desenvolvimento curricular e didática

VIII SIACTS

VIII Seminario Iberoamericano CTS / XII Seminario Ibérico CTS 2022

Indagatio Didactica, vol. 15 (1), maio 2023
https://doi.org/10.34624/id.v15i1.32261

ISSN: 1647-3582

O envelhecimento de cachaça como questão sociocientífica: a importância do conceito de superfície específica

The aging of cachaça as a socioscientific issue: the importance of the concept of specific surface area

El envejecimiento de cachaza como cuestión sociocientífica: la importancia del concepto de superficie específica

Rosiléia Oliveira de Almeida
Universidade Federal da Bahia - UFBA, Brasil
roalmeida@ufba.br
https://orcid.org/0000-0002-6804-1816

Benjamim de Almeida Mendes
Universidade Federal da Bahia - UFBA, Brasil
Associação Nacional dos Produtores e Integrantes da Cadeia Produtiva e de Valor da Cachaça de Alambique – ANPAQ, Brasil
benjaalmendes@gmail.com
https://orcid.org/0000-0001-8935-6297

Resumo

Discute-se uma controvérsia sociocientífica existente acerca do envelhecimento de cachaça e de outras bebidas alcoólicas, argumentando que a compreensão do conceito de superfície específica tem potencial de contribuir para que estudantes se posicionem nas aulas de ciências. A técnica de envelhecimento agrega características sensoriais ao produto, melhorando sua palatabilidade e seu valor nutricional, o que, no caso da cachaça, contribui para que deixe de ser discriminada socialmente. O envelhecimento acelerado é discutido como alternativa que favorece a sustentabilidade socioeconômica e ambiental. A análise bibliográfica e documental revelou que a superfície específica não é adotada como parâmetro para estabelecer o tamanho máximo dos recipientes utilizados no envelhecimento convencional, bem como que o envelhecimento acelerado de bebidas alcoólicas destiladas não é reconhecido pela legislação, no Brasil e na União Europeia. Como obstáculos destacamos a falta de entendimento do conceito de superfície específica e de sua relação com o processo de envelhecimento e a lacuna na produção de conhecimento científico que envolva comparação entre os dois sistemas de envelhecimento. A aprendizagem informada do conceito de superfície específica, por meio da abordagem CTSA, com enfoque no envelhecimento da cachaça como questão sociocientífica, pode contribuir para que os estudantes, os participantes da cadeia produtiva e de valor da cachaça e a sociedade entendam a controvérsia, se posicionem criticamente e atuem no aperfeiçoamento da legislação. Este estudo tem implicações para a educação científica e para a

CC BY 4.0

desenvolvimento curricular e didática

VIII SIACTS

VIII Seminario Iberoamericano CTS / XII Seminario Ibérico CTS 2022

Indagatio Didactica, vol. 15 (1), maio 2023
https://doi.org/10.34624/id.v15i1.32261

ISSN: 1647-3582

formação de uma cidadania informada sobre o tema tanto no Brasil quanto em outros países que produzem bebidas alcoólicas envelhecidas.

Palavras-chave: Envelhecimento de cachaça; Questão sociocientífica; Superfície específica; Sustentabilidade socioeconômica; Sustentabilidade ambiental.

Abstract

An existing social-scientific controversy about the aging of cachaça and other alcoholic beverages is discussed, arguing that understanding the concept of specific surface area has the potential to contribute to students' positioning in science classes. The aging technique adds sensory characteristics to the product, improving its palatability and nutritional value, which, in the case of cachaça, helps it to stop being socially discriminated. Accelerated aging is discussed as an alternative that favors socioeconomic and environmental sustainability. The bibliographic and documental analysis revealed that the specific surface área is not adopted as a parameter to establish the maximum size of containers used in conventional aging, as well as that the accelerated aging of distilled spirits is not recognized by legislation, in Brazil and in the European Union. As obstacles we highlight the lack of understanding of the concept of specific surface area and its relationship with the aging process, and the gap in the production of scientific knowledge involving comparison between the two aging systems. Informed learning of the concept of specific surface area, through the STSE approach, with a focus on cachaça aging as a socio-scientific issue, can contribute for students, participants in the cachaça production and value chain, and society to understand the controversy, position themselves critically, and act to improve legislation. This study has implications for science education and for the formation of an informed citizenship on the subject both in Brazil and in other countries that produce aged alcoholic beverages.

Keywords: Cachaça aging; Socio-scientific issue; Specific surface; Socioeconomic sustainability; Environmental sustainability.

Resumen

Se discute una controversia socio-científica existente sobre el envejecimiento de la cachaza y otras bebidas alcohólicas, argumentando que la comprensión del concepto de superficie específica tiene el potencial de contribuir para que los estudiantes se posicionen en las clases de ciencias. La técnica de envejecimiento añade características sensoriales al producto, mejorando su palatabilidad y valor nutricional, lo que, en el caso de la cachaza, contribuye a frenar su discriminación social. El envejecimiento acelerado se discute como una alternativa que favorece la sostenibilidad socioeconómica y medioambiental. El análisis bibliográfico y documental reveló que la superficie específica no se adopta como parámetro para establecer el tamaño máximo de los envases utilizados en el envejecimiento convencional, así como que el envejecimiento acelerado de bebidas alcohólicas destiladas no está reconocido por la legislación, tanto en Brasil como en la Unión Europea. Como obstáculos destacamos la falta de comprensión del concepto de superficie específica y su relación con el proceso de envejecimiento y el vacío en la producción de conocimiento científico que supone la comparación entre los dos sistemas de envejecimiento. El aprendizaje informado del concepto de superficie específica, a través del enfoque CTSA, con un énfasis en el envejecimiento de la cachaza

CC BY 4.0

desenvolvimento curricular e didática

VIII SIACTS

VIII Seminario Iberoamericano CTS / XII Seminario Ibérico CTS 2022

Indagatio Didactica, vol. 15 (1), maio 2023
https://doi.org/10.34624/id.v15i1.32261

ISSN: 1647-3582

como una cuestión socio-científica, puede contribuir a que los estudiantes, los participantes de la cadena de producción y valor de la cachaza y la sociedad comprendan la controversia, se posicionen críticamente y actúen para mejorar la legislación. Este estudio tiene implicaciones para la educación científica y la formación de una ciudadanía informada sobre el tema tanto en Brasil como en otros países productores de bebidas alcohólicas envejecidas.

