos citados pelos alunos foram analisados para a atividade antifúngica, seguindo o método descrito acima.

Com base em sua investigação, os grupos de alunos elaboraram um mapa mental sobre o processo de aprendizagem com a atividade. Os mapas foram analisados qualitativamente. Durante a realização dos experimentos, o áudio das aulas foi gravado utilizando o telefone celular para registrar as falas dos alunos que demonstram “marcadores” de alfabetização científica, como problematização, geração de hipóteses, argumentação ou geração de conclusões baseadas nas observações. As falas dos alunos foram analisadas e, no caso de trechos relevantes, transcritas, suprimindo-se o nome do aluno e utilizando-se códigos, como A1, A2 etc.

### **5.1. Considerações éticas**

A participação foi voluntária, ou seja, a participação não foi obrigatória. A qualquer momento, os estudantes e demais participantes puderam desistir de participar, e o consentimento seria retirado sem nenhum prejuízo em sua relação com o pesquisador, ou com a Escola.

Estima-se que os benefícios relacionados com a participação do estudante nesta pesquisa são de aprendizagem, ainda podem no futuro ser úteis para muitos outros estudantes e professores, que poderão ter como base este trabalho para suas aulas. Quanto aos riscos, pode ser incômodo realizar a atividade prática e estruturar sua investigação, o que tomou o tempo de cerca de 180 minutos. Considerando o contexto sanitário atual, houve o risco de contaminação pelo coronavírus. Para minimizar esses riscos, os pesquisadores observaram as estratégias adotadas pela escola para reduzir a contaminação, como o distanciamento entre os estudantes, a aferição da temperatura, o uso do álcool gel, a ventilação do local onde a atividade prática será realizada, o uso de máscara, a higiene dos espaços em comum utilizados e o não compartilhamento de materiais pessoais.

O estudante e a comunidade escolar terão acesso aos resultados da pesquisa por atividades como palestras e debates.

As informações coletadas neste estudo serão publicadas com finalidade científica de forma anônima, ou seja, sem divulgação de nomes ou outra forma de identificação das pessoas envolvidas. As informações coletadas serão divulgadas em conjunto, a fim de garantir o sigilo, impedindo a sua identificação. Todos os formulários e documentos receberam códigos, sem registro de nomes dos participantes ou escolas envolvidas, sendo as informações guardadas sob a responsabilidade do pesquisador principal.

O projeto foi aprovado pela Comissão de Pesquisa do ICBS/UFRGS e pelo Comitê de Ética em Pesquisa-UFRGS.

## **6. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Considerando que a turma já havia tido aulas teóricas sobre os assuntos necessários para o entendimento do experimento, foi realizada somente uma breve revisão sobre fotossíntese, metabolismo energético, respiração celular e fermentação na semana anterior às práticas. Desta forma, antes da aplicação da aula prática de instrumentalização, foi realizada a leitura do protocolo experimental que seria aplicado e, com o auxílio do professor, através de perguntas direcionadas, foram levantadas as hipóteses dos estudantes do que aconteceria com cada um dos tubos e qual seria o melhor tratamento para observar a fermentação, conforme a transcrição das falas:

1. Professor: *Ok, gente. Com base no que sabemos sobre fermentação, o que vocês acham que vai acontecer em cada uma dessas amostras?*
3. Professor: *O que vocês acham que vai acontecer nos tubos que têm somente água e fermento?*
4. A1: *Vai borbulhar, né (...) igual quando vai fazer massa pra pizza, que tem que botar o fermento na água morna e deixar borbulhar.*
5. P: *Ok. E a água quente e gelada, vocês acham que vai interferir em alguma coisa? (...) O que vocês acham que vai mudar?*
10. A1: *Ah, sim, a água quente (...) ativa!*
11. A2: *Vai acelerar a (...) reação do (...) fermento.*
12. P: *A água quente vai acelerar a reação então?*
13. A1: *Vai ativar.*
14. P: *E a água gelada?*
15. A3: *Vai demorar um pouquinho mais que as outras.*
16. P: *Vai demorar mais? Então vocês acham que vai ser um gradiente? Vai fermentar primeiro com água quente, depois água ambiente e depois água fria. Isso?*
17. A3: *É.*
18. P: *E o que vocês acham que vai acontecer na que tem só açúcar? Só água e açúcar?*
19. A1: *Vai virar (...) água doce.*
21. P: *E a que tem só fermento? Qual vocês acham que vai ser a diferença entre os tubos que têm só água e fermento e os que têm água, fermento e açúcar?*
23. A4: *Talvez o açúcar vai ajudar alguma coisa.*
25. A1: *O açúcar vai formar o gás, talvez, mas a outra com o fermento também vai.*
27. A1: *Ah, não! Não! (...) Quando a gente tem que ativar o fermento pra fazer a massa, tem que colocar o fermento, o açúcar e (...)*
28. A1 e A4: *Água.*
29. A1: *Então (...) acho que com o açúcar vai ativar o processo de (...) respiração.*
33. P: *Respiração?*
34. A2: *Fermentação!*
35. A1: *É, fermentação!*
36. P: *Tá, e no que tem só fermento e água?*
37. A3: *Ah, acho que também vai fermentar, só vai ficar mais tempo.*
38. A1: *Mas sem açúcar acho que não vai crescer.*

Esta sequência de falas, instigadas pelas perguntas do professor, demonstram claramente a construção das hipóteses dos alunos, geradas principalmente pelos conhecimentos prévios destes em relação ao assunto e demonstrando, inclusive, relações com sua prática no dia a dia. Quando indagados sobre como poderíamos perceber o processo de fermentação acontecendo em cada uma das amostras, os estudantes relataram de maneira unânime que poderíamos perceber o enchimento dos balões. A organização dessas falas demonstra uma série de indicativos da alfabetização científica, ligados ao fazer científico, citados por Sasseron e Carvalho (2008), especialmente nas falas 4, 27 e 29, do aluno 1, mas também presentes no restante das falas sublinhadas que demonstram a utilização da seriação de informações, raciocínio lógico e proporcional, levantamento de hipóteses, justificativa e previsão. Essas falas mostram um bom entendimento do método científico. De acordo com as mesmas autoras citadas anteriormente:



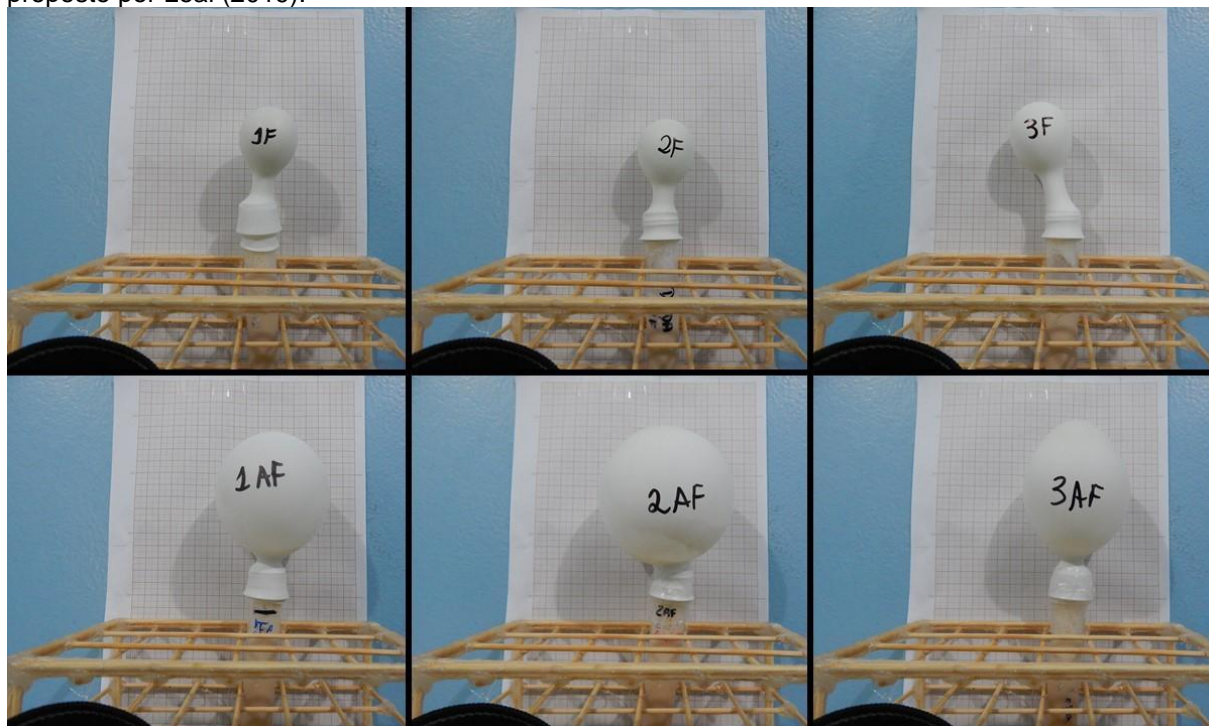
Estes indicadores são algumas competências próprias das ciências e do fazer científico: competências comuns desenvolvidas e utilizadas para a resolução, discussão e divulgação de problemas em quaisquer das Ciências quando se dá a busca por relações entre o que se vê do problema investigado e as construções mentais que levem ao entendimento dele. (SASSERON; CARVALHO, 2018, p.338).

