



SATO¹, Amélia
ONO², Lucy

SEQUENCIA DIDÁTICA COM O USO DE MICROSCÓPIO ALTERNATIVO EM PRÁTICAS EXPERIMENTAIS COM LEVEDURAS

A presente sequência didática foi realizada como produto do Trabalho de Conclusão de Mestrado no Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional (PROFBIO), Setor de Ciências Biológicas da UFPR e contou com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – BRASIL (CAPES).

Licença: Creative Commons (atribuições BY, NC, SA: os créditos são do autor; impede o uso comercial da obra; a obra pode ser utilizada e alterada, desde que mantenha a licença original).



A carência de recursos materiais sempre foi um problema enfrentado não somente pelas escolas públicas localizadas em periferias, como também outras instituições de ensino, incluindo as de nível superior. Mais propriamente, a falta de materiais nos laboratórios de Ciências, dificultam o trabalho do professor das disciplinas que envolvem experimentos práticos. A falta do microscópio óptico, de alto custo, e muitas vezes ausente nas escolas de Ensino Fundamental e Médio, reflete as carências conceituais que os estudantes acabam levando para toda a vida.

O estudo de microrganismos permite aos estudantes compreender a relevância desses seres que habitam em abundância ao nosso redor, não se limitando a serem causadores de doenças, ou mesmo, invisíveis a olho nu. Daí a necessidade da adaptação de equipamentos de menor custo, que possam substituir equipamentos caros e de difícil aquisição, possibilitando ao estudante a visualização desse imenso mundo secreto que só pode ser visto sob lentes de aumento.

¹SEED/PR – Bióloga Licenciada pertencente ao Quadro Próprio do Magistério.

²UFPR/DPAT – Professora Doutora do Departamento de Patologia Básica.

O professor tem papel relevante nessa adaptação, pois sendo o mediador do conhecimento em sala de aula, muitas vezes também se vê na responsabilidade de adaptar equipamentos comerciais em materiais mais simples, baratos e de fácil aquisição e construção.

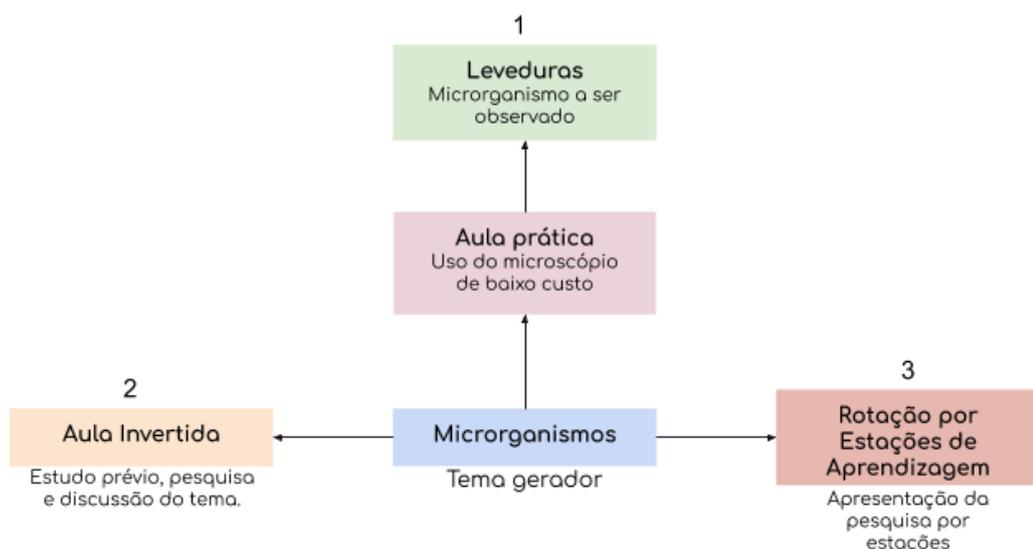
Nesse contexto aparecem os microscópios caseiros ou alternativos que, elaborados de diversas formas e técnicas, podem ser construídos com material reciclável como lentes de laser pointer ou mesmo de leitores de DVD, garrafas plásticas, pedaços de MDF, acrílico e também de outros materiais reutilizáveis. Também aparece o microscópio adaptado de Yoshino (2017) que, fabricado com matérias alternativas, tem valor de aquisição muito menor ao dos microscópios ópticos disponíveis no mercado.

A partir disso, esta sequência didática foi elaborada com o intuito de auxiliar o professor que deseja realizar atividades práticas experimentais com seus estudantes, mesmo quando o laboratório de Ciência de sua escola for inexistente.

ESTUDOS DE MICRORGANISMOS COM O AUXÍLIO DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

A partir do esquema abaixo, o professor compreende que, a sequência didática foi dividida em três momentos diferentes, podendo o professor utilizar 3 ou mais aulas (de 50 minutos cada) de seu cronograma, de acordo com o desenvolvimento e aproveitamento dos seus estudantes.

Figura 1 – Organização básica da sequência didática sugerida.



Fonte: SATO (2020)

Com a escolha do material de baixo custo para o desenvolvimento da aula prática experimental, como o microscópio de baixo custo adaptado de Yoshino (2017), incluso a escolha de leveduras à fresco pela facilidade de observação, é possível a elaboração de diversas práticas envolvendo a realização de microscopia nas disciplinas de Ciências e Biologia.

Compreende-se que o tema estudo de microrganismos envolve conteúdos e conceitos diversos dentro de contextos também variados, e essa sequência didática torna-se então uma metodologia ao mesmo tempo ativa e facilitadora para a introdução de temas como a grande diversidade de microrganismos, os benefícios e malefícios trazidos por esses.

1 PRIMEIRO MOMENTO - AULAS PRÁTICAS

A sequência didática proposta foi desenvolvida para a inserção de aulas práticas com leveduras como indutora da curiosidade e geradora de questões problematizadoras, com base em práticas propostas por MALAJOVICH (2006) e YOUNG (2011) que foram modificadas para esta sequência.

1.1 SUGESTÃO DE PRÁTICA EXPERIMENTAL - ATIVIDADE 1

A 1ª questão norteadora da investigação a ser apresentada à sala de aula e que faz parte do cotidiano dos estudantes seria: *O que faz a massa de pão crescer?* Pode-se mostrar 1 saco ziploc contendo leveduras secas e passar por todos os estudantes para perguntarem se eles sabem o que é.

Caso ninguém responda, pode-se explicar que são leveduras, e que o que estamos enxergando é um agregado delas, e que 1 colher de sopa tem bilhões delas e trabalhar as dimensões delas (escala); que foram secas por um processo industrial, que as mantém vivas, quando reconstituídas em água. Uma resposta genérica e que a maioria possivelmente dirá é que o fermento faz a massa de pão crescer. O que nos leva à segunda questão norteadora.

1.2 SUGESTÃO DE PRÁTICA EXPERIMENTAL - ATIVIDADE 2

A 2ª questão norteadora a ser investigada seria: *Como o fermento biológico de pão faz a massa de pão crescer?* Para auxiliar na formulação das hipóteses, propomos um experimento qualitativo utilizando 3 copos de café, representando 3 grupos:

- Grupo 1: copo contendo levedura, açúcar, água fria e farinha;
- Grupo 2: copo contendo levedura, açúcar, água morna e farinha;
- Grupo 3: copo contendo levedura, sem açúcar, água morna e farinha.

