

Arte, Ciência e Educação: Um Encontro Necessário

*Art, Science and Education: A Necessary
Encounter*

Lorrayne Evangelista de Sousa

ORCID: [0000-0001-7607-8144](https://orcid.org/0000-0001-7607-8144)

Adlane Vilas-Boas

ORCID: [0000-0001-7026-5539](https://orcid.org/0000-0001-7026-5539)

Resumo

Este artigo trata de uma revisão sobre o diálogo entre Ciência e Arte e discute como a reconexão entre as duas culturas pode ser benéfica em um contexto de aprendizagem. Nem sempre a Arte foi tratada como conhecimento desconectado de outras culturas, mas, com a revolução científica moderna, houve um afastamento do abstrato e do concreto, do raciocínio lógico e do subjetivo, da Arte e da Ciência. No século XXI, os dois campos se reaproximaram em diversas áreas e, também, na Educação. São trazidos aqui, exemplos de avanços das neurociências indicando que a experiência artística altera redes neurais e influência no desenvolvimento cognitivo. Discute-se que a inserção das artes nos processos de ensino e aprendizagem pode repercutir positivamente na aquisição de saberes científicos e no desenvolvimento de habilidades requeridas do estudante atual, como o desenvolvimento da criatividade, que se configura como uma fonte de inovação para solução de problemas complexos, da criticidade, de comportamentos colaborativos, da comunicação e melhora o desempenho escolar de alunos com experiências artísticas. O ensino de ciências pode se beneficiar com a implantação de um currículo integrado e o rompimento da visão fragmentada “ciência ou arte” como uma alternativa de transformação do ensino, ressignificando o modo de ensinar e de aprender conceitos científicos.

Palavras-chave: Ciência e Arte. CienciArte. Educação. STEAM.

Abstract

This paper is a review on the dialogue between Science and Art and discusses how the reconnection between the two cultures can be beneficial in a learning context. Art has not always been treated as a knowledge disconnected from other cultures, instead with the modern scientific revolution, there was a disruption from abstract and concrete, from logical and subjective reasoning, from Art and Science. In the 21st century, the two fields tend to reunite in different areas and also in education. Examples of advances in neurosciences are brought here, indicating that artistic experience alters neural networks and influences cognitive development. It is argued that the inclusion of the arts in teaching and learning processes can have a positive impact on the acquisition of scientific knowledge and on the development of skills required of the contemporary student, such as the development of creativity, which is configured as a source of innovation for solving problems, complex, criticality, collaborative behaviors, communication and improves school performance of students with artistic experiences. Science education can benefit from the implementation of an integrated curriculum and the break with the fragmented view of "science or art" as an alternative for transforming teaching processes, giving new meaning to the way scientific concepts are taught and learnt.

Keywords: Science and Art. SciArt. STEAM Education.

Arte e STEM

A Educação não é algo imutável e inflexível. Na realidade, sofre a incorporação e reformulação de conceitos, do modo de ensinar e do modo de aprender, adequando-se às novas necessidades do mundo contemporâneo e aos avanços científicos e tecnológicos de uma sociedade em desenvolvimento. Tais mudanças influenciam direta ou indiretamente na vida profissional, social e pessoal dos indivíduos, o que requer do educador e dos educandos, como ressaltam Melo et al. (2020), constante aperfeiçoamento a fim de atender às expectativas atuais.

O movimento STEM (acrônimo em inglês para *Science, Technology, Engineering and Mathematics*) surgiu nos Estados Unidos na década de 1990 e aparece como uma alternativa de transformação dos sistemas educacionais, trazendo uma proposta interdisciplinar, envolvendo práticas que integram as disciplinas de Ciências, Tecnologia, Engenharia e Matemática, visando à formação integral do estudante para o mundo do trabalho (MELO et al., 2020). Entretanto, apesar de sucessos pontuais na implementação da Educação STEM no Brasil, como a difusão do programa STEM Brasil, destinado à formação de professores de Matemática e Ciências Naturais das escolas públicas, ela ainda pode ser um desafio em algumas instituições, pois as quatro esferas do conhecimento ainda são tratadas de forma compartimentada (PRADO; SILVA, 2020), o que dificulta no enfrentamento dos novos desafios de uma sociedade cada vez mais globalizada.