Após o estabelecimento das hipóteses, realizada de maneira conjunta, a turma se organizou para a aplicação da atividade. Cada estudante presente ficou responsável por um tubete, identificando-o e preenchendo-o com a mistura proposta no protocolo. A adição das misturas aos tubetes foi realizada com o auxílio do professor, de maneira a evitar variações nas quantidades de cada ingrediente entre cada amostra, já que na escola não havia à disposição materiais que permitissem uma mensuração precisa. As temperaturas utilizadas foram as seguintes: gelada – 7,8°C; temperatura ambiente – 27,6°C; quente – 72,8°C.

Martins e Oliveira (2021), relataram que, em sua prática de fermentação com uma turma do 1º ano do ensino médio, os estudantes demonstraram dificuldade de desenvolver o experimento, seguir o roteiro e manusear os materiais, dando como motivo para isso a carência da prática experimental na vida escolar dos estudantes. De maneira contrária a isso, a grande maioria dos estudantes do 9º ano não apresentou dificuldades quanto aos procedimentos, provavelmente pela familiaridade destes com tais práticas investigativas, que já haviam tido contato em alguns momentos em suas aulas de ciências da natureza nos anos finais.

Após uma hora de fermentação, os tubetes foram fotografados individualmente e tiveram a área medida em frente a uma folha milimetrada (Figura 2), resultando nas seguintes áreas: Água gelada com fermento – 22,24cm<sup>2</sup>; água em temperatura ambiente com fermento – 21,49cm<sup>2</sup>; água quente com fermento – 24,91cm<sup>2</sup>; água gelada com fermento e açúcar – 79,09cm<sup>2</sup>; água em temperatura ambiente com fermento e açúcar – 102,04cm<sup>2</sup>; água quente com fermento e açúcar – 79,48cm<sup>2</sup>. Nenhuma das amostras contendo somente açúcar e água apresentaram volume suficiente para ter a área do balão mensurada.

Figura 2: Resultados das fermentações realizadas através da aplicação do protocolo investigativo proposto por Leal (2019).



Fonte: Elaborado pelo autor (2021). Legenda: 1 – Água gelada; 2 – Água em temperatura ambiente; 3 – Água quente; A – Açúcar; F – Fermento.

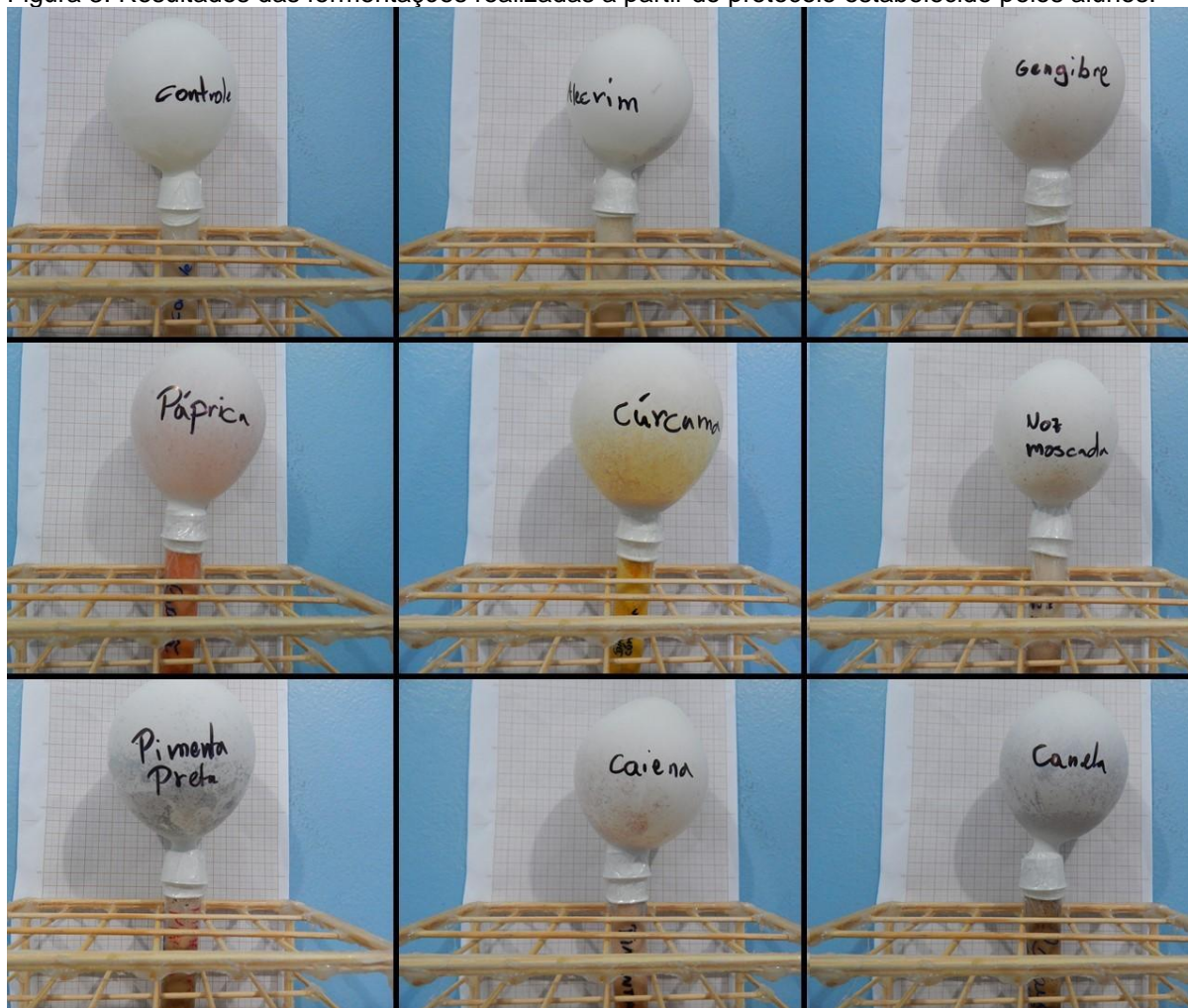
Ao serem questionados sobre as razões do crescimento de cada um dos balões, os estudantes, em conjunto, demonstraram entendimento das funções da temperatura e presença de açúcar na fermentação, através de falas como “o balão com água gelada cresceu menos porque a temperatura diminuiu a velocidade da reação”, relacionando este resultado com conhecimentos que haviam sobre reações químicas ou “o tubinho com água quente e açúcar cresceu menos que os outros porque a temperatura da água queimou o fermento”, demonstrando que a hipótese de que o tubo com água quente cresceria mais estava errada, mas conseguiram explicar o motivo pelo qual suas hipóteses em relação a esta amostra estavam incorretas, apesar de não utilizarem uma linguagem técnica para isso. Não foi encontrada bibliografia que explicasse o motivo do crescimento dos balões dos tubos sem adição de açúcar. Os estudantes, quanto a estes tubos, levantaram a hipótese de que a água da torneira pudesse ter alguns nutrientes residuais, permitindo que os microrganismos pudessem fermentá-los. Apesar de ser uma explicação pouco provável, devido aos serviços de tratamento de água, mostra a curiosidade dos estudantes e a capacidade de gerar problemas de pesquisa que podem ser testados através do método científico, demonstrando um bom entendimento da prática científica.

A partir dos resultados deste primeiro experimento realizado pelos estudantes, quando questionados de que forma a ação dos condimentos sobre a fermentação poderia ser avaliada, eles deduziram bastante rapidamente que poderiam utilizar a mesma mistura que o tubo com água morna, açúcar e fermento, já que apresentou visivelmente uma maior quantidade de gases. Através deste protocolo, propuseram adicionar o condimento junto à mistura padrão da fermentação. Quando questionados sobre a validade da comparação entre os tubos com condimentos com o experimento já realizado, os estudantes demonstraram ter percebido que, mesmo aplicando as mesmas misturas aos tubos, a comparação entre experimentos realizados em dias diferentes não seria tão confiável, então propuseram reservar uma amostra sem a adição de condimentos. Essa facilidade na organização e elaboração do método a ser utilizado na seguinte prática por parte dos alunos também indica a passagem da ação manipulativa para a ação intelectual, já que mostra um bom entendimento dos processos que foram observados até então (CARVALHO, 2013).

Fora do período de aula, os estudantes conferiram com suas famílias os condimentos disponíveis em suas casas e combinaram, através do grupo do WhatsApp da turma, quem levaria cada condimento e utilizaria para o experimento. No dia da segunda aplicação, para a realização do experimento cujo método foi adaptado pelos estudantes, o professor novamente deixou os tubos previamente preparados com o fermento e açúcar, de forma a evitar variações nestes ingredientes. Em seguida os tubos foram identificados, foram adicionados os condimentos trazidos pelos alunos e a água, com temperatura de 27,1°C e submetidos a fermentação por uma hora. Em relação às hipóteses dos estudantes, foi comunicada pela maioria da turma a expectativa de que pelo menos o gengibre e a cúrcuma diminuiriam a fermentação nos tubos, relacionando o uso destes condimentos no tratamento de infecções de garganta, a partir da lógica que “se mata as bactérias da garganta, deve matar fermento também”. Quanto aos outros condimentos, os alunos demonstraram não ter conhecimento de suas propriedades, portanto não souberam explicitar de forma clara quais suas hipóteses.