Palabras clave: Envejecimiento de la cachaza; Cuestión socio-científica; Superficie específica; Sostenibilidad socioeconómica; Sostenibilidad ambiental.

Introdução

Este trabalho tem por objetivo discutir uma controvérsia sociocientífica existente acerca do tamanho e forma de recipientes no envelhecimento da cachaça e de outras bebidas alcoólicas destiladas, bem como em torno do uso de fragmentos de madeira para acelerar o processo, argumentando que a compreensão do conceito de superfície específica pode contribuir para que estudantes se posicionem sobre o tema nas aulas de ciências. Assim, interessa-nos refletir sobre a relevância do conceito de superfície específica em abordagens Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA) em torno dessa controvérsia, tendo em vista a lacuna existente na sua abordagem escolar.

Recentemente, o setor de produção de cachaça e a sociedade brasileira foram chamados a colaborar na definição de padrões de identidade e qualidade para esse produto. Essa mudança se situa no cenário tenso, conflituoso e dinâmico de transição entre antigas e novas exigências de configuração das relações sociais, desde que o discurso de qualidade passou a invadir as práticas locais de produção de cachaça (Almeida, 2012), como parte do processo sociogenético mais amplo de alteração dos patamares de sensibilidade em vários campos da experiência humana (cf. Elias, 1994).

Uma questão controversa, inserida nesse cenário, é a determinação pela norma atual, e a possibilidade de que se mantenha numa nova norma, que o envelhecimento da cachaça ocorra em recipientes de madeira (tonéis, barris, pipas, tinas, carotes e paróis) de no máximo 700 L, por pelo menos um ano. Uma proposição alternativa seria determinar a superfície específica mínima dos recipientes de madeira. Uma outra proposição seria autorizar o uso de fragmentos de madeira (chips, cavacos, maravalha, aduelas etc.) para acelerar o envelhecimento. Trata-se de uma controvérsia relevante, já que a qualidade da cachaça é um aspecto importante para que ela deixe de ser discriminada no mercado nacional e internacional, contribuindo para promover a sustentabilidade socioeconômica de pequenos produtores rurais, a sustentabilidade ambiental e a saúde dos consumidores. Porém, a noção de superfície específica, envolvida nessa controvérsia, não é familiar ao setor e à sociedade e não é comumente abordada nas escolas e na formação de professores, como constatamos em pesquisas prévias (Almeida, 1998, 2008).

O envelhecimento da cachaça envolve processos físico-químicos e fenomenológicos (difusão mássica e transferência de matéria) resultantes do contato da bebida com a madeira, cujos

CC BY 4.0

Indagatio Didactica, vol. 15 (1), maio 2023 ISSN: 1647-3582
https://doi.org/10.34624/id.v15i1.32261

extratos agregam aroma, cor e sabor ao produto, podendo também aportar valor nutricional e farmacológico. A diferença de superfície específica é uma noção importante de ser entendida para a compreensão do fenômeno e para fundamentar a abordagem CTSA, nas aulas de Ciências, da controvérsia sobre o tamanho e a forma de recipientes de madeira destinados ao envelhecimento da cachaça e sobre a adequação de uso de fragmentos de madeira, seja para acelerar o processo, seja como sistema alternativo ao convencional.

O estudo das relações entre tamanho e forma, segundo Thompson ([1917] 1987), remonta a Arquimedes (286-212 a.C.). No entanto, foi Galileu Galilei, no livro *Duas Novas Ciências*, de 1638, quem demonstrou matematicamente que, em sólidos geométricos regulares, similares e de distintos tamanhos, a área superficial aumenta proporcionalmente ao quadrado da dimensão linear característica e o volume proporcionalmente ao cubo dessa mesma dimensão. Ele também apresentou a aplicação desse princípio a estruturas vivas e inertes (Galilei, 1988), evidenciando que, quanto maiores essas estruturas, menor a relação entre sua área superficial e seu volume.

A partir desse princípio podemos afirmar que objetos pequenos têm maior superfície específica, pois o aumento do volume, à medida que um objeto aumenta de tamanho, é proporcionalmente maior do que o aumento da área superficial. Assim, por exemplo, a superfície específica é reduzida à metade à medida que dobra a aresta do cubo (Quadro 1).

Quadro 1. Superfície específica de cubos cujo valor da aresta (dimensão característica) é duplicado.

Aresta (cm)	Área (A) (cm²)	Volume (V) (cm³)	A/V (cm²/cm³)
1	6	1	6
2	24	8	3
4	96	64	1,5
8	384	512	0,75
16	1536	4096	0,375

Fonte: Autoria própria

Em pesquisas prévias buscamos problematizar o currículo escolar, junto a professores da educação básica, questionando o fato de o conceito de superfície específica não ser abordado comumente nas aulas de Ciências e Matemática, mesmo sendo *tão antigo*, tendo sido descrito por Galileu em 1638, conforme comentado previamente; *tão simples*, podendo ser percebido intuitivamente na vida cotidiana, e, ainda, *tão importante*, por seu caráter unificador e por sua relação com a vida cotidiana (Almeida, 1998, 2008). Identificamos, com surpresa, uma proposta de abordagem dessa noção na discussão do tamanho do copo ideal, em aulas de física (Pellegrini, 2019).