Todos os grupos devem, simultaneamente, iniciar com a adição de 1 colher de chá de fermento biológico seco a cada copo de café. A um outro copo de café, solubilizar 1 colher de chá de açúcar ou zero de açúcar (dependendo do grupo) e 1 colher de sopa de água mineral ~40°C ou à temperatura ambiente dependendo do grupo (medir a temperatura com auxílio de termômetro culinário do tipo espeto de baixo custo), misturando-se com o auxílio de um palito de churrasco por 30 segundos.

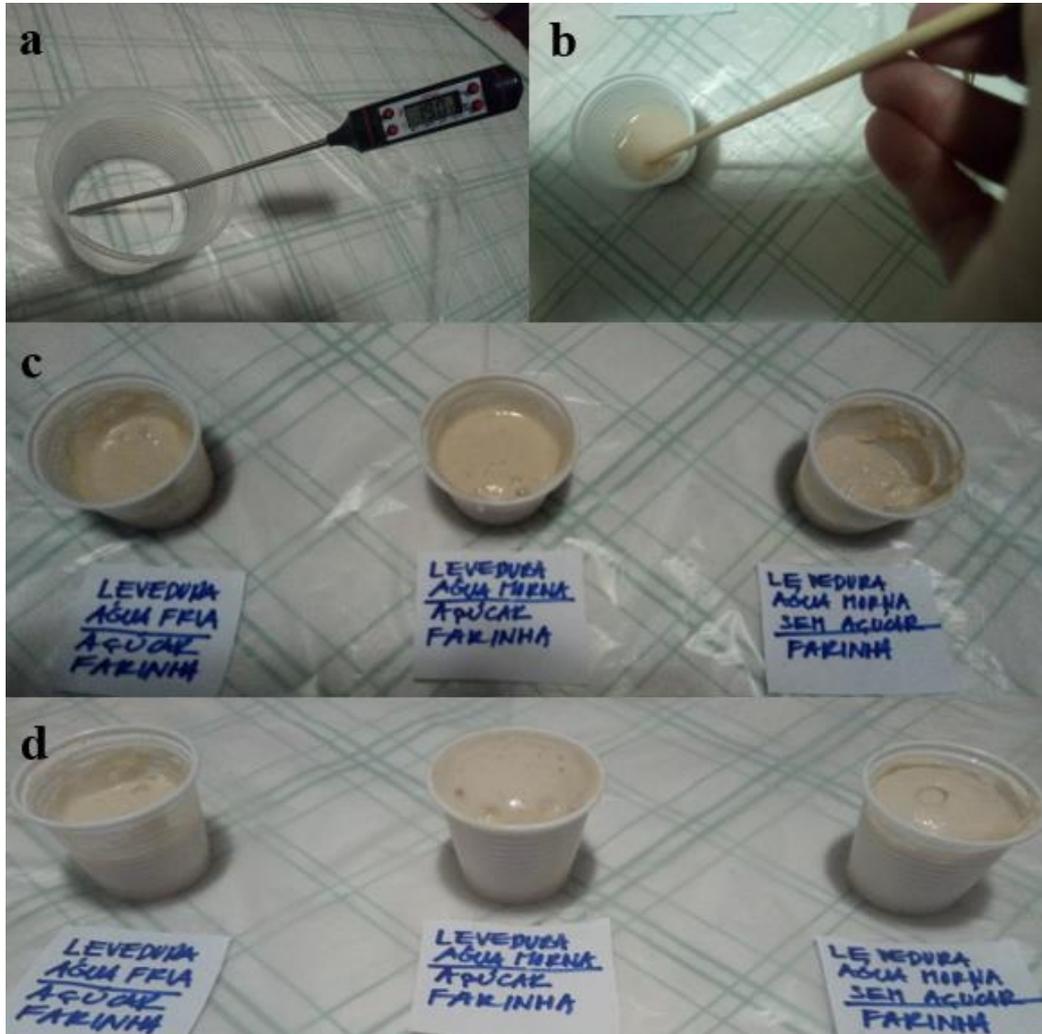
Verter essa mistura sobre o copo contendo levedura. Cada grupo deve misturar simultaneamente por 30 segundos, seguida de adição de 1 colher de sopa de farinha e agitação vigorosa por 30 segundos, período após o qual os copos serão observados para verificar em qual deles a massa formada cresce mais rapidamente, até alcançar a borda do copo.

1.2.1 ANÁLISE DE RESULTADOS – ATIVIDADE 2

Na atividade prática 2 o experimento qualitativo proposto terá avaliado 3 grupos, para verificar quais condições (água fria a ~19°C e água morna a ~40°C; presença ou ausência de açúcar) levariam a um crescimento maior da massa (como no exemplo da Figura 2), chegando à conclusão de que a melhor condição é a de água morna e contendo açúcar, a primeira a alcançar a borda do copo após seu crescimento em um tempo de ~8 minutos. Aqui podem surgir questionamentos do papel dessas variáveis (temperatura e açúcar) no crescimento da massa por meio da ação da levedura.

Figura 2 - Determinação qualitativa das melhores condições para o crescimento de uma massa à base de farinha por meio do uso de fermento biológico. a) termômetro culinário de espeto utilizado para avaliar a temperatura

da água mineral utilizada (~19°C à temperatura ambiente e ~40°C à temperatura morna; **b**) palito de churrasco utilizado como bastão para misturar vigorosamente 1 colher de chá de fermento biológico seco em água contendo ou não açúcar, morna ou fria; **c**) grupos 1 (contendo água fria e açúcar), grupo 2 (contendo água morna e açúcar) e grupo 3 (contendo água morna e sem açúcar) logo após adição de farinha, no tempo 0 do experimento; **d**) avaliação após 8 minutos de observação indicando que a massa com maior crescimento (a primeira a atingir a borda do copo de café) seria a do grupo 2 (contendo água morna e açúcar)



Fonte: SATO (2020)

1.3 SUGESTÃO DE PRÁTICA EXPERIMENTAL - ATIVIDADE 3

A 3ª questão norteadora a ser investigada seria: *Do que é feito o fermento biológico de pão?* Nesta etapa, os grupos podem ser instigados a colherem informações do rótulo de embalagem do fermento biológico seco e realizarem buscas na internet sobre *Saccharomyces cerevisiae* (levedura).

Para que consigam visualizar a levedura, os estudantes devem preparar uma suspensão do fermento biológico utilizando um copo de café, adicionando 1 colher de sopa

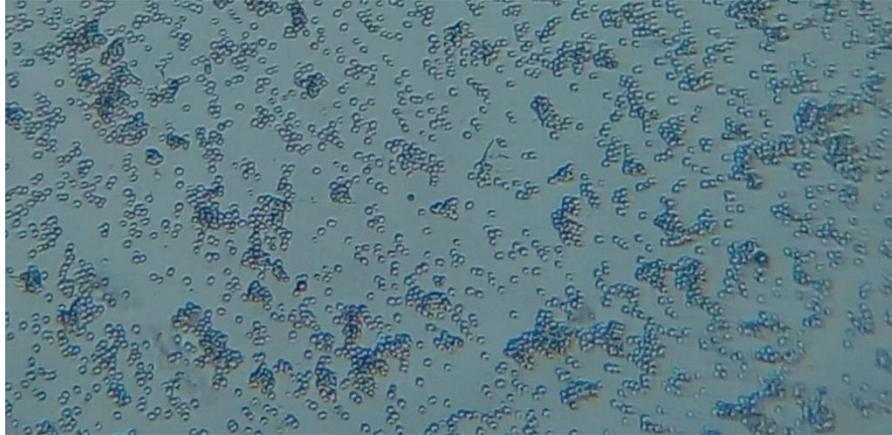
de água mineral morna (~40°C) e 1 colher de chá de fermento biológico seco, misturando com palito de churrasco por 30 segundos; após 5 minutos, com o auxílio de um palito de dente (ou conta-gotas pequeno ou pipeta Pasteur), coletar e depositar em cima de uma lâmina de vidro o equivalente a 1 gota da suspensão e misturada sobre a lâmina com 1 ou mais gotas de água mineral (a suspensão deve ficar apenas levemente turva).