Como resultado do experimento cujo protocolo foi proposto pelos alunos, a mensuração da área dos balões apresentou os seguintes resultados (Figura 3): controle –100,84cm<sup>2</sup>; alecrim – 93,73cm<sup>2</sup>; gengibre – 120,12cm<sup>2</sup>; páprica doce – 113,00cm<sup>2</sup>; cúrcuma – 124,91cm<sup>2</sup>; noz moscada – 92,81cm<sup>2</sup>; pimenta preta – 115,57cm<sup>2</sup>; pimenta caiena – 107,56cm<sup>2</sup>; canela – 98,69cm<sup>2</sup>.

Figura 3: Resultados das fermentações realizadas a partir do protocolo estabelecido pelos alunos.



Fonte: Própria, 2021.

Vários dos condimentos utilizados no experimento apresentam potencial antifúngico ou antimicrobiano conhecido (COSTA et al., 2011; PÉRET-ALMEIDA et al., 2008; RAMOS, ANDREANI, KOZUSNY-ANDREANI, 2016; SANTURIO et al., 2007), portanto, esperava-se que os tubos que tiveram o condimento adicionado tivessem sua fermentação prejudicada, o que não foi observado. Um dos fatores que pode ter levado a esta discordância dos resultados em relação a estudos prévios é o fato de que os compostos não foram extraídos adequadamente, poderiam ter sido extraídos por infusão ou decocção ou ainda como extração alcoólica, então podem não ter apresentado ação antifúngica devido à complexidade das matrizes.

Possivelmente, a reação atingiu um platô com excesso de reagentes, não permitindo perceber o efeito das concentrações dos condimentos testadas. Uma evidência pode apoiar esta afirmação, as tabelas de informações nutricionais de alguns condimentos, como gengibre e cúrcuma, rizomas ricos em carboidratos, pode-

se inferir que estes foram capazes de aumentar sobremaneira a concentração de carboidratos para a reação de fermentação. Surpreendentemente, estes rizomas aumentaram a área dos balões em cerca de 20% controle cerca de 100 cm<sup>2</sup>, o balão com gengibre atingiu 120 cm<sup>2</sup>; e o da cúrcuma, 125 cm<sup>2</sup>.

Novos testes, anteriores à aplicação do experimento com os estudantes, utilizando menores concentrações de reagentes e maiores de especiarias poderão ser eficientes para avaliados.

Na realização dos experimentos, os estudantes participaram ativamente durante todo o processo, demonstrando bastante interesse e curiosidade, sentimentos explicitados por falas como “Olha, já começou a encher!”, exclamado pelo aluno 3, ou “Nossa, tão pouca coisa enche tanto o balão!”, no caso do aluno 1. Todos os 8 estudantes participantes da pesquisa demonstraram bastante interesse na realização dos experimentos, entretanto, somente metade destes participou ativamente nas discussões relacionadas aos testes, enquanto os outros 4 preferiram ouvir a opinião dos colegas.

Como podemos observar nos mapas mentais produzidos pelos alunos (Apêndices E a K), que foram realizados sem consulta a materiais, a maioria dos estudantes assimilou alguma linguagem técnica para falar sobre o fenômeno da fermentação. Entretanto, a maior participação dos alunos 1 a 4 parece refletir-se num maior entendimento das relações entre os saberes teóricos e os processos demonstrados pelos experimentos, como podemos perceber a partir de seus mapas mentais (Apêndices E a H), em que demonstram, quando comparados com os outros mapas, uma linguagem mais técnica e, em alguns momentos, explicativa para suas observações, enquanto os alunos 5 a 7 (Apêndices I a K) limitaram-se a descrever os resultados observados, sem relacioná-los a conhecimentos teóricos. O aluno 8 não entregou o mapa mental sobre a realização da atividade.

De maneira similar ao relatado por Martins e Oliveira (2021), somente alguns estudantes comunicaram de forma explícita a correlação da fermentação com o metabolismo energético, demonstrado pelos mapas mentais dos alunos 2, 3, 4 e 6 (Apêndices F, G, H e J). Apesar disto, esta questão não foi indagada de maneira específica pelo professor, não podendo ser relacionado diretamente à ausência deste entendimento. Novamente de maneira afim a Martins e Oliveira, os microrganismos foram relacionados de maneira direta à produção de alimentos e bebidas, provavelmente pela presença desses processos em seu dia a dia.

## 7. CONCLUSÃO

Durante a realização deste trabalho, os alunos demonstraram em sua totalidade (apesar de que em diferentes níveis), interesse, curiosidade e envolvimento, visão mais clara sobre ciência, autonomia procedimental e cognitiva, responsabilidade e autoria no desenvolvimento de sua aprendizagem, autoconfiança e independência, que são 5 das 6 características essenciais para o desenvolvimento de uma motivação autônoma citados por Clement, Custódio e Alves Filho (2015). Desta maneira, percebe-se que mesmo atividades investigativas simples, realizadas sem materiais complexos e elaborados sem a necessidade de equipamentos de ponta, já são suficientes para causar um impacto significativo na aprendizagem dos estudantes.

De forma geral, os objetivos específicos do estudo não foram plenamente atingidos, já que a ação antifúngica não pôde ser observada nos experimentos realizados. Entretanto, os objetivos específicos “observar a reação de fermentação do *Saccharomyces cerevisiae*” e “reconhecer, experimentalmente, as condições necessárias para a fermentação por *Saccharomyces cerevisiae*” foram plenamente atingidos, com os alunos demonstrando bastante entendimento do processo de fermentação e de suas condições ideais, sendo capazes de selecionar a melhor mistura para ser observado o processo e demonstrando aptidão para replicar o experimento realizado e adaptar o protocolo para seus objetivos. Durante o ano letivo, planeja-se reavaliar a atividade, revisando o protocolo de fermentação com condimentos com base na experiência desta atividade, visto que o interesse, adequadas observações e análise de dados, pelos alunos reforçam a aplicabilidade do método científico em sala de aula.



## REFERÊNCIAS

ATALLAH, Álvaro Nagibet al. intervenção com cloroquina/hidroxicloroquina com ou sem azitromicina para covid-19 (sars-cov 2): sinopse baseada em evidências. **Revista diagnóstico e tratamento**, v. 25, n. 2, p. 01-07, 2020.

Disponível em:

[http://www.associacaopaulistamedicina.org.br/assets/uploads/revista\\_rdt/55dc5f96b99006683a48c22bbafb1994.pdf#page=29](http://www.associacaopaulistamedicina.org.br/assets/uploads/revista_rdt/55dc5f96b99006683a48c22bbafb1994.pdf#page=29). Acesso em 26 jun. 2021.

BARBOSA, Fernando Gomes; OLIVEIRA, Natalia Carvalhaes. Estratégias para o Ensino de Microbiologia: uma Experiência com Alunos do Ensino Fundamental em uma Escola de Anápolis-GO. **Revista de Ensino, Educação e Ciências Humanas**, v. 16, n. 1, p. 5-13, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.17921/2447-8733.2015v16n1p5-13>. Acesso em: 26 jun. 2021.

BRITO, Liliane Oliveira de; FIREMAN, Elton Casado. Ensino de ciências por investigação: uma estratégia pedagógica para promoção da alfabetização científica nos primeiros anos do ensino fundamental. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)**, v. 18, p. 123-146, 2016. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/epec/a/mhnc5kG5WVLGNZMsBwwVbBJ/?lang=pt>. Acesso em 26 jun. 2021.

CALATAYUD, Guillermo Álvarez *et al.* Dieta y microbiota. Impacto en la salud. **Nutricion hospitalaria**, v. 35, n. SPE6, p. 11-15, 2018. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.20960/nh.2280>. Acesso em 26 jun. 2021.

CARVALHO, Anna Maria pessoa. O ensino de ciências e a proposição de sequências de ensino investigativas. *In*: CARVALHO, Anna Maria pessoa. **Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning, p. 2-20, 2013.

CASSANTI, Ana Cláudia *et al.* Microbiologia democrática: estratégias de ensino aprendizagem e formação de professores. **Enciclopédia Biosfera**, v. 4, n. 5, 2008. Disponível em:

<http://botanicaonline.com.br/geral/arquivos/cassantietal2008%20microbiologia.pdf>. Acesso em 26 jun. 2021.

CLEMENT, Luiz; CUSTÓDIO, José Francisco; ALVES FILHO, José de Pinho. Potencialidades do ensino por investigação para promoção da motivação autônoma na educação científica. **Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v. 8, n. 1, p. 101-129, 2015. Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6170620>. Acesso em 26 jun. 2021.