Em 2008, o movimento STEM passou a incluir formalmente as Artes, sendo renomeado para STEAM (*Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics*), a fim de promover uma Educação sem barreiras, estimulando o interesse, o engajamento, a inovação e a capacidade criativa (SILVEIRA, 2018; SOUSA; PILECKI, 2018). O que perpassou a evolução do nome e do conceito desse tipo de Educação foi o questionamento da ideia de que a arte seria um anexo de outras áreas, estando subordinada às ciências humanas, exatas e naturais. Pesquisadores começaram a defender a ideia de que a arte deveria ser integrada às demais disciplinas, pois melhora as habilidades cognitivas e a memória (HARDIMAN; RINNE; YARMOLINSKAYA, 2014); e, em um mundo em constante transformação, cheio de incertezas, que exige do indivíduo a criatividade e a capacidade de solucionar problemas inesperados, a demanda por habilidades adquiridas pela experiência artística é crescente (BACICH; HOLANDA, 2020). Nesse sentido, o objetivo deste trabalho é discutir os benefícios da união Ciência e Arte no contexto educacional, na aquisição de conhecimentos e habilidades requeridas para o estudante do século XXI, e apresentar aspectos motivacionais, cognitivos e fisiológicos envolvidos na integração das duas áreas.

Bacich e Holanda (2020) apresentam resultados positivos da implementação da metodologia STEAM por meio de projetos em uma escola paulista. Em 2016, deu-se a introdução de um

programa STEAM como uma disciplina de ensino médio, a qual foi uma experiência inicial no Brasil. A arte, utilizada sob diferentes perspectivas, perpassa, durante as atividades desenvolvidas, as áreas de Biologia, Física e Filosofia. Um projeto realizado com turmas do primeiro ano do ensino médio, por exemplo, ao estudar a Escola de Artes Bauhaus, na Alemanha, foi centrado no estudo da temática cor. Ao longo de um bimestre, os estudantes participaram de diversas oficinas, sobre luz, cores, pigmentos, funcionamento do olho, etc. O resultado final desse projeto foi a construção de uma maquete, um ambiente arquitetônico aplicando os princípios da escola de arte alemã e incorporando os conhecimentos de diferentes áreas aprendidos durante as oficinas. Um segundo projeto STEAM, desenvolvido com estudantes do segundo ano do ensino médio, se baseou na criação de uma coleção de objetos inúteis a partir utensílios, a fim de estimular a criatividade tanto para ciência como para a arte. Bacich e Holanda (2020) enfatizam que a implementação da abordagem STEAM requer diálogo entre os professores e especialistas da Educação, bem como tempo para adaptação.

A implementação da Educação STEAM não se restringe ao ensino básico. Lopes et al. (2019) relatam a aplicação da metodologia STEAM para capacitação profissional entre acadêmicos de três níveis de formação (graduandos, mestrandos e doutorandos) na Universidade Federal do Mato Grosso (UFMT). Os autores, apesar de ser uma experiência recente, relatam resultados positivos entre os estudantes, dado o engajamento destes nas aulas inovadoras. Um projeto desenvolvido no curso de Licenciatura em Ciências Biológicas envolveu os estudantes na produção de modelos icônicos, microcosmos, vídeos, jogos, QR Codes (Códigos de Barra de Resposta Rápida), que direcionam o usuário para um ambiente virtual com informações sobre as espécies biológicas observadas em um zoológico e em um jardim localizado no campus universitário, integrando conhecimentos biológicos, geográficos, tecnológicos e artísticos. Este último se trata da criatividade empregada no processo e estética do produto final produzido pelos estudantes. Outra parte interessante do projeto de extensão é que três estudantes portadores de deficiência discutem aspectos de acessibilidade do material produzido, como inclusão da Língua Brasileira de Sinais e áudio, para que as informações contidas nas fichas, acessadas via QR Code, sejam disponibilizadas às pessoas com deficiência. O trabalho desenvolvido na UFMT mostra como os saberes disciplinares são trabalhados na abordagem STEAM, de forma integrada, com ênfase no trabalho colaborativo e na resolução de problemas.

A abordagem STEAM também é aplicada às ações de Educação científica em espaços não formais, tais como museus, centros de ciência e instituições científicas. É o caso do Museu da Vida, departamento da Casa de Oswaldo Cruz, e sua consolidada programação teatral, iniciada nos anos noventa, com objetivo de unir mundos aparentemente díspares (ciência e arte) e mitigar o distanciamento entre a população e a ciência. Também, há a Fundação Cecierj, com oficinas

multidisciplinares da “Praça da Ciência Itinerante”, projeto de Educação continuada e de divulgação científica desenvolvido com professores, estudantes e com público geral. Mais recentemente, ainda na Fundação Cecierj, desenvolveu-se a “I Olimpíada de Ciência e Arte” da instituição, com intuito de estimular a competição colaborativa e o diálogo entre as duas áreas. Outro exemplo é o Espaço Ciência Viva, organização não governamental no Rio de Janeiro, que visa promover a popularização da ciência, desenvolver pesquisas e ações de ensino a partir da interação entre ciência e arte.