Após cobrir a suspensão com lamínula de vidro e retirar o excesso das laterais da lamínula com papel toalha, observar a lâmina ao microscópio modificado de Yoshino (2017) com smartphone e *zoom* digital de 4x a 8x. Após realizarem a observação, pode-se pedir para os estudantes desenharem o que estão visualizando e depois mostrar fotografias de maior aumento desse microrganismo (aumento de 1000x, microscopia eletrônica) e um desenho esquematizado dos seus constituintes.

1.3.1 ANÁLISE DE RESULTADOS – ATIVIDADE 3

Na 3ª atividade prática, os estudantes teriam uma 3ª questão norteadora a ser investigada “*Do que é feito o fermento biológico de pão?*” que resultaria no convite à observação de uma suspensão aquosa do fermento biológico seco contendo células microscópicas de *Saccharomyces cerevisiae* (levedura), utilizando o microscópio modificado de Yoshino (2017) (Figura 3), tendo sido importante produzir uma gota levemente turva antes da colocação da lamínula, pois suspensões muito concentradas e carregadas podem dificultar a observação da levedura. Seria importante que nessa etapa, os estudantes já tivessem tido aulas anteriores para a observação de diferentes objetos ampliados pelo microscópio e tivessem familiaridade com o funcionamento dele.

Figura 3 - Observação de suspensão aquosa de leveduras (*Saccharomyces cerevisiae*) de fermento biológico seco em microscópio modificado de Yoshino (2017). A captura da imagem foi feita com câmera traseira de smartphone com *zoom* digital de 4x; a magnificação calculada é de cerca de 170x nesta imagem



Fonte: SATO; LIMA; ONO (2021)

1.4 SUGESTÃO DE PRÁTICA EXPERIMENTAL - ATIVIDADE 4

Pedir para os estudantes formularem hipóteses sobre como a levedura fez a massa crescer, instigando-os a pensar qual seria o papel do açúcar sobre as leveduras, propondo um experimento que permita fazer essa investigação.

Na proposta de MALAJOVICH (2006), materiais simples podem ser utilizados para quantificar o crescimento da massa de pão por meio da fermentação biológica.

Neste trabalho, ao invés de estudar diferentes variáveis simultaneamente (MALAJOVICH, 2006), propõe-se quantificar esse crescimento trabalhando diferentes concentrações de uma única variável que é concentração de açúcar. Outra alteração proposta neste trabalho em relação ao protocolo de Malajovich (2006) foi a de aumentar a concentração de levedura, de modo que, de forma inédita, a quantificação do crescimento pudesse ser realizada por meio da medida de crescimento do diâmetro médio das bolhas de gás produzidas. A atividade 5 (a seguir) foi proposta neste trabalho para poder avaliar o efeito da concentração de açúcar na produção de gases ao nível microscópico (Atividade 5).

Para isso, utilizar 4 grupos experimentais, preparando-se para todos os grupos:

- 1 saco plástico contendo 6 colheres de sopa de farinha;
- 1 garrafa de água mineral de 500mL vazia e cortada logo após a curvatura da sua boca terminar, formando um recipiente aproximadamente cilíndrico;

- 1 copo de plástico médio contendo 0 colher de chá de açúcar (grupo 1); 1,5 colheres de chá de açúcar (grupo 2); 3 colheres de chá de açúcar (grupo 3); 6 colheres de chá de açúcar (grupo 4) e solubilizados em 3 colheres de sopa de água morna (~40°C);

- 1 copo de plástico contendo 3 colheres de chá de fermento suspensos em 3 colheres de sopa de água morna (~40°C);

- 1 régua milimetrada de 10cm ou maior (pode ser impressa em sites como <https://www.reguaonline.com/files/regua-para-imprimir-20cm.pdf>) de papel, total de 4 réguas de papel para os 4 grupos;

- Pedacos de fitas adesivas para colar a régua milimetrada de papel ao recipiente;

- 1 palito de churrasco para cada grupo (total de 4 palitos), para serem utilizados no lugar de bastões de vidro para misturar os reagentes;

- 1 tesoura pequena.

Primeiramente preparar:

a) 4 recipientes de plástico vazios a partir de garrafas de 500mL de água e fazer as identificações (o açúcar, 1,5 colheres de chá de açúcar, 3 colheres de chá de açúcar, 6 colheres de chá de açúcar, pois as outras variáveis (volume e temperatura da água, quantidade de levedura e quantidade de farinha) seriam as mesmas para todos os grupos;

b) As 6 colheres de sopa de farinha serão medidas e colocadas nos 4 sacos plástico, reservando-as próximas aos recipientes de plástico;

c) Distribuir 3 colheres de sopa de água morna (~40°C) em cada um de 8 copos médios de plástico e em 4 desses copos adicionar respectivamente 0 colheres de chá de açúcar (grupo 1), 1,5 colher de chá de açúcar (grupo 2), 3 colheres de chá de açúcar (grupo 3) e 4 colheres de chá de açúcar (grupo 4); com o auxílio de um palito de churrasco (com a ponta voltada para cima), solubilizar por 30 segundos, mexendo vigorosamente para solubilizar o açúcar. Recomenda-se trabalhar com 4 voluntários para que sejam solubilizados simultaneamente, eliminando-se a interferência dessa variável;

d) Distribuir 3 colheres de chá de fermento biológico seco aos 4 copos restantes já contendo 3 colheres de sopa de água morna, mexendo vigorosamente com o auxílio de palitos de churrasco e simultaneamente com a ajuda de 4 voluntários, durante 30 segundos, eliminando-se a interferência dessa variável;

e) Assim que o fermento biológico for reconstituído em água morna (etapa 4), a solução de água contendo ou não açúcar será vertida sobre a suspensão de fermento

biológico, mexendo vigorosamente com o auxílio de palitos de churrasco e simultaneamente com a ajuda de 4 voluntários, durante 30 segundos, eliminando-se a interferência dessa variável;

f) E imediatamente a mistura de fermento, açúcar e água morna será vertida dentro do saco plástico contendo 6 colheres de sopa de farinha; retirar o ar de dentro do saco e amassar contida no saco com as mãos por 30 segundos, e simultaneamente com a ajuda de 4 voluntários, eliminando-se a interferência dessa variável;

g) Após a massa ser amassada por 30 segundos, imediatamente e simultaneamente com a ajuda de 4 voluntários, 1 vértice do saco será cortado com a tesoura e despejada dentro de cada um dos 4 recipientes criados com garrafas de água de 500mL (puxando o máximo de massa possível com o auxílio das mãos sobre o saco de plástico);

h) Imediatamente após a massa ser despejada nos recipientes, colar régua milimetrada de papel nos recipientes, na altura em que a massa termina, simultaneamente com a ajuda de 4 voluntários, eliminando-se a interferência da variável de tempo;

i) Com o auxílio de um cronômetro, marcar as distâncias alcançadas pelas massas após 15 minutos. As massas serão novamente misturadas vigorosamente com o auxílio do palito de churrasco para retirar ao máximo o gás produzido e novamente medidas as distâncias alcançadas após mais 15 minutos, construindo-se um gráfico de crescimento da massa x quantidade de açúcar.