CORRÊA, Marilena Cordeiro Dias Villela; VILARINHO, Luiz; BARROSO, Wanise Borges Gouvea. Controvérsias em torno do uso experimental da cloroquina/hidroxicloroquina contra a Covid-19: “no magic bullet”. **Physis: Revista de Saúde Coletiva**, v. 30, 2020. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/physis/a/b7yZMQVvNT43kpB76hDcFrm/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em 26 jun. 2021.

COSTA, A. R. T. et al. Ação do óleo essencial de *Syzygium aromaticum* (L.) Merr. & LM Perry sobre as hifas de alguns fungos fitopatogênicos. **Revista brasileira de plantas medicinais**, v. 13, p. 240-245, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1516-05722011000200018>. Acesso em 26 jun. 2021.

DANTAS, Luiz Felipe Santoro; DECCACHE-MAIA, Eline. Scientific Dissemination in the fight against Fake News in the Covid-19 times. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 7, p. e797974776, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.33448/rsd-v9i7.4776>. Acesso em 26 jun. 2021.

FERREIRA, Vitor F.; PINTO, Angelo C. A fitoterapia no mundo atual. **Química nova**, v. 33, n. 9, p. 1829-1829, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-40422010000900001>. Acesso em 26 jun. 2021.

FONSECA, G. M. et al. Avaliação da atividade antimicrobiana do alho (*Allium sativum* Liliaceae) e de seu extrato aquoso. **Revista brasileira de plantas medicinais**, v. 16, p. 679-684, 2014. Disponível em: [https://doi.org/10.1590/1983-084X/12\\_150](https://doi.org/10.1590/1983-084X/12_150). Acesso em 26 jun. 2021.

FRAGA, Fernando Bueno Ferreira Fonseca de. Towards an evolutionary perspective in teaching and popularizing microbiology. *Journal of microbiology & biology education*, v. 19, n. 1, p. 19.1. 30, 2018. Disponível em: <https://dx.doi.org/10.1128%2Fjmb.e.v19i1.1531>. Acesso em 26 jun. 2021.

GALHARDI, Cláudia Pereira et al. Fato ou Fake? Uma análise da desinformação frente à pandemia da Covid-19 no Brasil. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 25, p. 4201-4210, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1413-812320202510.2.28922020>. Acesso em 26 jun. 2021.

GRAVINA, Michele das Graças Pacheco; MUNK, Michele. Dinâmicas de oficinas de textos em biologia: ferramentas para a alfabetização científica em tempos de fake news. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 14, n. 3, p. 612-620, 2019. Disponível em: <https://fisica.ufmt.br/eenciojs/index.php/eenci/article/view/291>. Acesso em 26 jun. 2021

LEAL, J. P. G. Prática 9 – Fermentação Alcoólica. *In: SILVA, L. O. Laboratório Na Sala De Aula*. Clube de Autores, 2019.

MADIGAN, Michael T. *et al. Microbiologia de Brock*. 14ª Edição. Artmed Editora, 2016.

MANZI, L. V.; MAYZ, J. C. Valorando los microorganismos. **Revista de la Sociedad Venezolana de Microbiología**, v. 23, n. 1, p. 85-88, 2003. Disponível em:



[http://ve.scielo.org/scielo.php?pid=S1315-25562003000100018&script=sci\\_arttext&tlng=pt](http://ve.scielo.org/scielo.php?pid=S1315-25562003000100018&script=sci_arttext&tlng=pt). Acesso em 26 jun. 2021.

MARTINS, Daniel Carlos; DE OLIVEIRA, Sérgio Geraldo Torquato. O ensino de ciências por investigação como estratégia para a promoção da alfabetização científica acerca da fermentação alcoólica. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 16, n. 1, p. 427-438, 2021. Disponível em: <https://fisica.ufmt.br/eenciojs/index.php/eenci/article/view/811/781>. Acesso em 19 nov. 2021.

MATOS, Rafael Christian. Fake news frente a pandemia de COVID-19. **Vigilância Sanitária em Debate: Sociedade, Ciência & Tecnologia**, v. 8, n. 3, p. 78-85, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.22239/2317-269x.01595>. Acesso em 26 jun. 2021.

MELO, José Romério Rabelo et al. Automedicação e uso indiscriminado de medicamentos durante a pandemia da COVID-19. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 37, p. e00053221, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/0102-311X00053221>. Acesso em 26 jun. 2021.

MORESCO, Terimar Ruoso et al. Ensino de microbiologia experimental para Educação Básica no contexto da formação continuada. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 16, n. 3, p. 435-457, 2017. Disponível em: [http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen16/REEC\\_16\\_3\\_2\\_ex1156.pdf](http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen16/REEC_16_3_2_ex1156.pdf). Acesso em 26 jun. 2021.

MUNFORD, Danusa; LIMA, Maria Emília Caixeta de Castro. Ensinar ciências por investigação: em que estamos de acordo?. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)**, v. 9, p. 89-111, 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1983-21172007090107>. Acesso em 26 jun. 2021.

NOBRE-SILVA, Nara Alinne; ARRAIS, Antonia Adriana Mota. Os discursos políticos em relação à covid-19 e a emergência por uma alfabetização científico-tecnológica: encontros e desencontros no cenário brasileiro. **Revista Práxis**, v. 12, n. 1 (sup), 2020. Disponível em: <https://moodlead.unifoa.edu.br/revistas/index.php/praxis/article/view/3402>. Acesso em 26 jun. 2021.

NOGUEIRA, Alexandre Verzani; SILVA FILHO, Germano Nunes. **Microbiologia**. Florianópolis: CED/LANTEC/UFSC, 2015. Disponível em: <https://uab.ufsc.br/biologia/files/2020/08/Microbiologia.pdf>. Acesso em 26 jun. 2021.

PÉRET-ALMEIDA, Lúcia *et al.* Atividade antimicrobiana in vitro do rizoma em pó, dos pigmentos curcuminóides e dos óleos e dos essenciais da *Curcuma longa* L. **Ciência e agrotecnologia**, v. 32, p. 875-881, 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1413-70542008000300026>. Acesso em 26 jun. 2021.

PESSOA, T. M. S. C. *et al.* Percepção dos alunos do ensino fundamental da rede pública de Aracaju sobre a relação da Microbiologia no cotidiano. **Scientia plena**, v. 8, n. 4 (a), 2012. Disponível em: <https://www.scientiaplenu.org.br/sp/article/view/496/440>. Acesso em 26 jun. 2021.

PIMENTA, José Renato Soares. A geografia escolar como mensageira da globalização em tempos de duas pandemias: a de Covid-19 e a de pós-verdade. **Giramundo: Revista de Geografia do Colégio Pedro II**, v. 7, n. 13, p. 201-213, 2020. Disponível em: <http://www.cp2.g12.br/ojs/index.php/GIRAMUNDO/article/view/2506/1962>. Acesso em 26 jun. 2021.

RAMOS, K.; ANDREANI, R.; KOZUSNY-ANDREANI, Dora I. Óleos essenciais e vegetais no controle in vitro de *Colletotrichum gloeosporioides*. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 18, p. 605-612, 2016. Disponível em: <https://pdfs.semanticscholar.org/6d79/11e5f55dcfb0408b834d8da3adcbab6fdb20.pdf>. Acesso em 26 jun. 2021.

REDFERN, James; BURDASS, Dariel; VERRAN, Joanna. Practical microbiology in schools: a survey of UK teachers. **Trends in microbiology**, v. 21, n. 11, p. 557-559, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.tim.2013.09.002>. Acesso em 26 jun. 2021.

SAAD, Susana Marta Isay. Probióticos e prebióticos: o estado da arte. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, v. 42, p. 1-16, 2006. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1516-93322006000100002>. Acesso em 26 jun. 2021.

SANTURIO, Janio Morais et al. Atividade antimicrobiana dos óleos essenciais de orégano, tomilho e canela frente a sorovares de *Salmonella* entérica de origem avícola. **Ciência Rural**, v. 37, p. 803-808, 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0103-84782007000300031>. Acesso em 26 jun. 2021.

SASSERON, Lúcia Helena; CARVALHO, Anna Maria Pessoa. Almejando a alfabetização científica no ensino fundamental: a proposição e a procura de indicadores do processo. *Investigações em Ensino de Ciências*, 13(3), 333-352, 2008. Disponível em: <https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/445/263>. Acesso em 19 nov. 2021.

SASSERON, Lúcia Helena. Interações discursivas e investigação em sala de aula: o papel do professor. *In*: CARVALHO, Anna Maria pessoa. **Ensino de ciências por investigação**: condições para implementação em sala de aula. São Paulo: Cengage Learning, p. 41-62, 2013.

TAIZ, Lincoln; ZEIGER, Eduardo. **Fisiologia vegetal**. 5ª ed. Porto Alegre: Artmed, 2013.