O estudo da aplicação deste princípio em estruturas vivas e inertes e sua abordagem escolar foi contemplada em nossa pesquisa de mestrado (Almeida, 1998). No doutorado, constatamos que os produtores de cachaça, embora desconheçam esse princípio físico, reconhecem, intuitivamente, que o tamanho dos vasilhames (alambique, dornas e tonéis) é um aspecto importante (Almeida, 2008). Por outro lado, ao apresentarmos aos professores e

CC BY 4.0

desenvolvimento curricular e didática

VIII SIACTS

VIII Seminario Iberoamericano CTS / XII Seminario Ibérico CTS 2022

Indagatio Didactica, vol. 15 (1), maio 2023
https://doi.org/10.34624/id.v15i1.32261

ISSN: 1647-3582

estudantes da mesma localidade, aspectos da produção de cachaça relacionados ao conceito de superfície específica, como: “O tamanho do tonel influencia no tempo de envelhecimento da cachaça?”, seguida da explicação de que o envelhecimento envolve reações físico-químicas e fenomenológicas que conferem à cachaça características sensoriais que não possuía anteriormente, em decorrência do contato do produto com a madeira, a maioria considerou que o tamanho não interfere no tempo de envelhecimento, outros consideraram, intuitivamente, que o envelhecimento seria mais rápido em tonéis pequenos, e uma menor parte que seria mais rápido em tonéis grandes. Curiosamente, um professor de matemática, também produtor de cachaça, considerou que o envelhecimento seria melhor em tonéis grandes, embora considerasse que área e volume aumentam na mesma proporção:

> Eu tenho um tonel pequeno no alambique... Eu boto pinga pra vender pro pessoal... a madeira encharca... perde no volume e fica menos forte... ganha na qualidade. Agora quanto maior a área de contato, melhor. No tonel maior aumenta a área de contato, mesmo aumentando a quantidade de líquido também. No maior, porque tem maior área de contato. (Evanilson, professor).

Após a realização de uma atividade em que foi comparada a relação entre a área superficial e o volume de cubos de diferentes tamanhos, os próprios professores e estudantes chegaram à conclusão de que seria melhor utilizar tonéis pequenos:

> Eu entendi agora... porque aqui [tonel grande] vai caber muito líquido e a parede do tonel é pouca. (Evanilson, professor)

> Então no tonel pequeno a quantidade de madeira é proporcionalmente maior... Igual lá na [associação] mesmo tem um barril de 5.000 litros para armazenar... Eles envelhecem no pequeno e repassam para esse grande para armazenar. (Cleide, professora)

> No tonel menor envelhece mais rápido porque tem pouca cachaça para uma parede grande (Reinaldo, estudante).

> No barril pequeno tem mais madeira pra quantidade de cachaça que tem e envelhece mais rápido (Jonei, estudante).

À época foi explicado aos professores e estudantes que, legalmente, a cachaça é considerada envelhecida quando tiver sido depositada em recipientes de madeira de, no máximo, 700 L por, pelo menos, 1 ano, segundo o Regulamento Técnico para Fixação dos Padrões de Identidade e Qualidade para Aguardente de Cana e para Cachaça (Brasil, 2005), para ressaltar que o tamanho do recipiente é uma variável relevante. Nessa atividade com os estudantes, que levou ao entendimento do conceito de superfície específica, eles concluíram que a cachaça envelheceria mais rapidamente em barris de 350 L do que em barris de 700 L. Os alunos levantaram a hipótese de que o tempo seria a metade, mas o cálculo conjunto, realizado com a mediação do professor de matemática, levou à conclusão de que o tempo requerido seria de 9,6 meses.

CC BY 4.0

desenvolvimento curricular e didática

VIII SIACTS

VIII Seminario Iberoamericano CTS / XII Seminario Ibérico CTS 2022

Indagatio Didactica, vol. 15 (1), maio 2023
https://doi.org/10.34624/id.v15i1.32261

ISSN: 1647-3582

Depois fizemos o cálculo do volume que deveria ter o barril menor para que o tempo de envelhecimento fosse reduzido a 6 meses, o que exigiria que a superfície específica do barril menor fosse o dobro da superfície específica do barril maior. Isso se verifica quando a aresta do cubo menor é a metade da aresta do cubo maior. Nessa situação, o volume do barril menor seria 8 vezes menor que o volume do barril maior, ou seja 87,5 L. Dessa forma, concluíram que existe uma proporcionalidade inversa entre a superfície específica do barril e o tempo de envelhecimento da cachaça. Concluíram, também que *"é só [o produtor] comprar mais barris pequenos pra envelhecer mais rápido!"*, o que ensejou a discussão da importância de se considerar a relação custo-benefício, tendo em vista que barris pequenos iriam requerer proporcionalmente maior quantidade de madeira.

Diante do exposto, argumentamos que a compreensão, por professores de ciências, do conceito de superfície específica e de como ele pode ser utilizado em práticas sociotécnicas é necessária para que possam desenvolver abordagens educativas CTSA, especialmente em localidades onde são produzidas bebidas alcoólicas e se realiza o seu envelhecimento, em torno da controvérsia ligada ao tamanho e à forma de recipientes de madeira destinados ao envelhecimento da cachaça e sobre a adequação de uso de fragmentos de madeira, seja para acelerar o processo, seja como sistema alternativo ao convencional.

Contextualização teórica

A abordagem sistemática de questões sociocientíficas nas salas de aula contribui para que os alunos sejam encorajados a relacionar suas experiências escolares em ciências com problemas de seu cotidiano; desenvolvam responsabilidade social, capacidade de argumentar e habilidade de avaliar informações cientificas; compreendam a natureza da atividade cientifica; e desenvolvam atitudes e valores. Uma questão sociocientífica envolve relação com ciência/tecnologia, se constitui em dilema social em torno do qual é necessário a tomada de decisão e traz uma controvérsia de ordem moral, requerendo julgamento valorativo (Santos et al., 2018). O envelhecimento da cachaça contempla esses três aspectos, pois envolve relação com ciência (conceito de superfície específica) e tecnologia (sistemas alternativos de envelhecimento), requer tomada de decisão quanto a esses sistemas (consulta pública em curso no Brasil) e suscita julgamento valorativo (comparação dos sistemas quanto à sustentabilidade socioeconômica e ambiental).