Podem ser utilizadas colheres medidoras de sopa (volume 15mL), de chá (volume 5mL) e de café (volume 2,5mL), cuja equivalência em gramas é apresentada na Tabela 1.

Tabela 1 – Massas dos ingredientes medidos com colheres de sopa e de chá, obtidas por pesagem em balança.

Item	1 colher de sopa (g)	1 colher de chá (g)	1 colher de café (g)
Farinha branca	8,7	2,8	ND
Açúcar refinado	11,0	3,2	ND
Fermento biológico seco	ND	2,7	1,3

*ND = não determinado.

Fonte: SATO (2020)

1.4.1 ANÁLISE DE RESULTADOS – ATIVIDADE 4

Na atividade prática 4, trabalhar-se-á com uma variação do experimento proposto por MALAJOVICH (2006), para responderem sobre o papel do açúcar na atividade das leveduras sobre o crescimento do pão. Aqui, ao invés de estudar diferentes variáveis simultaneamente como propôs MALAJOVICH (2006), esse crescimento da massa pela ação da levedura será investigado trabalhando diferentes concentrações de uma única variável que seria a concentração de açúcar (Figuras 4 e 5).

Figura 4 - Materiais para a investigação da relação entre quantidade de açúcar e velocidade de crescimento da massa de à base de farinha pelo fermento biológico.



Lista de materiais:

- a) recorte da garrafa de água de 500mL para produzir recipiente cilíndrico;
- b) colheres medidoras de sopa (15mL), chá (5mL) e café (2,5mL);
- c) água morna (~40°C);
- d) copo com água e açúcar em diferentes concentrações;
- e) etapa em que a solução de açúcar é vertida sobre a suspensão de leveduras;
- f) 4 grupos cada qual com seu saco de farinha reservado sobre o qual será vertida a suspensão de açúcar (em diferentes quantidades), água e levedura.

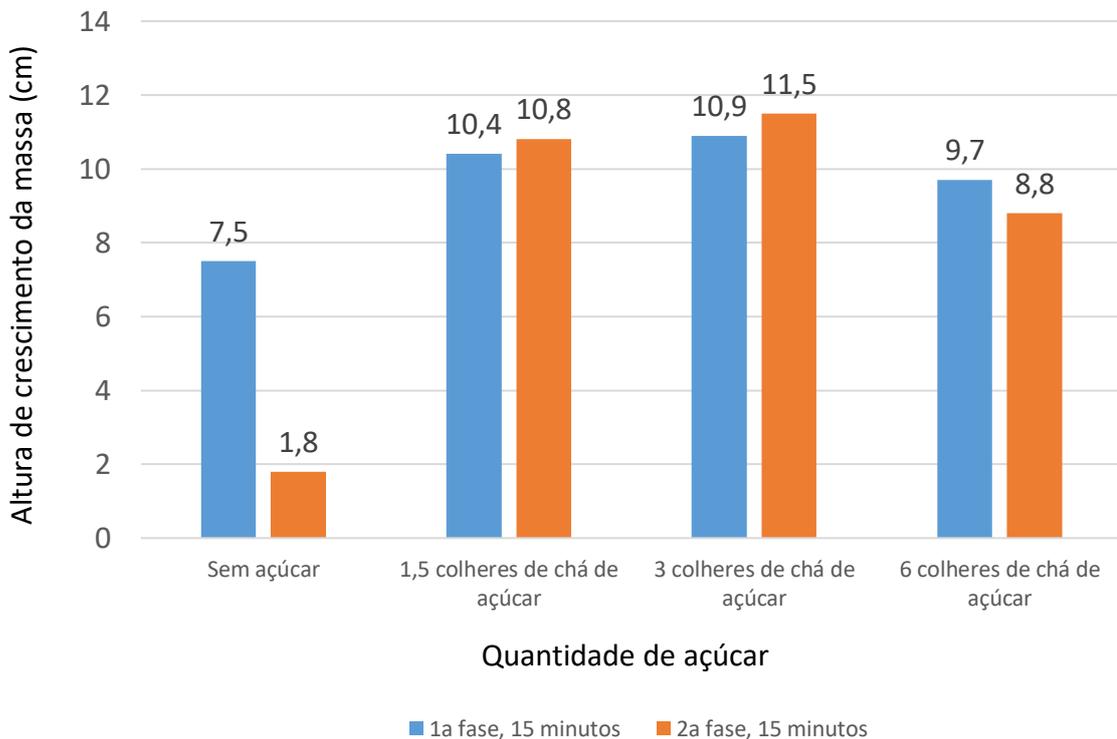
Figura 5 - Avaliação da altura de crescimento da massa contendo fermento biológico em função de diferentes concentrações de açúcar.



Todos os grupos contêm 6 colheres de sopa de água morna (~40°C), 3 colheres de chá de fermento biológico seco e 6 colheres de sopa de farinha e serão observados por 15 minutos:

- grupo 1 sem adição de açúcar;
- grupo 2 com adição de 1,5 colheres de chá de açúcar;
- grupo 3 com adição de 3 colheres de chá de açúcar;
- grupo 4 com adição de 6 colheres de chá de açúcar.

Figura 6 - Avaliação da altura de crescimento da massa contendo fermento biológico em função de diferentes concentrações de açúcar. ***1ª fase:** medida de altura de crescimento da massa tomada logo após 15 minutos de despejamento da massa dentro do recipiente cilíndrico; ***2ª fase:** medida de crescimento da massa tomada logo após 15 minutos de agitação vigorosa da massa crescida anteriormente por 30 segundos com palito de churrasco para a retirada parcial do gás formado nos 15 primeiros minutos.



Fonte: SATO (2020)

É possível, no exemplo de resultado observado na Figura 5, observar que a concentração em que ocorreu maior crescimento da massa após 15 minutos de observação é a que continha 3 colheres de chá de açúcar, tanto nos 15 minutos iniciais quanto nos 15

minutos seguintes após a retirada parcial do gás formado nos 15 minutos anteriores. É possível observar que nos 15 primeiros minutos, há crescimento significativo (7,5cm) no grupo 1, que não continha açúcar, o que não se repete na 2ª fase, 15 minutos posteriores à retirada parcial do gás produzido antes (1,8cm), possivelmente relacionado à açúcar residual da cultura de levedura utilizada para a produção do fermento biológico seco, mas com boa parte dele rapidamente consumido nos primeiros 15 minutos de fermentação. Também é possível observar que em concentrações muito altas de açúcar (grupo 4 contendo 6 colheres de chá de açúcar) o crescimento da massa foi menor que nos grupos 2 (1,5 colheres de chá de açúcar) e 3 (3 colheres de chá de açúcar), possivelmente influenciado por um ambiente hipertônico para a levedura (Figura 6).