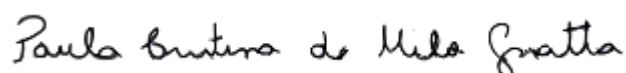
## APÊNDICES

### APÊNDICE A – CARTA DE ANUÊNCIA DA ESCOLA

A Diretora da Escola Municipal de Ensino Fundamental Dom Pedro I, localizada na cidade de Roca Sales declara estar ciente e de acordo com a participação dos alunos desta Escola nos termos propostos no projeto de pesquisa do professor que atua na sua Escola, Prof. Ítalo Kenne Rakowski, no Curso de Especialização em Ensino de Ciências “Ciência é Dez!”, que toma como base o ensino de ciências por investigação. O projeto intitulado, “A Percepção do potencial bioativo como antifúngico de condimentos com o uso do método científico por alunos do ensino fundamental”, tem como objetivo desenvolver nos estudantes, utilizando o método científico, o reconhecimento da existência de atividade biológica, especificamente ação antifúngica, de espécies vegetais usadas como condimentos. Este projeto de pesquisa encontra-se sob responsabilidade da professora/pesquisadora Dra. Ionara Rodrigues Siqueira da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Esta autorização está condicionada à aprovação do projeto no Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da UFRGS e ao cumprimento aos requisitos das resoluções 466/2012 e 510/2016 do Conselho Nacional da Saúde, Ministério da saúde, comprometendo-se os pesquisadores a usar os dados pessoais dos sujeitos da pesquisa exclusivamente para fins científicos, mantendo o sigilo e garantindo a não utilização das informações em prejuízo dos sujeitos.

Roca Sales, 08 de julho de 2021.

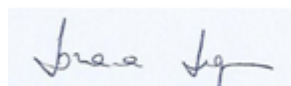
Nome da Diretora: Paula Cristina de Mélo Gnatta



Professora/Cursista responsável (Escola): Ítalo Kenne Rakowski



Professora/Pesquisadora responsável (UFRGS): Ionara Rodrigues Siqueira



## **APÊNDICE B – TERMO DE ASSENTIMENTO ENVIADO PARA OS ALUNOS**

### **TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO – TALE**

#### **Estudantes**

Você está sendo convidado(a) a participar como participante no projeto de pesquisa “Percepção do potencial bioativo como antifúngico de condimentos com o uso do método científico por alunos do ensino fundamental” sob responsabilidade da professora e pesquisadora da UFRGS, Ionara Rodrigues Siqueira. O estudo será realizado com investigações- método científico - e elaboração de mapas mentais para o reconhecimento da existência de atividade biológica, especificamente ação antifúngica, de espécies vegetais usadas como condimentos, utilizando fermento biológico, que é um microrganismo não patogênico utilizado para preparo de alimentos.

Você está livre para participar ou não. Caso inicialmente você deseje participar, posteriormente você também está livre para, a qualquer momento, deixar de participar da pesquisa. O seu responsável também poderá retirar o consentimento a qualquer momento.

Você não terá nenhum custo e poderá consultar os(as) pesquisador(es) sempre que quiser, por e-mail ou pelo telefone da instituição, para esclarecimento de qualquer dúvida.

Poderá haver um risco caracterizado pelo possível incômodo de realizar a atividade prática e estruturar sua investigação, o que tomará o tempo por volta de 180 minutos. Considerando o contexto sanitário atual, há o risco de contaminação pelo coronavírus. Para minimizar esses riscos, os pesquisadores observarão as estratégias adotadas pela escola para reduzir a contaminação, como o distanciamento entre os estudantes, a aferição da temperatura, o uso do álcool gel, a ventilação do local onde a atividade prática será realizada, o uso de máscara, a higiene dos espaços em comum utilizados e o não compartilhamento de materiais pessoais.

Os resultados serão utilizados somente para divulgação em reuniões e revistas científicas sem identificação de qualquer participante. Você será informado de todos os resultados obtidos, independentemente do fato de estes poderem mudar seu consentimento em participar da pesquisa. Você não terá benefícios ou direitos financeiros sobre os eventuais resultados decorrentes da pesquisa, contudo poderá ter benefícios de aprendizagem, e para outros estudantes, uma vez que os resultados fornecerão informações que podem no futuro ser úteis para muitos outros estudantes e professores, que poderão ter como base este projeto de pesquisa para suas aulas.

O projeto foi avaliado pelo CEP-UFRGS, órgão colegiado, de caráter consultivo, deliberativo e educativo, cuja finalidade é avaliar – emitir parecer e acompanhar os projetos de pesquisa envolvendo seres humanos, em seus aspectos éticos e metodológicos, realizados no âmbito da instituição.

CEP UFRGS: Av. Paulo Gama, 110, Sala 311, Prédio Anexo I da Reitoria - Campus Centro, Porto Alegre/RS - CEP: 90040-060. Fone: +55 51 3308 3738 E-mail: [etica@propesq.ufrgs.br](mailto:etica@propesq.ufrgs.br) Horário de Funcionamento: de segunda a sexta, das 08:00 às 12:00 e das 13:00 às 17:00h. Durante a pandemia, este atendimento está sendo realizado somente através de e-mail.

Diante das explicações, se você concorda em participar deste projeto, forneça o seu nome e coloque sua assinatura a seguir.

**Local e data:** \_\_\_\_\_

**Estudante pesquisador (nome legível):** \_\_\_\_\_

**Assinatura do Estudante pesquisador:** \_\_\_\_\_

Nome do Pesquisador: Ítalo Kenne Rakowski (telefone 51 99987823)

Assinatura do Pesquisador que aplicou o TALE: \_\_\_\_\_

Pesquisador responsável: Prof.<sup>a</sup> Dra. Ionara Rodrigues Siqueira

Departamento de Farmacologia, Instituto de Ciências Básicas da Saúde, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, telefone (51) 3308-3121

Assinatura: \_\_\_\_\_

## **APÊNDICE C – TERMO DE CONSENTIMENTO ENVIADO AOS RESPONSÁVEIS TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO– TCLE**

### **Responsável pelo aluno**

Este é um convite para o(a) estudante sob sua responsabilidade participar do projeto intitulado “Percepção do potencial bioativo como antifúngico de condimentos com o uso do método científico por alunos do ensino fundamental”, sob orientação da professora pesquisadora da UFRGS, Ionara Rodrigues Siqueira.

Para decidir se concorda com a participação do estudante neste projeto, leia cuidadosamente as informações abaixo sobre os procedimentos, benefícios e riscos, tendo qualquer dúvida, pergunte. Não haverá qualquer despesa para participação neste projeto.

O nosso grupo tem como objetivo que os estudantes de escolas tenham contato com ciência, obter e analisar resultados. A participação é voluntária, ou seja, a participação não é obrigatória. A qualquer momento, o estudante poderá desistir de participar, e o consentimento será retirado. A recusa não trará nenhum prejuízo em sua relação com o pesquisador ou com a Escola. A assinatura deste TCLE não exclui a possibilidade de o participante buscar indenização diante de eventuais danos decorrentes de participação na pesquisa, como preconiza a Resolução 466/12.

Estimamos que os benefícios relacionados com a participação do estudante nesta pesquisa são de aprendizagem, ainda podem no futuro ser úteis para muitos outros estudantes e professores, que poderão ter como base este projeto de pesquisa para suas aulas. Quanto aos riscos, poderá ser incômodo realizar a atividade prática e estruturar sua investigação, o que tomará o tempo entre 180 minutos. Considerando o contexto sanitário atual, há o risco de contaminação pelo coronavírus. Para minimizar esses riscos, os pesquisadores observarão as estratégias adotadas pela escola para reduzir a contaminação, como o distanciamento entre os estudantes, a aferição da temperatura, o uso do álcool gel, a ventilação do local onde a atividade prática será realizada, o uso de máscara, a higiene dos espaços em comum utilizados e o não compartilhamento de materiais pessoais.

O projeto tem como objetivo desenvolver nos estudantes, através da aplicação do método científico, o reconhecimento da existência de atividade biológica contra fungos por espécies vegetais (plantas) usadas como condimentos. Para isto, os estudantes serão instrumentalizados pela aplicação de uma aula prática que tem por objetivo testar o processo de fermentação em diferentes condições, como a presença de açúcar e fermento biológico em diferentes temperaturas. O microrganismo utilizado como fermento não é patogênico e é amplamente utilizado na culinária. A partir desta atividade, os estudantes deverão elaborar, com o auxílio do professor, seu próprio protocolo para investigar a atividade biológica das plantas escolhidas

O estudante e a comunidade escolar terão acesso aos resultados da pesquisa por atividades como palestras e debates.

Todas as informações obtidas a partir deste estudo ficarão guardadas em sigilo sob responsabilidade dos pesquisadores e poderão ser publicadas com finalidade científica sem divulgação dos nomes das pessoas ou escolas envolvidas.

As informações coletadas neste estudo serão publicadas com finalidade científica de forma anônima, ou seja, sem divulgação de nomes ou outra forma de identificação das pessoas envolvidas. As informações coletadas serão divulgadas em conjunto, a fim de garantir o sigilo, impedindo a sua identificação. Todos os formulários receberão códigos, sem registro de nomes dos participantes, sendo as informações guardadas sob a responsabilidade do pesquisador principal.