A abordagem de questões sociocientíficas nas aulas de ciências não deve se limitar a promover discussões. É necessário que os alunos passem à ação sociopolítica fundamentada em investigação para que construam uma imagem equilibrada e humana da ciência e desenvolvam competências essenciais à cidadania fundamentada e capacitada para a tomada de decisão e a ação diante dessas questões (Reis, 2013). A cidadania informada pode favorecer a participação em consultas públicas e em outros contextos que exigem a tomada de posição em questões que envolvem controvérsias ligadas à ciência em geral e, especificamente sobre o tema contemplado neste trabalho: a adoção do envelhecimento acelerado de cachaça e outras bebidas destiladas enquanto sistema alternativo ao convencional, o que requer inovações técnicas.

CC BY 4.0

desenvolvimento curricular e didática

VIII SIACTS

VIII Seminario Iberoamericano CTS / XII Seminario Ibérico CTS 2022

Indagatio Didactica, vol. 15 (1), maio 2023
https://doi.org/10.34624/id.v15i1.32261

ISSN: 1647-3582

Inovações técnicas, sustentadas por avanços nos conhecimentos científicos, podem ter grande impacto na vida das pessoas, sendo necessário que elas sejam avaliadas em contextos socioeconômicos e culturais específicos, em função dos saberes e peculiaridades locais, sendo necessário que as aulas de Ciências não se limitem à aprendizagem de conceitos a elas relacionados. A cachaça, como tema sociocientífico, foi contemplada em uma abordagem didática investigada com o fim de analisar atitudes de estudantes de um curso técnico em química relacionadas a CTS, durante aulas práticas. Essas aulas, desenvolvidas numa perspectiva de educação CTSA humanista, ressaltaram a dimensão social da ciência e da tecnologia, oportunizando que os estudantes comparassem as cachaças de alambique e industrial em relação a vários parâmetros (Santos et al., 2012).

Conforme Freire (2002), os homens e mulheres do campo têm potencialidades próprias em matéria de geração de técnicas simples e adaptadas às suas condições econômicas, de forma que a produção e incorporação de inovações deve envolver um processo dialógico. Não seria, assim, possível ensinar técnicas sem refletir sobre os condicionamentos histórico-culturais das técnicas já adotadas, sem problematizar a estrutura social em que serão empregadas as técnicas aprendidas e sem refletir sobre suas implicações. Nesse sentido, processos que envolvem busca de introdução ou substituição de técnicas exige um ato crítico de decisão, que requer a problematização do conhecimento científico, de sua dimensão histórica e de sua instrumentalidade, com a recusa de posturas ingênuas, sejam elas pessimistas ou otimistas, em relação à prática científica.

A ciência moderna baseia-se, segundo Santos (2007), no "pressuposto de que o conhecimento é válido independentemente das condições que o tornaram possível" e, por isso, "a sua aplicação independe igualmente de todas as condições que não sejam necessárias para garantir a operacionalidade técnica da sua aplicação" (p. 31). Para superar o pessimismo e o otimismo ingênuos, frequentes diante de muitas propostas de inovações técnicas, temos que nos perguntar:

> [...] pelas relações entre a ciência e a virtude, pelo valor do conhecimento dito ordinário ou vulgar que nós, sujeitos individuais ou coletivos, criamos e usamos para dar sentido às nossas práticas e que a ciência teima em considerar irrelevante, ilusório ou falso; e temos, finalmente de perguntar pelo papel de todo o conhecimento científico acumulado no enriquecimento ou no empobrecimento prático das nossas vidas, ou seja, pelo contributo positivo ou negativo da ciência para a nossa felicidade (Santos, 2007, p. 60).

Diante dessa compreensão de que as ciências não atendem apenas a exigências cognitivas, estando sujeitas a relações contraditórias com as demandas sociais, a expansão do conceito de envelhecimento da cachaça, passando a abarcar também processos acelerados, pode beneficiar os pequenos produtores, individualmente ou organizados em arranjos solidários (como associações, cooperativas, dentre outros) para a produção e circulação da cachaça de alambique, pois levaria à redução de custos, permitindo que se situem no mercado, de forma equilibrada e diferenciada, em relação aos produtores de cachaça de coluna.

Diante do pressuposto de que os cientistas são condicionados não apenas por valores epistêmicos, mas também por valores não-epistêmicos, argumentamos que a pesquisa voltada

CC BY 4.0

desenvolvimento curricular e didática

VIII SIACTS

VIII Seminario Iberoamericano CTS / XII Seminario Ibérico CTS 2022

Indagatio Didactica, vol. 15 (1), maio 2023
https://doi.org/10.34624/id.v15i1.32261

ISSN: 1647-3582

para inovações técnicas ligadas à produção de cachaça de alambique, quando desenvolvida de forma dialógica e comprometida politicamente com as demandas do setor, pode contribuir para o desenvolvimento de políticas públicas que superem a plataforma cognitiva da tecnociência capitalista, que alavanca a economia capitalista, e viabilizem, conforme proposto por Dagnino (2019) a construção de uma plataforma cognitiva alternativa, a tecnociência solidária, que sustenta a Economia Solidária, contribuindo para a construção de uma sociedade melhor, porque inclusiva e justa. Essa postura otimista e engajada do cientista, denominada pelo autor de adequação sociotécnica, envolve assumir valores e interesses alternativos aos capitalistas, que garantam a incorporação e o engajamento dos atores sociais diretamente interessados na produção de determinado conhecimento, permitindo atender aos seus próprios valores e interesses.