1.5 SUGESTÃO DE PRÁTICA EXPERIMENTAL - ATIVIDADE 5

Esta atividade foi elaborada de forma inédita pelas autoras para compor a sequência didática proposta (SATO; LIMA; ONO, 2021). Para visualizar microscopicamente a produção e crescimento de bolhas de gases por meio da fermentação do açúcar por leveduras utilizando o microscópio modificado de Yoshino, preparar sequencialmente 4 suspensões diferentes contendo ou não açúcar (mesmas proporções utilizadas na Atividade 4), contendo água morna (~40°C) e contendo fermento biológico seco ressuspendido.

Para isso, utilizar 4 grupos experimentais, e para todos os grupos preparar:

- 1 copo de plástico pequeno (de café) contendo 0 colher de chá de açúcar (grupo 1); 0,5 colher de chá ou 1 colher de café de açúcar (grupo 2); 1 colher de chá de açúcar (grupo 3); 2 colheres de chá de açúcar (grupo 4) e solubilizados em 1 colher de sopa de água morna (~40°C);

- 1 copo de plástico pequeno (de café) contendo 1 colher de chá de fermento suspensa em 1 colher de sopa de água morna (~40°C);

- lâminas, lamínulas, palitos de dentes, microscópio modificado de Yoshino (2017).

A avaliação deve seguir os seguintes passos (caso haja apenas 1 microscópio, cada concentração de açúcar deve ser estudada sequencialmente e não simultaneamente):

- a) Preparar o *smartphone* sobre o microscópio modificado de Yoshino (2017), ligando a lanterna e deixando o aparato pronto para receber a lâmina que será preparada.

Preparar a câmera do smartphone no modo de gravação, aguardando para iniciar a gravação após o posicionamento da lâmina;

b) Em um copo de café, adicionar a quantidade de açúcar correspondente ao grupo a ser estudado (0; 0,5 colher de chá ou 1 colher de café; 1 colher de chá; 2 colheres de chá) e solubilizada em 1 colher de sopa de água morna ($\sim 40^{\circ}\text{C}$), com agitação vigorosa usando palito de churrasco por 30 segundos;

c) Em um copo de café, adicionar 1 colher de chá de fermento biológico seco ressuspenso em 1 colher de sopa de água morna ($\sim 40^{\circ}\text{C}$), com agitação vigorosa por 30 segundos usando palito de churrasco;

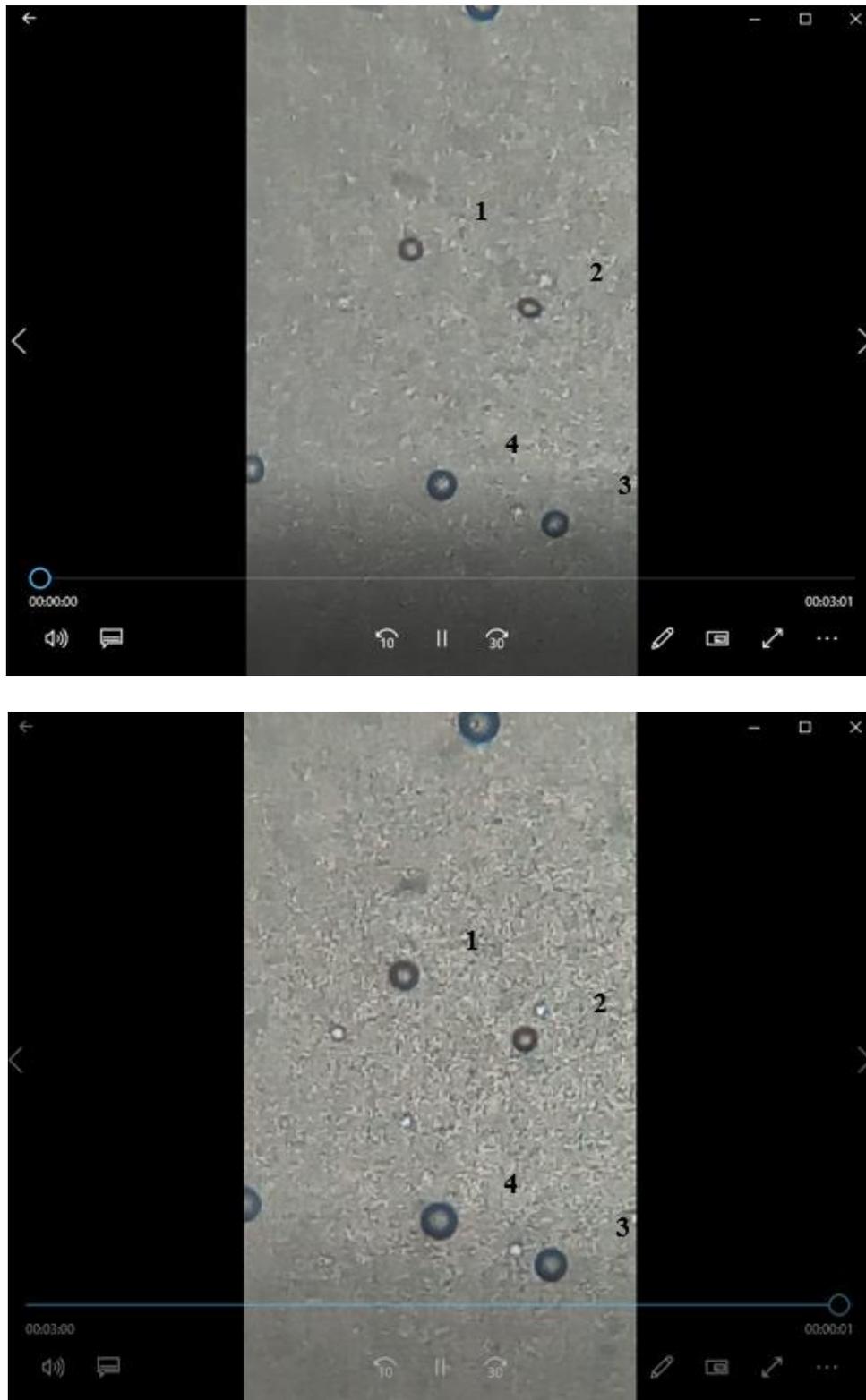
d) Imediatamente após o preparo da suspensão de leveduras, verter o copo contendo solução de açúcar sobre o copo contendo suspensão de leveduras e agitar com palito por 30 segundos, vigorosamente. Imediatamente depositar 1 ou 2 gotas sobre lâmina de vidro, cobrir com lamínula e imediatamente posicionar e focalizar no microscópio de Yoshino. Rapidamente, escolher um campo onde bolhas de gases (4 ou mais) possam ser observadas e realizar a gravação do campo por um período de 3 minutos;

e) Tirar *prints* das telas nos tempos de 0 e 3 minutos em cada uma das concentrações de açúcar e, após impressão dessas telas, com o auxílio de uma régua milimetrada, medir os diâmetros das bolhas de gases nos 2 tempos. O número de vezes em que cada bolha aumenta é determinado pela relação “diâmetro da bolha aos 3 minutos/diâmetro da mesma bolha no tempo 0”. E uma média desse aumento é obtida pela “soma dos aumentos verificados/número de bolhas observadas”, construindo-se um gráfico de aumento médio do diâmetro da bolha x quantidade de açúcar.