O projeto foi avaliado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da UFRGS, órgão colegiado, de caráter consultivo, deliberativo e educativo, cuja finalidade é avaliar – emitir parecer e acompanhar os projetos de pesquisa envolvendo seres humanos, em seus aspectos éticos e metodológicos, realizados no âmbito da instituição. Comitê de Ética em Pesquisa UFRGS: Av. Paulo Gama, 110, Sala 311, Prédio Anexo I da Reitoria - Campus Centro, Porto Alegre/RS - CEP: 90040-060. Fone: +55 51 3308 3738 E-mail: etica@propeq.ufrgs.br Horário de Funcionamento: de segunda a sexta, das 08:00 às 12:00 e das 13:00 às 17:00h. Durante a pandemia, este atendimento está sendo realizado somente através de e-mail.

Eu, \_\_\_\_\_, fui informado(a) dos objetivos e da justificativa da pesquisa de forma clara e detalhada, bem como sobre os procedimentos. **Declaro que entendi os objetivos, riscos e benefícios da participação da estudante (que sou responsável) na pesquisa e concordo com a sua participação.** Recebi uma via deste termo de consentimento bem como a garantia de resposta a dúvidas ou esclarecimentos relacionados à pesquisa e da segurança da confidencialidade dos dados obtidos.

Local e data: \_\_\_\_\_

Responsável pelo estudante (nome legível): \_\_\_\_\_

Assinatura do Responsável pelo estudante: \_\_\_\_\_

Nome do Pesquisador que aplicou o TCLE: Ítalo Kenne Rakowski (telefone 51 99987823)

Assinatura do Pesquisador que aplicou o TCLE: \_\_\_\_\_

Pesquisador responsável: Prof.<sup>a</sup> Dra. Ionara Rodrigues Siqueira

Departamento de Farmacologia, Instituto de Ciências Básicas da Saúde, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, telefone (51) 3308-3121

Assinatura: \_\_\_\_\_

## APÊNDICE D –AULA PRÁTICA DE FERMENTAÇÃO ALCOÓLICA

### Objetivos

- Observar e analisar a reação do *Saccharomyces cerevisiae* sob diferentes condições;
- Observar a produção de gás carbônico;
- Demonstrar a importância da fermentação para obtenção de produtos utilizados na alimentação do homem.



### Materiais

A- Água gelada
B- Água quente
C- Água em temperatura ambiente
D- Açúcar
E- Fermento biológico
F- Balões volumétricos
G- Balões
H- Copo de medida
I- Luvas
J- Colher de chá
K- Etiquetas
L- Caneta

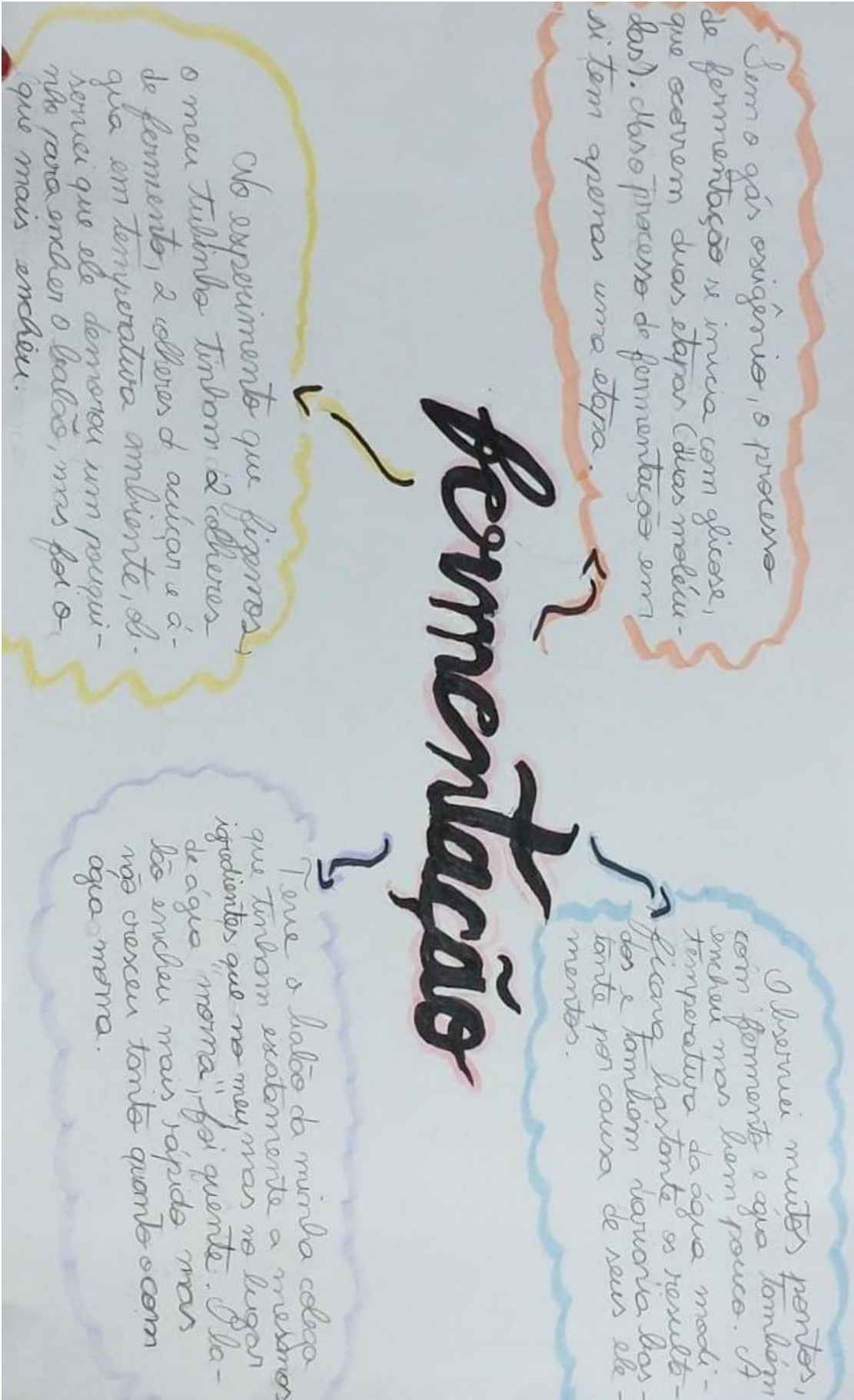


### Procedimentos

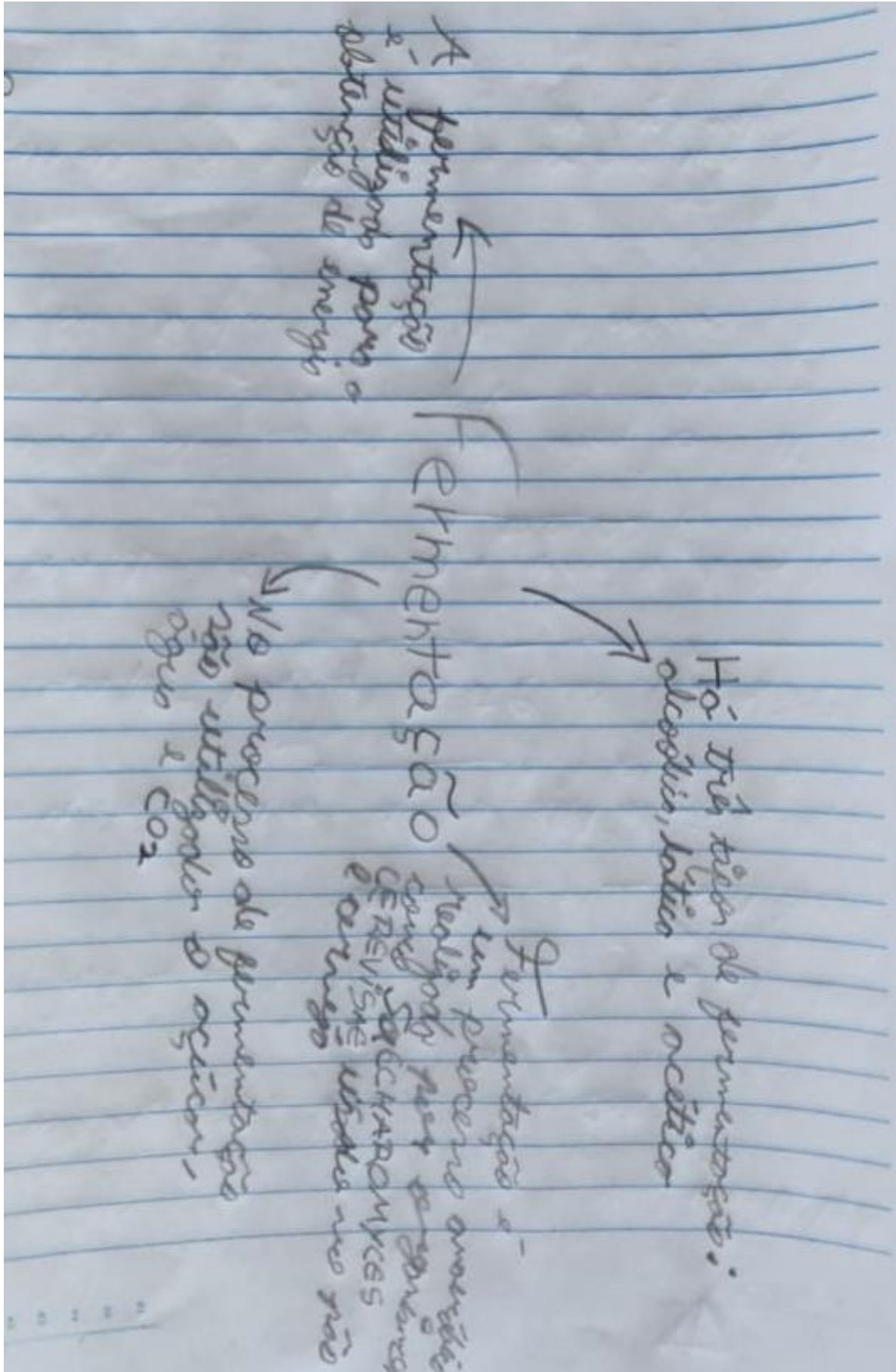
- 1 – Separar o material e identificar os balões volumétricos, com bastante atenção, do **a** ao **i** conforme a mistura que cada um conterà:
  - a - 50 ml de água gelada e 2 colheres de açúcar;
  - b - 50 ml de água quente e 2 colheres de açúcar;
  - c - 50 ml de água em temperatura ambiente e 2 colheres de açúcar;
  - d - 50 ml de água gelada e 1 colher de fermento biológico;
  - e - 50 ml de água quente e 1 colher de fermento biológico;
  - f - 50 ml de água em temperatura ambiente e 1 colher de fermento biológico;
  - g - 50 ml de água gelada, 2 colheres de açúcar e 2 colheres de fermento biológico;
  - h - 50 ml de água quente, 2 colheres de açúcar e 2 colheres de fermento biológico;
  - i - 50 ml de água em temperatura ambiente, 2 colheres de açúcar e 2 colheres de fermento biológico;
- 2 – Preparar cada mistura em um copo de medidas;
- 3 – Com o auxílio de um funil, adicionar as misturas aos balões volumétricos previamente identificados;
- 4 – Colocar uma bexiga na boca de cada balão volumétrico de forma a cobri-la completamente;
- 5 – Observe os resultados de cada um dos balões volumétricos.