Metodologia

A pesquisa de natureza bibliográfica e documental, tomou como tema o envelhecimento da cachaça e as recomendações técnicas para realizá-lo, comparando o disposto na Instrução Normativa nº 13, de 29 de junho de 2005 (BRASIL, 2005), e na minuta da nova normativa, em processo de consulta pública por meio da Portaria nº 339, de 28 de junho de 2021 (BRASIL, 2021). É discutida a controvérsia envolvida quanto a dois aspectos: a) a manutenção da recomendação do volume máximo dos recipientes de envelhecimento em 700 L ou a alteração para a consideração da *superfície específica mínima* desses recipientes como um critério mais adequado; b) a consideração de cachaça envelhecida como sendo apenas a envelhecida em recipientes de madeira ou a possibilidade de se considerar, também, como cachaça envelhecida a que for colocada em contato com fragmentos de madeira, acelerando-se, assim, o seu envelhecimento. Por fim, evidencia-se que o estudo dessa controvérsia, além de ter o potencial de ampliar os conhecimentos científicos dos estudantes, permite envolvê-los em reflexões tanto sobre a possibilidade de uma relação cooperativa e solidária dos cientistas com grupos sociais específicos da sociedade na busca de soluções de problemas, valorizando os saberes próprios desses grupos, quanto sobre os dilemas éticos envolvidos nas decisões.

Resultados e sua discussão

O Regulamento Técnico para Fixação dos Padrões de Identidade e Qualidade para Aguardente de Cana e para Cachaça atualmente em vigência (Brasil, 2005), especifica o volume máximo do recipiente de madeira usado no envelhecimento, nos seguintes termos: “É a bebida [...] que contém, no mínimo, 50% (cinquenta por cento) de Cachaça ou Aguardente de Cana envelhecidas em recipiente de madeira apropriado, com capacidade máxima de 700 (setecentos) litros, por um período não inferior a 1 (um) ano”. Essa definição é tecnicamente inconsistente e, portanto, inadequada, uma vez que recipientes de 700 L podem ter diferentes superfícies específicas, de acordo

CC BY 4.0

Indagatio Didactica, vol. 15 (1), maio 2023
https://doi.org/10.34624/id.v15i1.32261

ISSN: 1647-3582

com a relação entre a altura e o diâmetro. Se for mais alto e fino, a superfície específica será maior; se for mais baixo e largo a superfície específica será menor. Para recipientes cilíndricos e troncocônicos (tonéis, barris, pipas e tinas), a altura interna do recipiente e a relação entre a altura interna e o diâmetro interno deveriam ser indicadas. Ademais, a mistura, na cachaça envelhecida, do volume em 50% de cachaça não envelhecida, atualmente autorizada, não é economicamente vantajosa diante do investimento feito no processo de envelhecimento.

A minuta de portaria e seu anexo, visando estabelecer novos padrões de identidade e qualidade da aguardente de cana e da cachaça, foram submetidos a consulta pública (Brasil, 2021), sendo que a nova normativa será publicada em breve após sistematização das contribuições recebidas. A tendência é que a nova normativa, a ser publicada em breve, mantenha a vinculação do tempo de envelhecimento ao volume, e não à superfície específica, bem como a proibição do uso de fragmentos de madeira para envelhecimento, já que o documento destaca que, no caso de bebida acondicionada com a presença deles, deverá ser declarado no "painel frontal do rótulo de maneira clara e ostensiva a seguinte expressão 'Acondicionada com (descrição do tipo do fragmento da madeira) de (nome da madeira)'" e que "não poderá constar em seu rótulo qualquer expressão que remeta a envelhecimento".

É interessante constatar que a proposta do uso de fragmentos para acelerar o envelhecimento da aguardente no Brasil consta em uma matéria do periódico O Auxiliador da Industria Nacional, de 1834, na qual se recomenda que se coloque o produto "[...] em cascos de madeira nova. Este último meio pode-se praticar artificialmente, pondo de molho no espírito cavados de carvalho, e misturando com a aguardente uma parte do extrato que há de resultar desta operação" (O Auxiliador..., 1834, ed. 4, p. 125).

O uso de fragmentos de madeira no envelhecimento de bebidas alcoólicas (vinho, brandy, cidras etc.) tem sido objeto de muitas investigações recentes (cf. Giannakourou et al., 2018), contemplando aspectos como composição fenólica, atividade antioxidante, compostos voláteis e perfil sensorial. Um trabalho, por exemplo comparou o envelhecimento acelerado com o uso de chips e aduelas, empregando a mesma superfície específica, concluindo que quanto menor o tamanho do fragmento mais rápida a extração de antocianinas. Esse resultado é explicado, pelos autores, pelo *índice de forma geométrica*, que estabelece a relação entre a superfície e o volume da madeira utilizada, que é específica para cada alternativa de produto (Alamo et al., 2010). Outro trabalho comparou o envelhecimento de vinho em garrafas - em sistema acelerado com chips e aduelas -, e o sistema convencional em barris, mantendo idêntica relação superfície/volume nos dois sistemas (Alamo & Nevares, 2006). Cabe ressaltar que há uma lacuna de experimentos que comparem os sistemas de envelhecimento convencional e acelerado no processo de produção da cachaça, o que julgamos necessário para sustentar possíveis mudanças na legislação brasileira favoráveis à adoção do envelhecimento acelerado.

O envelhecimento acelerado da cachaça, com uso de fragmentos, além de mais rápido, seria sustentável ambientalmente, pois evitaria a derrubada de árvores usadas para esse fim, algumas inclusive em risco de extinção (Figura 1), já que a produção de novos barris e a reparação de barris danificados demanda o uso do tronco enquanto os fragmentos podem ser obtidos a partir de galhos (Mapa da Cachaça, 2016).

CC BY 4.0

desenvolvimento curricular e didática

VIII SIACTS

VIII Seminario Iberoamericano CTS / XII Seminario Ibérico CTS 2022

Indagatio Didactica, vol. 15 (1), maio 2023 ISSN: 1647-3582
https://doi.org/10.34624/id.v15i1.32261

Figura 1. Árvores brasileiras cuja madeira é usada no envelhecimento de cachaça e seu risco de extinção. Fonte: Mapa da Cachaça (2016).