1.5.1 ANÁLISE DE RESULTADOS – ATIVIDADE 5

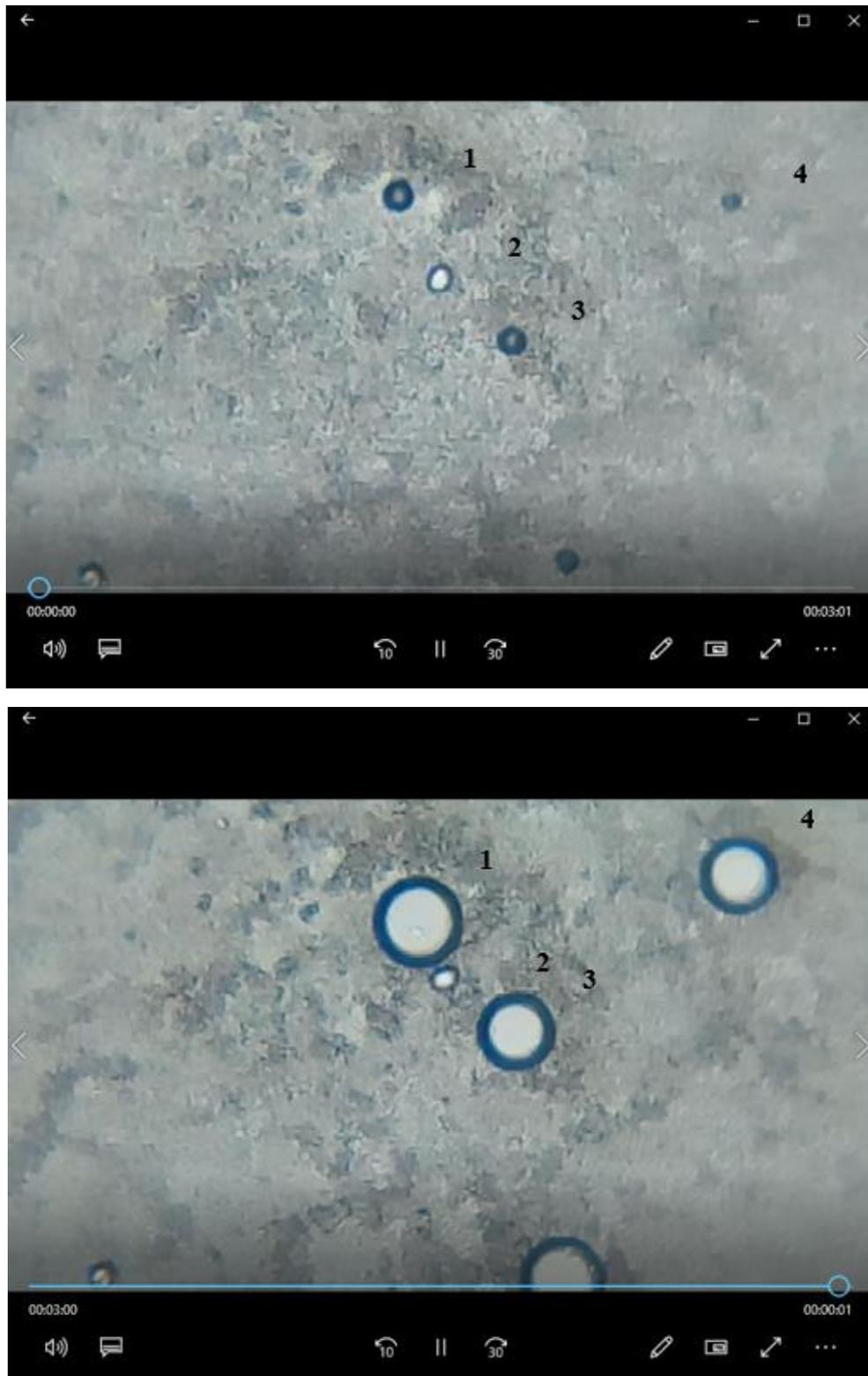
Exemplos de avaliações dos crescimentos das bolhas de gás produzidas pelas leveduras em diferentes concentrações de açúcar por meio do microscópio modificado de Yoshino (2017) são apresentadas nas Figuras 7, 8, 9, 10 e 11, e também na Tabela 2. A quantificação do crescimento do diâmetro médio das bolhas de gás ao microscópio reproduziu os resultados de crescimento de altura de massa nas mesmas concentrações de açúcar.

Figura 7 - Avaliação do aumento do diâmetro das bolhas de gás produzidas por suspensão aquosa de leveduras sem adição de açúcar em microscópio modificado de Yoshino (2017) com *prints* de telas nos tempos 0 e 3 minutos de gravação.



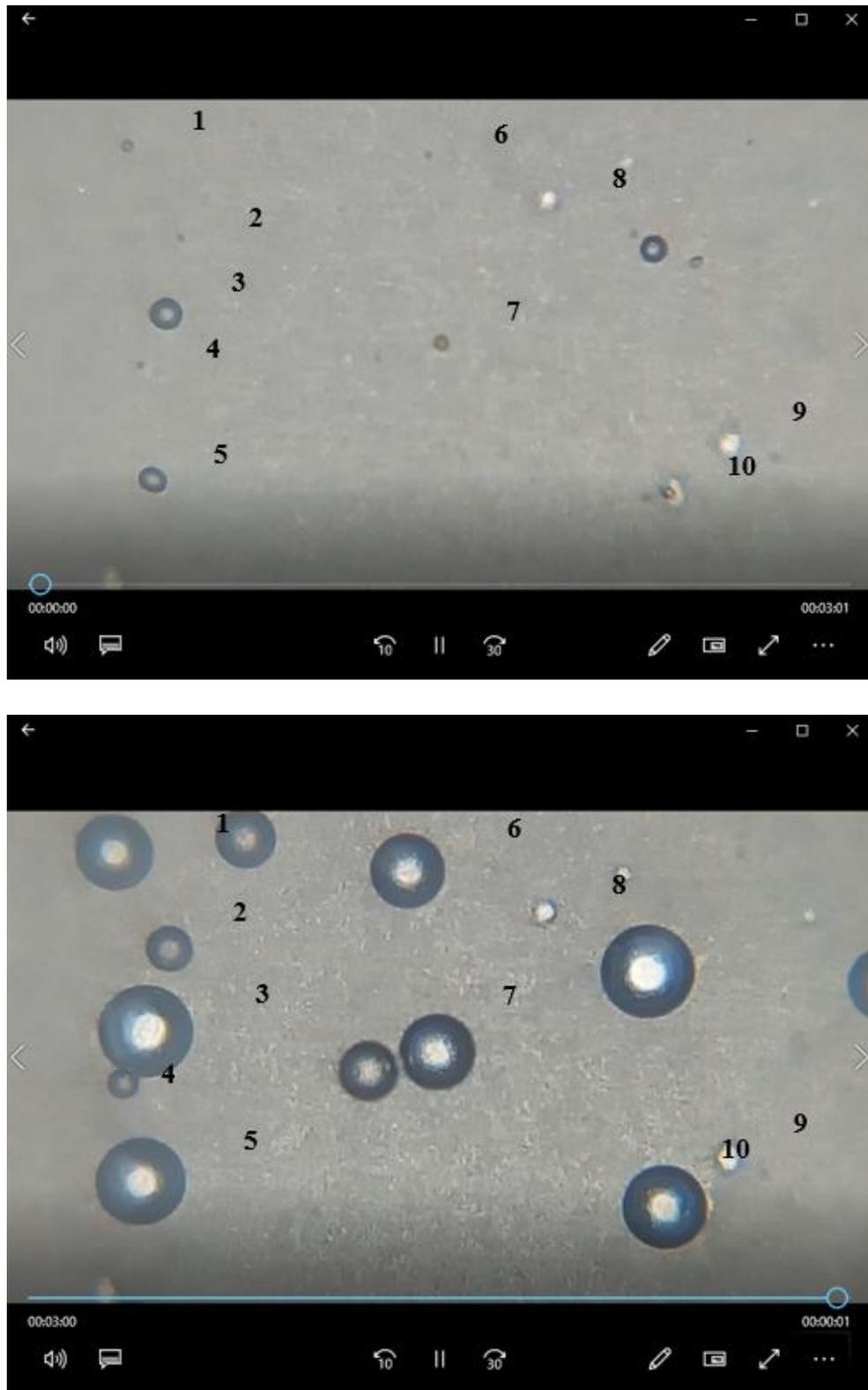
Fonte: SATO; LIMA; ONO (2021)