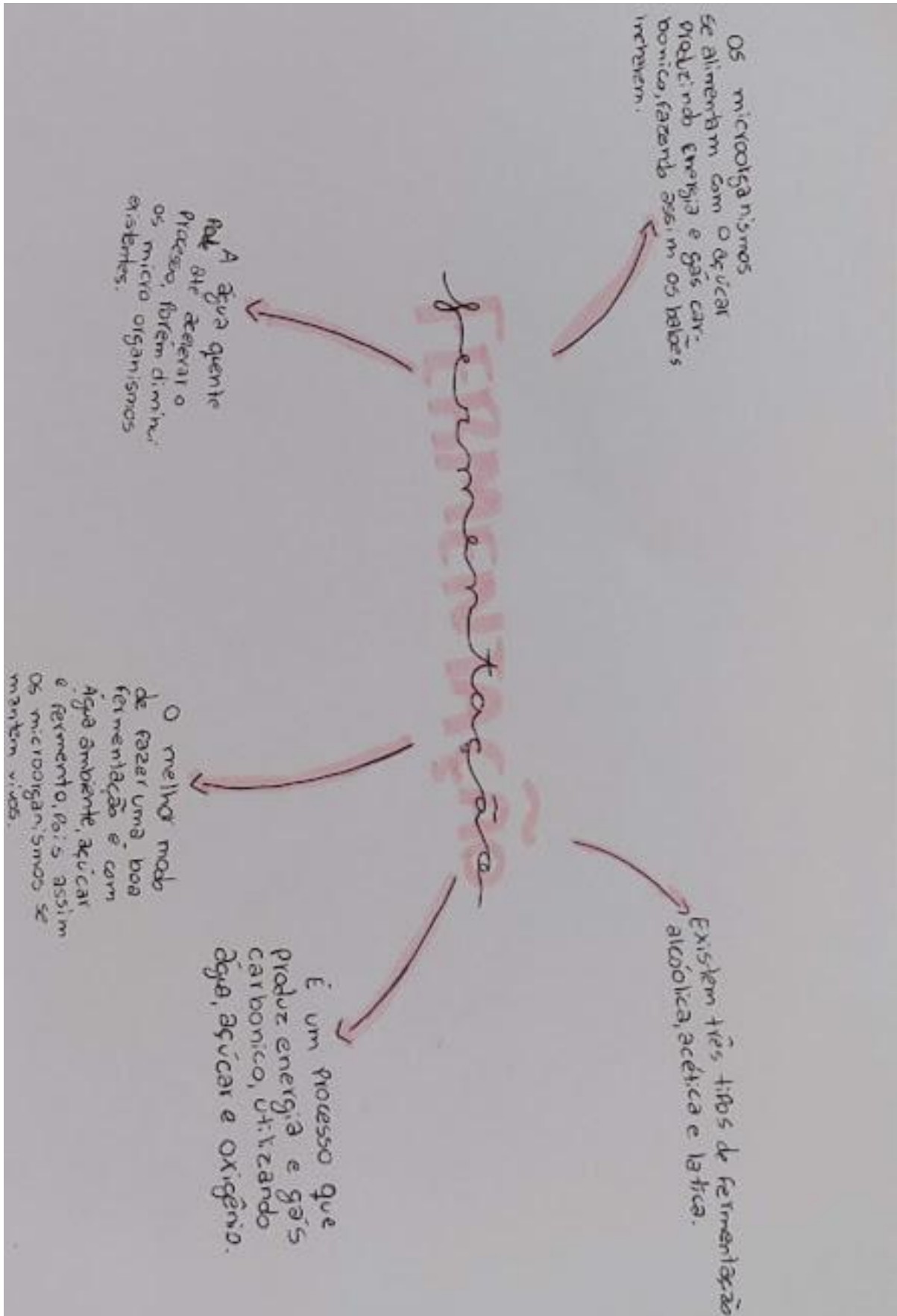
APÊNDICE E – MAPA MENTAL PRODUZIDO PELO ALUNO “A1”



APÊNDICE F - MAPA MENTAL PRODUZIDO PELO ALUNO "A2"