Historicamente, nem sempre a arte foi tratada como um conhecimento desconectado de outras culturas. Aliás, na Antiguidade, o homem utilizava pinturas rupestres em cavernas como forma de comunicação e para compartilhar conhecimentos. O polímata Leonardo da Vinci (1452-1519), hoje lembrado principalmente por suas pinturas, como a Mona Lisa e A Última Ceia, já era um adepto da integração da arte à ciência e à natureza. A título de exemplo de um dos interesses ecléticos de Leonardo está o estudo da anatomia, da dissecação, dos princípios matemáticos e geométricos que auxiliaram seus desenhos feitos com precisão, como o Homem Vitruviano e o Ornitóptero, uma espécie de planador que mistura conhecimentos sobre aerodinâmica, anatomia de pássaros, arte e robótica. A combinação de saberes artísticos e científicos certamente alimentaram a sua criatividade e a sua capacidade de conectar conhecimentos teoricamente distantes. Dificilmente, Leonardo da Vinci se encaixaria em um sistema cujos saberes estão separados em “caixinhas”.

Todavia, com a revolução científica moderna, ocorrida nos séculos XVI e XVII, houve a separação das duas culturas, arte e ciência, pois, no método científico, se exclui aquilo que é subjetivo e sensível. A ciência é objetiva, baseada no raciocínio lógico e tem compromisso com a verdade. Já a arte abre espaço para imaginação, interpretação individual e emoção (SAWADA; ARAÚJO-JORGE; FERREIRA, 2017), desafia as leis da Natureza, lida bem com o mistério e com a dúvida, quebra regras e não se limita a apenas uma verdade (BACICH; HOLANDA, 2020).

1. Reaproximação ciência e arte

No século XXI, o que se observa é uma reaproximação da ciência e da arte. O conhecimento artístico se comunica integralmente com as ciências e com o cotidiano, não estando apenas voltado para fins estéticos, para representação do conhecimento produzido, mas, também, no desenvolvimento do pensamento crítico e na resolução de problemas de cunho científico ou pessoal. Da mesma forma, o artista se apropria de objetos da ciência, como representações, tecnologias, conceitos e instrumentos, mas, simultaneamente, faz uso da imaginação, abstração e criatividade.

Esforços para integração da arte e ciência podem ser, cada vez mais, observados. Em nível internacional foi criado o Centro SciArt na Universidade da Califórnia (UCLA), onde são realizadas palestras, exposições, simpósios e atividades, inspirando indivíduos a pensar sobre arte e ciência de forma relevante para a sociedade. Da mesma forma, na Universidade da Austrália Ocidental foi lançado, nos anos 2000, o laboratório de pesquisa artística denominado Symbiotica, local onde ocorre a integração das neurociências, bioética, ecologia e biologia às artes. Instituições educacionais brasileiras também têm investido em iniciativas de Ciência e Arte. Isto se dá, por exemplo, na forma de criação de disciplinas de pós-graduação (Tópicos Transversais da Pós-Graduação: Ciência e Arte na Universidade Federal de Minas Gerais), inclusão de linhas de pesquisa na interface Ciência e Arte (CienciArte no Programa de Pós-Graduação em Ensino em Biociências e Saúde da Fiocruz), eventos e oficinas (Projeto Arte e Ciências no Parque, criado por professores da Universidade de São Paulo com o objetivo de apresentar a ciência e tecnologia para o público jovem e infantil), cursos, “Falamos de Chagas e Saúde com CienciArte”, desenvolvido no Instituto Oswaldo Cruz no Rio de Janeiro, dentre várias atividades. Nesse curso ocorrem encontros, atividades lúdicas e artísticas com tema relacionado à saúde e à ciência destinado às pessoas portadoras ou afetadas pela doença de Chagas (ARAÚJO-JORGE et al., 2019). Aliás, o Instituto Oswaldo Cruz/Fiocruz é uma referência na área já que há mais de 30 anos são desenvolvidas ali atividades que unem a ciência e a arte (ARAÚJO-JORGE et al., 2018). Iniciativas em instituições da sociedade civil também se têm expandido e, no Brasil, podemos citar o Silo, que tem feito a difusão de arte, ciência, tecnologia e agroecologia com experiências imersivas e práticas transdisciplinares, como residências artísticas e laboratórios de experimentação e inovação.