Figura 8 - Avaliação do aumento do diâmetro das bolhas de gás produzidas por suspensão aquosa de leveduras contendo 0,5 colher de chá de açúcar em microscópio modificado de Yoshino (2017) com *prints* de telas nos tempos 0 e 3 minutos de gravação.



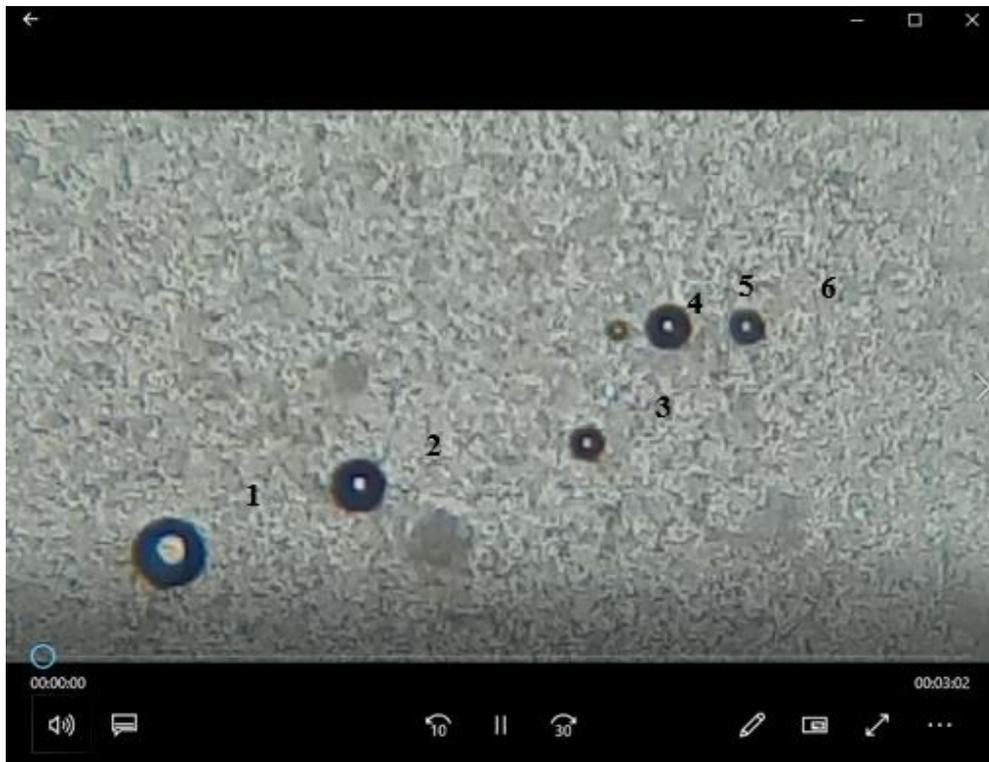
Fonte: SATO (2020)

Figura 9 - Avaliação do aumento do diâmetro das bolhas de gás produzidas por suspensão aquosa de leveduras contendo 1 colher de chá de açúcar em microscópio modificado de Yoshino (2017) com *prints* de telas nos tempos 0 e 3 minutos de gravação.



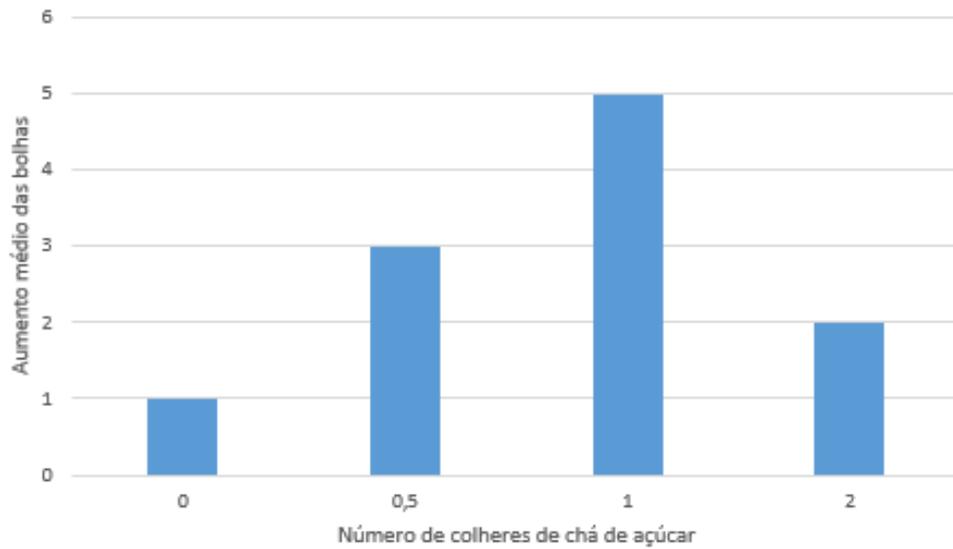
Fonte: SATO; LIMA; ONO (2021)

Figura 10 - Avaliação do aumento do diâmetro das bolhas de gás produzidas por suspensão aquosa de leveduras contendo 2 colheres de chá de açúcar em microscópio modificado de Yoshino (2017) com *prints* de telas nos tempos 0 e 3 minutos de gravação.



Fonte: SATO (2020)

Figura 11 – Gráfico com aumento médio do diâmetro das bolhas de gás produzidas por suspensão aquosa de leveduras contendo diferentes concentrações de açúcar em *prints* de telas de 0 e 3 minutos de gravação das lâminas em microscópio modificado de Yoshino.



Fonte: SATO (2020)

Tabela 2 - Quantificação do aumento médio do diâmetro das bolhas de gás produzidas por suspensão aquosa de leveduras contendo diferentes concentrações de açúcar em *prints* de telas de 0 e 3 minutos de gravação das lâminas em microscópio modificado de Yoshino.