Também é possível usar outras partes das árvores no envelhecimento, como as folhas, galhos, cascas, raízes, flores, frutos etc., evitando o corte. O envelhecimento, além de agregar cor, sabor e aroma à cachaça, também pode ter efeito nutricional e farmacológico e, assim, favorecer a saúde. No entanto, o uso dos componentes das plantas deve ser pautado em critérios químicos, uma vez que alguns podem ser benéficos à saúde, por conterem compostos fenólicos com ação antioxidante, enquanto outros podem conter compostos tóxicos (Maia, 2021), como, por exemplo, o carbamato de etila. É, assim, urgente o estabelecimento de um protocolo de licenciamento e certificação de madeiras e outras partes das plantas para uso no envelhecimento/acondicionamento, sustentado em estudos científicos.

Nesse sentido, ressaltamos a urgência de o Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento e a Agência Nacional de Vigilância Sanitária, estabelecerem um protocolo de licenciamento e certificação de madeiras brasileiras para uso em tanoaria na confecção de recipientes e fragmentos destinados ao envelhecimento/acondicionamento de bebidas alcoólicas, bem como de outras partes das plantas que podem ser usadas para o mesmo fim. O estabelecimento desse protocolo precisa se sustentar em estudos científicos.

Ademais, a apropriação social dessas inovações técnicas pelo setor interessado, os produtores de cachaça de alambique, requer processos de colaboração entre pesquisadores e o setor produtivo que considerem seus saberes, por meio de processos dialógicos. Estratégias que empregam explicações científicas com o objetivo de transferência direta de determinada técnica, supostamente necessária, dissociadas dos interesses e do universo experiencial dos sujeitos, são incompatíveis com uma perspectiva de comunicação (cf. Freire, 2002). Assim, por exemplo, em palestra de um técnico

CC BY 4.0

desenvolvimento curricular e didática

VIII SIACTS

VIII Seminario Iberoamericano CTS / XII Seminario Ibérico CTS 2022

Indagatio Didactica, vol. 15 (1), maio 2023
https://doi.org/10.34624/id.v15i1.32261

ISSN: 1647-3582

para produtores de cachaça, presenciei uma explicação sobre a razão de existência da determinação legal do tamanho máximo dos tonéis de envelhecimento, que envolveu apenas a afirmativa de que *"quanto menor o barril, mais rápidas as reações de esterificação"*, a qual não fez sentido para os produtores. Em contextos como esse deveria ter sido acionado o rico repertório experiencial dos produtores para incitá-los a refletir sobre os vários processos envolvidos na produção de cachaça em que eles empregam intuitivamente o conceito de superfície específica. Aqui vale considerar que muitas práticas artesanais prescindem de fundamentos cognitivos explícitos. Nelas, a percepção intuitiva e aplicação de regras operativas ligadas ao conceito de superfície específica, por meio de raciocínios sutis, permitem a construção de artefatos técnicos, barcos, pontes, monumentos, desde muito tempo, antes da sistematização do referido conceito pela ciência ocidental moderna, o que põe em realce o caráter s**ócio-histórico** da produção do conhecimento.

Diante da proibição legal do uso industrial de fragmentos de madeira para o envelhecimento da cachaça, o Mapa da Cachaça (2016) propõe o uso de pequenos cubos de madeira para envelhecimento caseiro, comercializando esse produto (Figura 2).

Figura 2. Cubos de madeira para envelhecimento caseiro de cachaça.
Fonte: Mapa da Cachaça (2016).

Na União Europeia o uso de aparas de madeira de carvalho na elaboração e envelhecimento de certas categorias de vinhos é autorizado pelo Regulamento Nº 934/2019, para transmitir ao vinho certas propriedades da madeira de carvalho, devendo esse tratamento ser inscrito no registro do produto e as condições de armazemanemento e a origem da(s) espécie(s) botânicas de carvalho serem informadas no rótulo do produto. Em relação às dimensões, pelo menos 95% em peso das partículas devem ser retidos por peneira de 2 mm de malha (União Europeia, 2019b). Por outro lado, embora existam pesquisas sobre envelhecimento acelerado de várias bebidas espirituosas, no caso dessas bebidas a União Europeia não autoriza o uso de aparas de madeira de carvalho ou de outras madeiras na produção dessas bebidas, em nenhuma circunstância. Segundo o Regulamento 787/2019, a maturação ou envelhecimento deve ocorrer em « recipientes adequados durante um certo período de tempo, para permitir que a bebida espirituosa seja submetida a reações naturais que lhe conferem características específicas » No caso do Whisky, por exemplo, a maturação do destilado final deve ocorrer durante pelo menos três anos em tonéis de

CC BY 4.0

desenvolvimento curricular e didática

VIII SIACTS

VIII Seminario Iberoamericano CTS / XII Seminario Ibérico CTS 2022

Indagatio Didactica, vol. 15 (1), maio 2023
https://doi.org/10.34624/id.v15i1.32261

ISSN: 1647-3582

madeira com uma capacidade igual ou inferior a 700 litros (União Europeia, 2019a). A superfície específica não é considerada no estabelecimento desse parâmetro.

O campo científico se vê diante de dilemas entre a tecnociência capitalista e a tecnociência solidária. Compreende-se aqui a solidariedade numa perspectiva mais ampla, incluindo na categoria humanidade, tão cara ao ideário moderno, os povos originários e tradicionais, cuja rusticidade contrasta com os valores civilizatórios, bem como todas as formas de vida com as quais esses povos mantêm uma relação orgânica (Krenak, 2020). A cachaça de alambique, diversa em seus aromas, cores e sabores, se vincula histórica e organicamente à cultura e aos territórios onde é produzida, embora seja desprestigiada na nossa sociedade, diante da competição que se estabelece com a grande indústria da cachaça de coluna, cujo produto homogêneo e insípido tem sido favorecido nas normativas legais, as quais não distinguem a cachaça de alambique como a genuína bebida nacional brasileira.