Mas, afinal, o que é Ciência e Arte? Araújo-Jorge et al. (2018) ressaltam que Ciência e Arte é “um campo em construção, não formatado e que foge do aspecto rígido e disciplinar”. Ciência e Arte é naturalmente interdisciplinar e, por vezes, transdisciplinar. Root-Bernstein e colaboradores publicaram na revista “Leonardo”, em 2011, um documento propondo a terminologia ArtScience para se referir à união da arte e da ciência. Na mesma publicação, os autores lançaram o Manifesto ArtScience. Sawada, Araújo-Jorge e Ferreira (2017) apresentaram a tradução do manifesto e propuseram a utilização do termo CienciArte, o qual será utilizado neste texto. As 16 ideias sugeridas no manifesto trazem uma concepção mais abrangente sobre o que seria CienciArte, das quais destacamos duas onde se lê que CienciArte transcende e integra todas as disciplinas ou formas de conhecimento, sendo sua missão a reintegração de todo o conhecimento.

2. CienciArte e Educação

Além do investimento em pesquisas em CienciArte, a arte também pode se comunicar com a ciência como uma estratégia pedagógica para o letramento científico, visando proporcionar ao

estudante, nos seus diversos níveis de ensino, uma formação teórica e metodológica plural. Também, a arte pode ser um meio para divulgação da ciência, decodificando o conhecimento científico em algo entendível para o público geral (SAWADA; ARAÚJO-JORGE; FERREIRA, 2017). Evidentemente, não se trata aqui da forma de ensinar a arte que se limita a colorir desenhos, pintar protótipos ou conectar pontos, mas sim aquela que trabalha a criatividade e restabelece conexão com outras áreas do conhecimento. Referimo-nos ao ensino da arte como indica Pimentel (2006), como uma “oportunidade de uma pessoa explorar, construir e aumentar seu conhecimento, desenvolver suas habilidades, articular e realizar trabalhos estéticos e explorar sentimentos”.

Araújo-Jorge et al. (2018) ponderam que a articulação ciência, arte e Educação não é algo simples, pois requer transitar por várias áreas do conhecimento, mantendo a especificidade de cada uma dessas áreas e tendo o cuidado para não produzir visões superficiais e generalistas dos temas abordados. Muitas habilidades desenvolvidas a partir das artes são utilizadas nas disciplinas STEM, como desenvolver a curiosidade, observar e expressar opiniões com precisão, perceber um objeto de forma diferente, trabalhar de forma coletiva, capacidade de se concentrar, planejar e se organizar, capacidade de resolução de problemas, senso crítico, comunicação, iniciativa, habilidades que são expressamente ensinadas na escrita, na dança, na pintura, na música, no teatro etc. Todas essas habilidades estão alinhadas com as habilidades e competências exigidas do estudante no século XXI, o qual está inserido em um ambiente progressivamente complexo e tecnológico (SOUSA; PILECKI, 2018).

Outro aspecto pouco explorado na Educação envolvendo as duas áreas é que, a despeito das diferentes formas de pensar, tanto a ciência como a arte se relacionam com registros, embora a primeira não os faça de forma diversificada e com imaginação estética como é o caso da arte (referências visuais, sonoras, gestuais e comportamentais); explorar a relação da ciência e da arte com registros pode ser importante para a formação de crianças e jovens à medida que permitem pensar novas possibilidades a partir da contextualização e recontextualização destes (PIMENTEL, 2006).

Entretanto, muitas vezes, a importância do saber artístico não é reconhecida e este acaba não sendo estimulado durante o desenvolvimento do indivíduo. A arte, na sociedade atual, é vista, muitas vezes, como produto estético de um grupo de alto nível socioeconômico e com tempo para desfrutar, fruir. Nas escolas, sobretudo nas instituições particulares, há certo incentivo para habilidades artísticas, como apresentações teatrais, musicais, dança. Contudo, nas escolas públicas o movimento artístico ainda é um movimento tímido, justamente no período que o cérebro jovem é mais adepto a desenvolver habilidades artísticas (SOUSA; PILECKI, 2018). Um pensamento restrito que permeia a nossa sociedade, destacado pelo professor Dr. Alfred Sholl-Franco no Workshop Arte+Ciência e Inclusão (2016), é que “a criatividade é coisa de gênio, artista e

músico”, assim, “como não sou criativo, serei médico, matemático, arquiteto...”. Contudo, a criatividade é algo que o professor pode facilitar o seu desenvolvimento, não é apenas um dom ou uma habilidade natural (SOUSA; MONTEIRO; MENDES, 2012). Na verdade, a criatividade é uma característica inata e ajuda os indivíduos a se manterem vivos (SOUSA; PILECKI, 2018).

Ademais, a criatividade é fonte de inovação e podemos utilizá-la em vários momentos da nossa existência, seja como meio para solucionar desafios escolares e profissionais, superar problemas sociais e globais e um motor para promover inovações (DE EÇA, 2010). Nas palavras de Einstein, “a imaginação é mais importante do que o conhecimento” (FIOLHAIS, 2013), daí a importância do ensino artístico, que potencializa a expressão e desenvolvimento da criatividade.