Bolha	0 açúcar			0,5 açúcar			1 açúcar			2 açúcar		
	3min (mm)	0min (mm)	Aumento (vezes)	3min (mm)	0min (mm)	Aumento (vezes)	3min (mm)	0min (mm)	Aumento (vezes)	3min (mm)	0min (mm)	Aumento (vezes)
1	5	4	1,3	16	4	4,0	13	2	6,5	21	11	1,9
2	4	4	1,0	5	4	1,3	8	1	8,0	17	8	2,1
3	5,5	5	1,1	14	4	3,5	17	6	2,8	11	6	1,8
4	6	5	1,2	14	3,5	4,0	5	1	5,0	5	3,5	1,4
5							16	5	3,2	13	6,5	2,0
6							13	1	13,0	11	5	2,2
7							13	2,5	5,2			
8							4	4	1,0			
9							5	4	1,3			
10							15	2	7,5			
Média	1,1x de aumento			3,2x de aumento			5,3x de aumento			1,9x de aumento		

Fonte: SATO (2020)

2 MOMENTO 2 – AULA INVERTIDA

Após a realização das diferentes práticas com leveduras que foram descritas anteriormente, a sequência seguiria com uma aula invertida que é uma metodologia ativa de pesquisa que coloca o estudante no papel de protagonista, exercendo sua autonomia.

Nesta etapa, o estudante realiza um estudo prévio, com materiais ofertados pelo professor, como livros, artigos ou vídeos contendo o tema a ser estudado, ou mesmo realizando uma pesquisa mediada pelo professor sobre o papel dos microrganismos e conceitos básicos sobre a estrutura e origem desses seres.

Posteriormente ocorre uma discussão em grupo, onde o professor passa da aula expositiva tradicional para uma aula de discussão sobre o conteúdo estudado previamente, onde o estudante pode procurar sanar suas dúvidas e fazer questionamentos, nesse momento, o professor também pode lançar questionamentos aos estudantes com o intuito de fomentar a discussão (SCHNEIDER, 2013).

3 MOMENTO 3 – ROTAÇÃO POR ESTAÇÕES DE APRENDIZAGEM

E como finalização da sequência didática, sugere-se a utilização da Rotação por Estações de Aprendizagem como facilitador na disseminação do conhecimento adquirido pelo estudante na sua jornada investigativa, democratizando assim, o conhecimento adquirido por todos de forma mais dinâmica e intuitiva.

Na Rotação por Estações de Aprendizagem, o professor pode sugerir que cada equipe de estudantes desenvolva um tema diferente dentre os discutidos em aula, possibilitando que o grupo desenvolva maior interação entre si e ocorra a socialização do conhecimento adquirido durante o processo de pesquisa e discussão, com consequente diminuição da aula expositiva, e ao alternar entre as estações, o estudante tem a possibilidade de conhecer outros pontos de vista, favorecendo-o no processo de construção do seu próprio conhecimento. Além de requerer pouco material diminuindo custos, a Rotação por Estações de Aprendizagem pode auxiliar o estudante a trabalhar em equipe e ser mais criativo na apresentação do material produzido (STEINERT, 2019 e DE ALCANTARA, 2020).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O professor de Biologia pode utilizar uma sequência didática como uma metodologia de apoio à aplicação de conteúdos complexos (NASCIMENTO et al., 2009), como os que tratam dos microrganismos. Pois compreende-se que o tema envolve não somente a necessidade de prática experimental, visto que, o mundo microscópico deve estar mais acessível ao estudante e assim facilitar a sua compreensão acerca desses seres invisíveis a olho nu, como também os conceitos que envolvem o tema e os contextos sociais, éticos e tecnológicos no qual estão envolvidos.

Assim, a sequência didática apresentada aparece como uma metodologia inovadora, possibilitando ao professor a inserção de vários temas referentes aos microrganismos que podem atuar como o tema gerador da aula.

A sequência didática pode iniciar com a observação de leveduras, prática experimental construída de acordo com a realidade de algumas escolas públicas e seus estudantes, pois os microrganismos são de fácil obtenção e manuseio e o microscópio de baixo custo proposto é de fácil construção.

Essa prática pode aguçar a curiosidade do aluno e ao mesmo tempo levantar diversos questionamentos que poderão atuar como questões problematizadoras. Além disso, o professor pode, a partir dessa aula, auxiliar os estudantes na compreensão do papel de microrganismos como leveduras em seu cotidiano, podendo inclusive expandir para uma outra prática experimental como a fabricação de pães.

Na sequência, a aula invertida pode ser utilizada para incentivar os estudantes, em equipes, na pesquisa e na compreensão dos questionamentos realizados em prática experimental. Com a elaboração de cartazes e cartões explicativos, as equipes poderão atuar como mediadores de informações em aula posterior em forma de Rotações por Estações de Aprendizagem, onde os estudantes poderão interagir entre si, ensinando e aprendendo ao mesmo tempo, possibilitando a atuação como protagonista do seu próprio processo de aprendizagem.

REFERÊNCIAS

DE ALCANTARA, E. F. S. Rotação por Estações de Aprendizagem. In: **Simpósio**. No. 8. 2020.

MALAJOVICH, M.A. **As leveduras e a panificação: montagem experimental e experimentação**. Instituto de Tecnologia Ort do Rio de Janeiro. Biopop, p. 1 -5, 2006. Disponível em: < https://bteduc.com/artigos/06_MAM_BIOPOP.pdf>. Acesso em: 31 jul. 2020.

NASCIMENTO, L. M. M.; GUIMARÃES, M. D. M.; EL-HANI, C. N. Construção e avaliação de sequências didáticas para o ensino de biologia: uma revisão crítica da literatura. **Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 7, p. 1-12, 2009.

SATO, A. **Estruturando laboratório de Microbiologia com microscópio de baixo custo para o Ensino Médio**. Dissertação (Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional - PROFBIO), Universidade Federal do Paraná. Curitiba. 108p. 2020. Disponível em: <<https://www.prppg.ufpr.br/siga/visitante/trabalhoConclusaoWS?idpessoal=111640&idprograma=32001010175P5&anobase=2020&idtc=13>>. Acesso em: 30 abril 2021.

SATO, A.; LIMA, N.; ONO, L. SATO, A.; LIMA, N. de; ONO, L. Avaliação e modificação de microscópio alternativo para estruturação de laboratório de microbiologia e realização de atividades práticas na educação básica. **ACTIO**, Curitiba, v. 6, n. 1, p. 1-22, jan./abr. 2021. Disponível em: <<https://periodicos.utfpr.edu.br/actio/article/view/13147>>. Acesso em: 30 abril 2021.

SCHNEIDER, E. I., SUHR, I. R. F., ROLON, V. E., ALMEIDA, C. M. D. **Sala de Aula Invertida em EAD: uma proposta de Blended Learning**. Revista Intersaberes, v. 8, n. 16, p. 68-81, 2013.

STEINERT, M. E. P.; HARDOIM, E. L. Rotação por estações na escola pública: limites e possibilidades em uma aula de biologia. **Ensino em Foco**, v. 2, n. 4, p. 11-24, 2019.

YOSHINO, K. Making science more accessible: DIY smartphone conversion brings microscopy to the masses. **International Journal on Innovations in Online Education**, v. 1, n. 1, 2017.

YOUNG, S.R. Gourmet Lab – the scientific principles behind your favorite foods. **NSTApres – National Science Teacher Association**. Arlington, Virginia, 2011. Disponível em: <<https://static.nsta.org/pdfs/samples/PB290Xweb.pdf>>. Acesso em: 31 jul. 2020.