> Esse pacote chamado de humanidade vai sendo descolado de maneira absoluta desse organismo que é a Terra, vivendo numa abstração civilizatória que suprime a diversidade, nega a pluralidade das formas de vida, de existência e de hábitos. Os únicos núcleos que ainda consideram que precisam se manter agarrados nessa Terra são aqueles que ficaram meio esquecidos pelas bordas do planeta, nas margens dos rios, nas beiras dos oceanos, na África, na Ásia ou na América Latina. Esta é a sub-humanidade: caiçaras, índios, quilombolas, aborígenes. Existe, então, uma humanidade que integra um clube seleto que não aceita novos sócios. E uma camada mais rústica e orgânica, uma sub-humanidade, que fica agarrada na Terra (Krenak, 2020, p. 6).

Lacey (2008) nos desafia com o seguinte questionamento sobre a pesquisa científica:

> De que maneira a pesquisa científica deve ser conduzida de modo a assegurar que a natureza seja respeitada, – que suas potencialidades regenerativas não sejam ulteriormente solapadas, e que sejam restabelecidas onde quer que seja possível – e que o bem-estar de todos, em todos os lugares, possa ampliar-se? (Lacey, 2008, p. 321).

A resposta a essa pergunta envolve, segundo o autor, uma dialética complexa, que se pauta em práticas e valores democráticos que questionem a subordinação da ciência aos interesses privados; requer a participação social na conformação de práticas científicas que atendam às suas necessidades e, ainda, demanda que os cientistas assumam a responsabilidade em relação aos produtos tecnocientíficos que resultam de sua investigação, interessando-se por evidenciar não apenas a sua eficácia, mas também a sua legitimidade. Quanto à legitimidade, os cientistas deveriam questionar quais os valores que sustentam a sua prática: os valores do capital e do mercado ou os valores da sustentabilidade ambiental e da justiça social. Ao fazer suas escolhas, os cientistas deveriam questionar quais alternativas tecnológicas e em que combinações/variações seriam mais sustentáveis econômica, social e ambientalmente.

A reflexão em torno dessa dialética complexa nos leva a argumentar favoravelmente à necessidade de valorização da cachaça de alambique, cuja produção é mais socialmente inclusiva, culturalmente sensível e geradora de trabalho e renda para um grupo marginalizado não só na

CC BY 4.0

desenvolvimento curricular e didática

VIII SIACTS

VIII Seminario Iberoamericano CTS / XII Seminario Ibérico CTS 2022

Indagatio Didactica, vol. 15 (1), maio 2023
https://doi.org/10.34624/id.v15i1.32261

ISSN: 1647-3582

sociedade em geral, mas também na academia, já que são raras as pesquisas de inovações tecnológicas que dialogam com as associações e outras entidades que o representam. A pesquisa voltada para o envelhecimento acelerado da cachaça, atenta aos critérios de eficácia e legitimidade, e desenvolvida numa perspectiva de tecnociência solidária, compromete-se, assim, com valores voltados ao respeito à natureza e ao bem-estar humano. Embora não possamos aprofundar a discussão da temática, a produção da cachaça de alambique, com a adoção de inovações técnicas voltadas para garantir a sua qualidade, também pode favorecer o bem-estar humano também do ponto de vista da saúde humana, individual e social, sendo preferível à cachaça industrial.

A aproximação investigativa ao contexto de pesquisa de inovações tecnológicas para promover o envelhecimento acelerado da cachaça e outras bebidas destiladas requer a busca de compreensão das dinâmicas da produção da ciência como prática social, ou seja, inserindo-as nos processos sociotécnicos (cf. Monteiro, 2012). O processo sociotécnico complexo da produção da cachaça abrange a comunidade científica, o setor produtivo de cachaça de alambique e todos os envolvidos na formulação de políticas públicas e aparatos legais para o setor. Na escola, é importante que os alunos entendam essas dinâmicas complexas, superando-se a ideia ingênua de que as tecnologias são concebidas na academia e depois transferidas para a esfera social, desconsiderando todos os condicionantes envolvidos na sua produção, legitimação e apropriação social. Assim, enquanto pesquisadores interessados no campo dos estudos históricos e sociais da ciência e da tecnologia e na abordagem de questões sociocientíficas nas aulas de Ciências, entendemos a importância não só de participarmos da discussão de aspectos técnicos e sociais relacionados **à tecnociência** e de nos inserirmos na reflexão sobre as formas alternativas de tecnociência e sobre os arranjos sociotécnicos que atendem ao bem-comum, mas também de assumir o desafio de abordar a complexidade envolvida no contexto sociotécnico na educação em ciência, com vistas a engajar os estudantes em ações sociocientíficas afinadas com a tecnociência solidária.

Considerações finais

A partir do estudo realizado, reiteramos a pertinência do ensino do conceito de superfície específica e de relacioná-lo com práticas cotidianas e industriais, no contexto de projetos educativos voltados para subsidiar processos de tomada de decisão e ações sociopolíticas sobre questões controversas que envolvem o referido conceito, favorecendo o exercício de uma cidadania informada e ética entre os sujeitos envolvidos na cadeia produtiva e de valor da cachaça e no campo social mais amplo. Ademais, a abordagem da controvérsia sociocientífica e sua relação com o debate em torno de uma normativa legal permite refletir que os aparatos legais, assim como a ciência e a tecnologia, não são dados, mas historicamente construídos e modificados, refletindo necessidades e interesses conflitantes nas sociedades.

Esperamos que este trabalho contribua na mediação entre o campo da produção científica sobre o envelhecimento de bebidas alcoólicas destiladas e a educação básica, contribuindo para a superação dos enfoques salvacionistas e tecnocráticos da ciência e da tecnologia, por meio da abordagem contextualizada dos conceitos científicos.

CC BY 4.0

Indagatio Didactica, vol. 15 (1), maio 2023
https://doi.org/10.34624/id.v15i1.32261

ISSN: 1647-3582

Enfatizamos, por fim, que, mais do que entender os conceitos científicos e os impactos das inovações tecnológicas nas sociedades, é necessário que a educação científica contribua para ampliar a compreensão dos estudantes acerca das dinâmicas complexas de produção e de circulação dessas inovações, nas quais diferentes interesses disputam espaço político, bem como favoreça seu posicionamento em prol daqueles interesses que, partindo da valorização do repertório cultural dos sujeitos, reconhecem a tecnociência solidária como aquela que pode gerar o enriquecimento prático de suas vidas e torná-los mais felizes.