Uma das justificativas para que a arte fique à margem dos currículos é devido ao compromisso de algumas escolas em preparar eficientemente os seus estudantes para realizarem exames de admissão às universidades, e, por isso, ainda há uma supervalorização do ensino conteudista e de conhecimentos lógico-rationais (BACICH; HOLANDA, 2020). Além disso, os professores podem se sentir inseguros ao tentar implementar a arte em suas aulas. Há professores que têm uma opinião negativa a respeito da própria criatividade, enquanto a outros, apesar de serem criativos, lhes falta o conhecimento de uma metodologia adequada, habilidade, para transformar sua ideia em algo tangível. Portanto, entre um conjunto de ações possíveis, investir na capacitação profissional para a Educação STEAM pode ser importante, pois, no final das contas, a fim de atingir um objetivo de aprendizagem, a Educação STEAM utiliza a criatividade de todos em uma sala de aula, do professor, profissionais de apoio e estudantes (SOUSA; PILECKI, 2018).

Colombo Junior e Ovigli (2018), em um trabalho desenvolvido na Universidade Federal do Triângulo Mineiro (UFTM), questionam a formação inicial e continuada dos professores, uma vez que os cursos privilegiam o ensino sobre “O que ensinar” e destinam pouco tempo para discussão de “Como ensinar”. Além disso, o pouco diálogo entre as disciplinas de conteúdo específico e aquelas denominadas como de “Educação” têm um impacto negativo na formação do licenciando, uma vez que as demandas da sociedade atual impõem ao professor em sala de aula a necessidade de inovar, de transformar o ensino. A partir da tríade arte-ciência-cultura, uniu-se ao saber técnico os saberes didático-pedagógicos por meio da integração de temas da Física às Artes, como o teatro, a música, o cinema e a literatura. Tal estratégia teve o intuito de contribuir na formação inicial de professores, utilizando a arte com uma nova forma de ensinar (COLOMBO JUNIOR; OVIGLI, 2018).

Apesar dos desafios, a não-implementação da arte pode ser um obstáculo ainda maior. No mundo contemporâneo, crianças e jovens passam a maior parte do tempo nas redes sociais,

entretidas em uma tela. O ensino tradicional, as aulas que começam sempre da mesma forma, sem um componente novo, podem ser desinteressantes e promover pouco engajamento dos estudantes. A arte pode ser uma forma divertida de se ensinar conceitos STEM; a dança, o teatro e o desenho podem representar uma novidade e trazer estímulos emocionais (SOUSA; PILECKI, 2018).

Além dos benefícios associados à transformação do ensino e motivação em aprender, há também evidências de possíveis benefícios cognitivos entre indivíduos que tiveram experiências artísticas. Em um estudo realizado na década de 1980 e 1990 sobre um teste de aptidão escolar denominado SAT (*Scholastic Aptitude Test*)¹, foi investigada a relação entre a pontuação obtida no exame por estudantes que tiveram ou não contato com alguma forma de arte. O estudo mostrou que estudantes que estiveram, em alguma etapa do percurso escolar, envolvidos com a arte obtiveram pontuações mais altas em Matemática e Linguagens. Além disso, quanto mais tempo o estudante esteve conectado às artes, melhor o seu desempenho no SAT. Apesar de a evidência indicar apenas correlação e não causalidade, e também poder indicar que estudantes de bom desempenho vieram de escolas ou famílias que valorizam tanto a arte quanto outros saberes acadêmicos, esse resultado aponta para importância de se investigar a relação entre a experiência artística e o desenvolvimento cognitivo (VAUGHN; WINNER, 2000).

Catterall, Dumais e Hampden-Thompson (2012) trabalharam com dois grupos de jovens e adultos, um de baixo nível socioeconômico (NSE) e outro de alto NSE. Entre os indivíduos de baixo NSE, foi demonstrado que aqueles que têm profundo envolvimento com as artes têm desempenho escolar superior comparado com aqueles com pouco ou nenhum envolvimento com as artes no mesmo período do ensino fundamental ou médio. O resultado positivo na apropriação de conceitos científicos pelo envolvimento com as artes pode ser devido ao desenvolvimento cognitivo, mas não é possível estabelecer relação de causa e efeito, pois tal resultado positivo pode ser devido a fatores ligados à satisfação e motivação em aprender. Ademais, jovens e adultos, incluindo aqueles de alto NSE, que tiveram experiências artísticas profundas no ensino médio, se mostraram mais propensos a se interessar por assuntos da atualidade e eram mais participativos social e politicamente, participando de ações voluntárias, votação e campanhas políticas. Sendo, novamente, as relações supracitadas correlações estatísticas, não se pode afirmar sobre relações causais. No entanto, mais uma vez, abre-se uma possibilidade de pesquisas para se aprofundar nas questões levantadas e entender melhor a correlação entre ciência, arte e educação em diferentes cenários socioculturais.