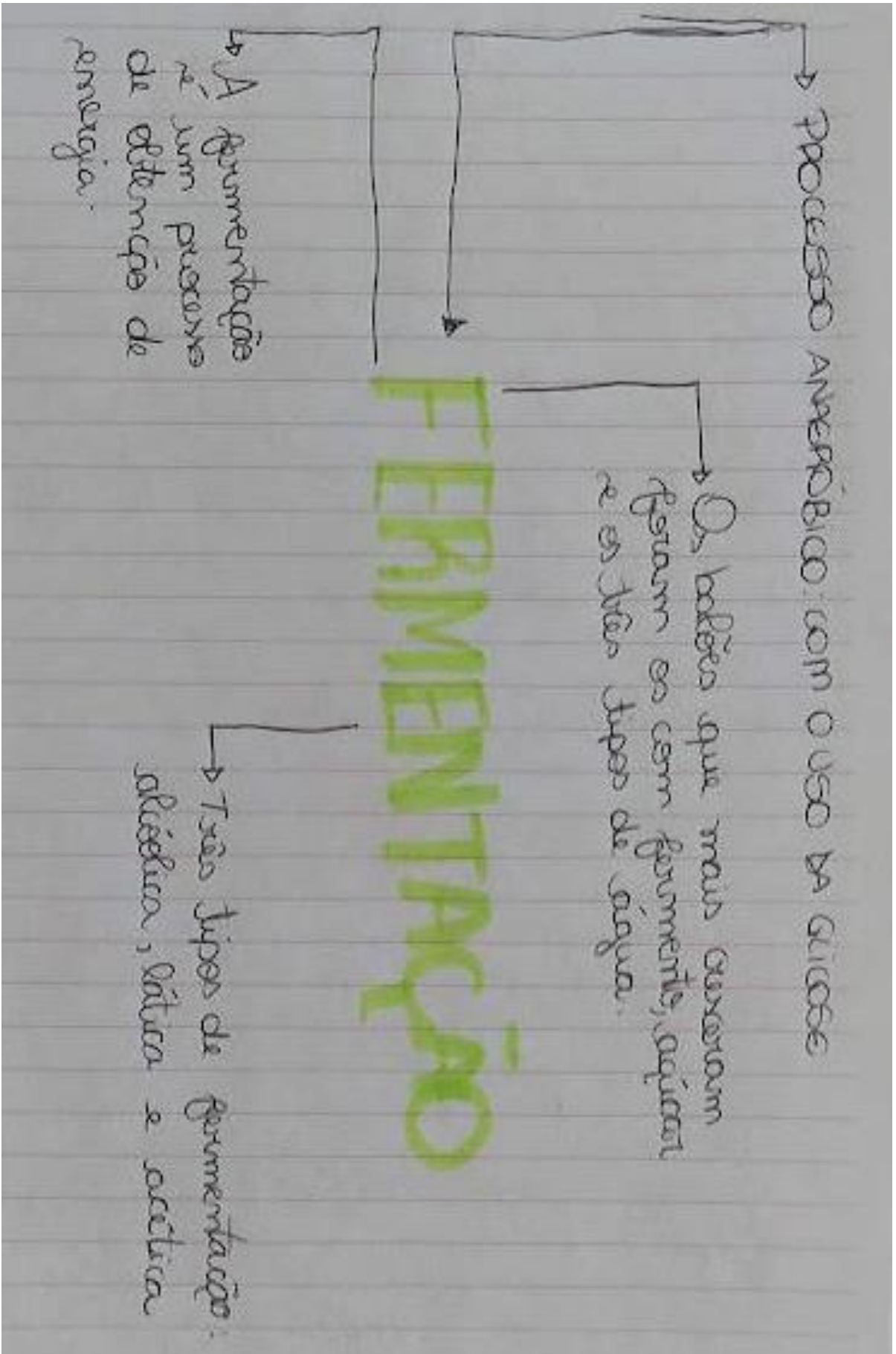


## APÊNDICE G – MAPA MENTAL PRODUZIDO PELA ALUNA “A3”

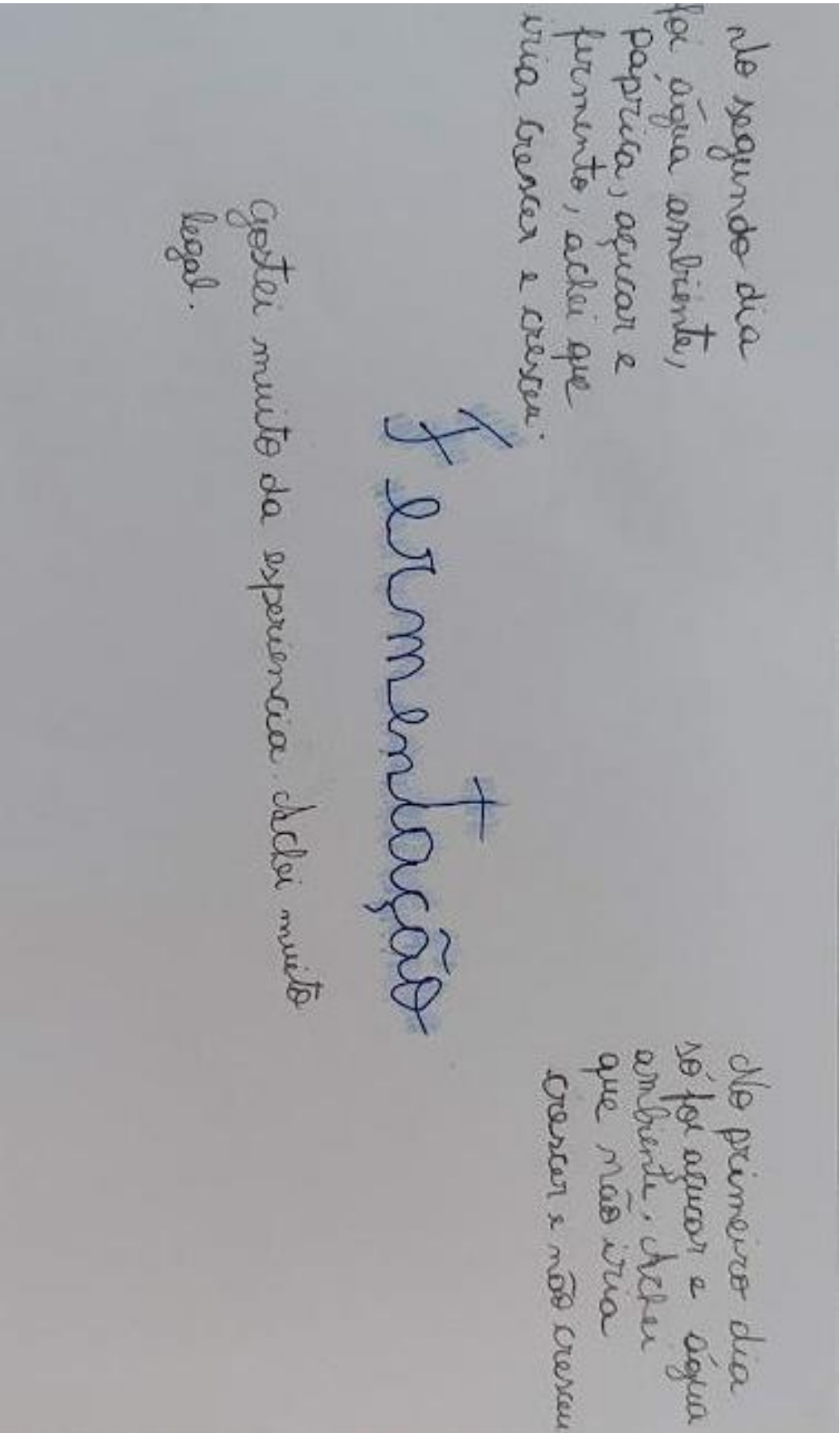




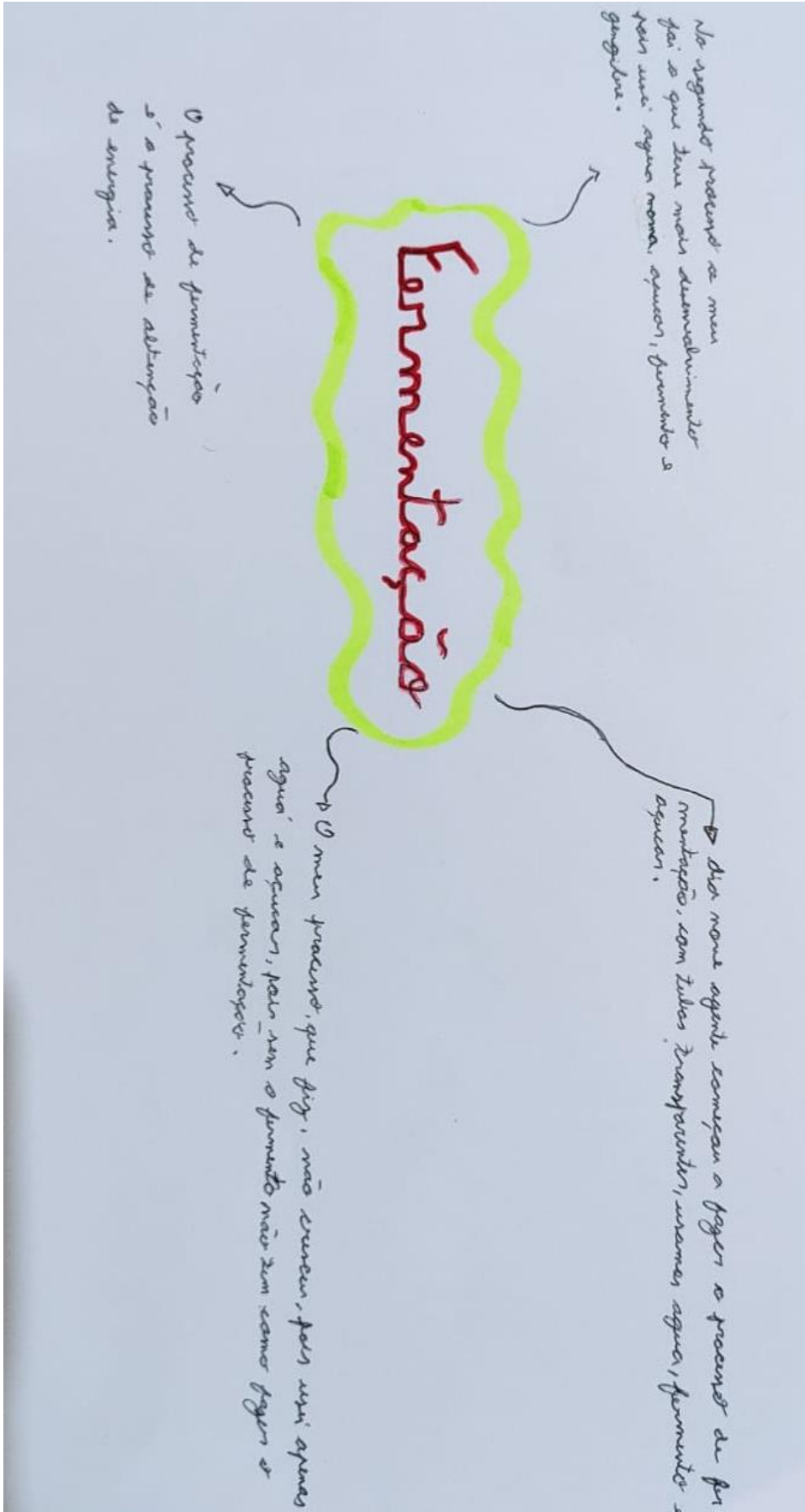
## APÊNDICE H – MAPA MENTAL PRODUZIDO PELO ALUNO “A4”



APÊNDICE I – MAPA MENTAL PRODUZIDO PELO ALUNO “A5”



APÊNDICE J – MAPA MENTAL PRODUZIDO PELO ALUNO “A6”



## APÊNDICE K - MAPA MENTAL PRODUZIDO PELO ALUNO "A7"