Contribuições dos autores

Conceitualização, metodologia e análise formal desenvolvidas pelos dois autores. Escrita do esboço original realizada pela primeira autora. Revisão e edição final realizadas pelo segundo autor.

Agradecimentos

Aos programas de pós-graduação em Educação e em Ensino, Filosofia e História das Ciências, vinculados à Faculdade de Educação da Universidade Federal da Bahia - Brasil, por terem oportunizado a realização de Estágio de Pós-Doutorado da primeira autora pelo Programa de Internacionalização da CAPES (CAPES PrInt) junto ao Instituto de Educação da Universidade de Lisboa, em 2022.

Ao Instituto de Educação da Universidade de Lisboa, em especial ao Prof. Dr. Pedro Guilherme Rocha dos Reis, por ter acolhido a primeira autora, como supervisor, no referido estágio.

Financiamento

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo apoio concedido por meio do Programa CAPES PrInt para Estágio de Pós-Doutorado pela primeira autora no Instituto de Educação da Universidade de Lisboa, em 2022.

Referências

Alamo, M. D. & Nevares, I. (2006). Wine aging in bottle from artificial systems (staves and chips) and oak woods Anthocyanin composition. *Analytica Chimica Acta*, *563*, 255–263.

Alamo, M. D., Nevares, I., Gallego, L., Simón, B. F. de & Cadahía, E. (2010). Micro-oxygenation strategy depends on origin and size of oak chips or staves during accelerated red wine aging. *Analytica Chimica Acta*, *660*, 92–101.

Almeida, R. O. de. (1998). *Ser grande e ser pequeno: as tendências de pensamento de professores e alunos sobre as relações entre tamanho e vida.* Campinas: Universidade Estadual de Campinas (Dissertação de Mestrado).

CC BY 4.0

Indagatio Didactica, vol. 15 (1), maio 2023 ISSN: 1647-3582
https://doi.org/10.34624/id.v15i1.32261

_____. (2008). *Ajofe e alcoometria: poderão viver juntos? As escolas diante das mudanças socioculturais ligadas à produção de cachaça artesanal na microrregião de Abaíra – BA*. Campinas: Universidade Estadual de Campinas (Tese de Doutorado).

_____. (2012) Ajofe e alcoometria: as escolas diante das mudanças socioculturais ligadas à produção de cachaça artesanal na microrregião de Abaíra, Bahia, Brasil. *Ciência & Educação,* Bauru, 18(1), 187-214. Brasil. MAPA (2005). *Instrução Normativa nº 13, de 29 de junho de 2005.*

Brasil. MAPA (2021). *Portaria nº 339, de 28 de junho de 2021.*

Dagnino, R. (2019). *Tecnociência solidária*: um manual estratégico. Lutas Anticapital. Elias, N. (1994). *O processo civilizador*: uma história dos costumes. Jorge Zahar. (v. 1, Uma história dos costumes).

Freire, P. (2002). *Extensão ou comunicação?* 12. ed. Paz e Terra.

Galilei, G. (1988) *Duas novas ciências*. Nova Stella.

Giannakourou, M., Strati, I. F., Manika, E-M., Resiti, V., Tataridis, P., Zoumpoulakis, P. & Sinanoglou, V. J. (2018). Assessment of Phenolic Content, Antioxidant Activity, Colour and Sensory Attributes of Wood Aged “Tsipouro”. *Current Research in Nutrition and Food Science, 6*(2), 318-328.

Krenak, A. (2020). *O amanhã não está à venda*. Companhia das Letras.

Lacey, H. (2008). Ciência, respeito à natureza e bem-estar humano. *Scientiae Studia, 6*(3), 297-327. Maia, A. B. (2021). Papel da madeira no envelhecimento da cachaça. *RECIMA21 - Revista Científica Multidisciplinar, 2*(8), 1-8.

Mapa da Cachaça (2016). *A cachaça e as técnicas de envelhecimento acelerado*.

Monteiro, M. S. A. (2012) Reconsiderando a etnografia da ciência e da tecnologia: tecnociência na prática. *Revista Brasileira de Ciências Sociais*, *27*(79), 139-151. O Auxiliador da Indústria Nacional. (1834). *Modo de tornar velha a aguardente*.

Pellegrini, C. de C. (2019). A busca pelo copo ideal: um estudo de otimização em transferência de calor. *Revista Brasileira de Ensino de Física* [online], *41*(3), e20180234. Reis, P. (2013). Da discussão à ação sociopolítica sobre controvérsias sociocientíficas: uma questão de cidadania. *Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista*, Ponta Grossa, *3*(1), 1-10.

Santos, B. de S. (2007). *A crítica da razão indolente*: contra o desperdício da experiência. 6. ed. Cortez.

Santos, M. S. dos, Amaral, C. L. C. & Maciel, M. D. (2012). Tema sociocientífico "cachaça" em aulas práticas de química na educação profissional: uma abordagem CTS. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*, *14*(1), 227-239. Santos, W. L. P. dos; Silva, K. M. A. & Silva, S. M. B. da. (2018). Perspectivas e desafios de estudos de QSC na educação científica brasileira. In Conrado, D. M.; Nunes-Neto, N. (Orgs.). *Questões sociocientíficas*: fundamentos, propostas de ensino e perspectivas para ações sociopolíticas. EDUFBA, pp. 427-452.

Thompson, D’A. W. (1987). *On growth and form.* Cambridge University Press.

União Europeia (2019a). Regulamento (UE) 2019/787 do Parlamento Europeu e do Conselho, de 17 de abril de 2019. *Jornal Oficial da União Europeia*. 17.5.2019. União Europeia (2019b). Regulamento Delegado (UE) 2019/934 da Comissão, de 12 de março de 2019. *Jornal Oficial da União Europeia*. 7.6.2019.

CC BY 4.0