Mas, então, de que maneira o saber artístico poderia influenciar na aprendizagem dos estudantes? A arte contribui para a aprendizagem visual-espacial e para memória. Musicistas, por

¹ Teste de aptidão escolar utilizado para seleção de estudantes para graduação das universidades estadunidenses...

exemplo, têm aprendizagem visual-espacial e memória significativamente mais aprimorada quando comparados a não músicos. Um estudo conduzido nos Estados Unidos em 2017 mostrou que quando músicos são submetidos a um teste de memória em que devem transformar experiências visuais em ações motoras, o desempenho é significativamente maior nestes do que em indivíduos com pouca ou nenhuma experiência musical. Músicos têm uma boa experiência em traduzir informações visuais, como símbolos em partituras, em ações motoras, como movimentos finos para produzir som em instrumentos. Dessa forma, as habilidades cognitivas dos músicos não estão apenas limitadas à audição, mas, também, estão relacionadas às habilidades visuais e à memória (ANAYA; PISONI; KRONENBERGER, 2017).

Um estudo conduzido em 2014 nos Estados Unidos testou os efeitos da integração da arte às ciências e ecologia. Com um grupo controle foi utilizada a metodologia tradicional de instrução. Com o segundo grupo foi utilizada uma metodologia que promoveu a integração das artes (música, artes visuais e performáticas) para abordar os mesmos conteúdos científicos. A retenção do conteúdo foi avaliada por meio de pré e pós-testes compostos por itens de múltipla escolha e de resposta curta. Os resultados mostraram que, ao ensinar o mesmo volume de conteúdos científicos, o grupo que foi ensinado por meio da integração das artes teve uma retenção de conhecimento em longo prazo significativamente maior do que o grupo ensinado pelo método tradicional. Especialmente entre alunos em fase de alfabetização, que ainda têm dificuldades com a leitura e escrita, os benefícios da abordagem CienciArte na Educação podem ser ainda maiores (HARDIMAN; RINNE; YARMOLINSKAYA, 2014).

Além dos processos conscientes de quando se aprende através das artes, ainda existem interferências cognitivas sem que se tenha qualquer consciência e, também, alterações fisiológicas. Foi o que mostrou um estudo conduzido em 2016 nos Estados Unidos com estudantes e professores com idades entre 18 e 59 anos. Os participantes foram expostos a 45 minutos de artes, incluindo colagens de materiais, modelagens com argila, dentre outras formas de artes visuais. A mudança no nível de estresse entre os participantes foi verificada por meio da medição do cortisol salivar antes e depois da experiência artística. O resultado do estudo mostrou que houve reduções estatisticamente significativas no nível de cortisol após a intervenção, independentemente da idade, sexo ou etnia dos participantes. Ainda, entre os participantes que relataram vivenciar rotineiramente o contato com a arte, não houve alterações significativas no nível de cortisol (KAIMAL; RAY; MUNIZ, 2016). Além disso, a arte recruta diferentes redes neurais sensoriais e cognitivas (BOCCIA et al., 2016), aumenta o fluxo sanguíneo no cérebro durante a execução de uma tarefa criativa (CHÁVEZ-EAKLE et al., 2007), altera padrões neuronais repercutindo na habilidade do indivíduo em realizar tarefas não artísticas (MUSZKAT, 2019; CATTERALL, 2005), dentre outros benefícios que não se esgotam aqui.

A literatura aponta uma crescente aproximação CienciArte e Educação nos últimos anos, mas nem sempre foi assim. A princípio a arte era utilizada sobretudo para divulgação de questões científicas, como em museus e centros de ciência. Atualmente, o teatro, por exemplo, tem sido uma alternativa para superar o ensino centrado na transferência e memorização de conteúdos e pode constituir um método de intervenção para construção do conhecimento crítico, da sensibilidade e criatividade entre os estudantes sobre temas especialmente relevantes. Pesquisadores ressaltam que o uso não apenas do teatro, mas também de outras expressões artísticas, pode contribuir para transformação do modo de ensinar. Por isso, é importante investir na formação do professor-artista, que utiliza a criatividade como uma ferramenta em sala de aula (FREITAS; GONÇALVES, 2018). De fato, um levantamento nas atas do Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC), entre 1997 e 2015, relatou que a contribuição do teatro científico para o ensino, sobretudo de temas de Ciências e Biologia, Física e Química, tem aumentado desde 2011, permitindo a interação entre professores e estudantes de maneira divertida, lúdica e prazerosa (CAMPANINI; ROCHA, 2017).

Um projeto nomeado "*Uma viagem na história da vida com Arte e Biologia*", desenvolvido por Duarte e colaboradores (2018), em uma escola estadual do Rio de Janeiro em parceria com a Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), integrou as áreas Artes, Biologia e Geociências para facilitar o aprendizado sobre o surgimento e a evolução do Universo do ponto de vista científico, assim como o surgimento da vida e a sequência da evolução ao longo do tempo geológico. Durante as oficinas os estudantes produziram pinturas, confecção de réplicas de fósseis e esculturas. O trabalho também foi desenvolvido com estudantes de licenciatura em Ciências Biológicas e Geografia na UFRRJ e na Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) e teve resultados positivos no aprendizado dos estudantes, além de conscientizar o futuro professor a respeito da importância da prática interdisciplinar (DUARTE et al., 2018).

Enfim, a arte pode funcionar como uma ponte entre saberes tratados erroneamente como desconectados, como Arte e História, Arte e Ciência, Arte e Literatura, por exemplo. Essa conexão de conhecimentos requer uma orientação experiente em via de mão dupla, como de um artista, de um professor ou mesmo de um professor-artista. A reflexão e a discussão sobre as artes podem proporcionar um momento rico de aprendizagem, seja pela conversa social ou no interior de cada indivíduo. Em uma conversa social, como entre professores e estudantes, é possível interpretar a informação subjacente a uma obra, estimular a imaginação, discutir o significado dos símbolos, explorar os contextos históricos de uma arte, etc. (CATTERALL, 2005).

3. CienciArte no ensino básico

Apesar dos benefícios supracitados, uma parcela da opinião pública a respeito do ensino de Artes nas escolas ainda reforça a concepção de que a Arte seria um dom e, por esse motivo, não deveria ser obrigatória nas escolas, mas sim, destinada àquelas pessoas com aptidão. Entretanto, muitas vezes, as pessoas ditas criativas tiveram acesso à cultura; além do mais, o potencial criativo precisa ser estimulado e a escola pode constituir um meio de acesso às diversas formas de arte e desenvolvimento da criatividade (CRUVINEL, 2017).

Cruvinel (2017) também discute a hierarquização das disciplinas, estando, dentre as mais importantes, Matemática, Ciências e as Línguas. A arte, no Brasil, ocuparia o nível mais baixo. A razão para que isso aconteça é que, historicamente, a Matemática, as Ciências e as Línguas estariam mais ligadas às funções requeridas no mundo do trabalho. Nessa lógica, a arte não seria importante, pois não atenderia aos interesses econômicos. Contudo, a criatividade desenvolvida pela Arte é um meio para solucionar problemas, o que, em um contexto de trabalho, gera mais produtividade.

Os sistemas de avaliação também contribuem para concepção de que a arte seria menos importante comparada às demais disciplinas. No Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM), por exemplo, em um total de 180 questões, uma média de apenas 3 questões são específicas das artes. Assim, as instituições escolares com olhar produtivista naturalmente priorizam outros saberes disciplinares (CRUVINEL, 2017).

De forma geral, não está clara para a sociedade a importância da disciplina de Arte, talvez por experiências negativas durante o percurso escolar ou simplesmente por falta de exposição à área. Portanto, para se pensar em interdisciplinaridade, ao menos no ensino básico público brasileiro, é importante que a arte se consolide como disciplina. Este, talvez, seria o primeiro passo para que a integração Ciências/Tecnologia/Engenharia/Artes/Matemática se torne mais eficiente. Mas, evidentemente, a implantação da STEAM como ação isolada não é solução para melhorar a qualidade do ensino no Brasil.

Apesar de na Lei das Diretrizes e Bases (LDB) constar que o ensino da arte e suas expressões regionais é componente curricular obrigatório da Educação Básica (BRASIL, 1996), o conteúdo poderá ser ministrado por profissionais que não são licenciados na área. A escola, à sua escolha, poderá optar por não manter o formato tradicional da disciplina e não contratar docentes específicos de artes. Dessa forma, o conteúdo de artes seria ensinado por um professor mais generalista, da área de linguagem, por exemplo (CRUVINEL, 2019).

Levanta-se, pois, o questionamento se a Educação em artes continuará sendo efetiva quando conduzida apenas por profissionais que não são formados na área. Pimentel (2006) aponta a complexidade do ensino da arte pela necessidade de se lidar com questões materiais, instrumentais e conceituais sobre o aprender e ensinar arte, além da questão emotiva e sensível dos alunos. Evidentemente, o trabalho interdisciplinar artístico é importante, mas o docente de artes possui qualificações específicas que o capacita a ensinar diferentes metodologias e conhecimentos não ensinados em outros cursos (CRUVINEL, 2019).

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) - lembrando que este é um “documento de caráter normativo que define o conjunto orgânico e progressivo de aprendizagens essenciais que todos os alunos devem desenvolver ao longo das etapas e modalidades da Educação Básica” (BNCC, 2018, p.7) - não apresenta a Arte como área específica de conhecimento; na verdade, a Arte está dissolvida como componente curricular na área de Linguagens e suas tecnologias, que inclui a Língua Portuguesa, Língua Inglesa e Educação Física. Vê-se, assim, que a interdisciplinaridade entre a Arte e outras disciplinas aparece restrita às linguagens na BNCC, apesar dos conhecimentos e competências vinculados ao ensino da Arte serem vistos nas demais áreas do conhecimento, como o potencial criativo, cognitivo e inter-relacional, isto é, auxilia no autoconhecimento dos estudantes e do mundo a sua volta, enfrentamentos de desafios novos, interpretação do mundo e tomadas de decisões pautadas na ética e responsabilidade, o que está de acordo com a BNCC (CRUVINEL, 2019). Portanto, é importante repensar a organização dos documentos que norteiam a Educação, consolidando a Arte como disciplina específica e aliando-a, também, à ciência. Dessa forma, a conexão CienciArte nas escolas poderá ser vista de forma mais significativa.

Últimas palavras

O mundo contemporâneo demanda habilidades e competências que podem ser adquiridas e aprimoradas por meio da integração CienciArte. A interlocução entre as duas culturas pode permitir que o aluno repense conceitos STEAM e alcance habilidades cognitivas mais complexas, por meio da inserção da criatividade, estímulo a comportamentos colaborativos, desenvolvimento da criticidade e capacidade de resolver problemas e de se adaptar a novas situações. A implantação do currículo integrado e o rompimento da visão fragmentada “ciência ou arte” constitui uma alternativa de transformação do ensino, ressignificando o modo de ensinar e de aprender conceitos científicos. O grande desafio, no entanto, é fortalecer as relações inter e transdisciplinares, desviando a atenção para os esforços exclusivamente intradisciplinares, promover o diálogo entre ciência e arte, mantendo o compromisso com a verdade, a objetividade, o raciocínio lógico e, ao mesmo tempo, abrir espaço para subjetividade, abstração, às sensações e emoções. O movimento para as mudanças pode começar com a abertura do diálogo entre os professores das diversas

áreas na própria escola, desenvolvimento de projetos pontuais com integração das disciplinas, até que se possam estabelecer mudanças curriculares sólidas. Conhecer a literatura científica que aponta os benefícios do ensino da arte pode ser o ponto de partida para engajar os profissionais da Educação em projetos STEAM de Ciências.

Agradecimentos

Agradecemos à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio financeiro e bolsa de mestrado à Lorryne E. de Sousa e ao CNPq por bolsa de pesquisa à Adlane Vilas-Boas no ano de 2021.

Referências

- ALMEIDA, C.; LOPES, T. **Ciência em Cena: Teatro no Museu da Vida**. Rio de Janeiro: Museu da Vida/Casa de Oswaldo Cruz/ Fiocruz, 2019. Disponível em: <http://www.museudavida.fiocruz.br/images/Publicacoes_Educacao/PDFs/LivroTeatroCienciaemCena.pdf>. Acesso em: 19 de setembro de 2021.
- ANAYA, E. M.; PISONI, D. B.; KRONENBERGER, W. G. Visual-spatial sequence learning and memory in trained musicians. **Psychology of Music**, v. 45, n. 1, p. 5–21, 2017. DOI: 10.1177/0305735616638942
- ARAÚJO-JORGE, T. C. DE et al. CienciArte© no Instituto Oswaldo Cruz: 30 anos de experiências na construção de um conceito interdisciplinar. **Ciência e Cultura**, v. 70, n. 2, p. 25–34, 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.21800/2317-66602018000200010>
- ARAUJO-JORGE, T. et al. Falamos de Chagas com CienciArte: dossiê acadêmico e projeto político pedagógico do curso de extensão. Relatório de Pesquisa. Rio de Janeiro, Fiocruz/IOC. 28 p, 2019. Disponível em: <<https://www.arca.fiocruz.br/handle/icict/39997>>. Acesso em: 30 de junho de 2021.
- BACICH, L.; HOLANDA, L. (Org.). **STEAM em sala de aula: aprendizagem baseada em projetos integrando conhecimento na Educação Básica**. Porto Alegre: Penso, 2020.
- BOCCIA, M. et al. Where does brain neural activation in aesthetic responses to visual art occur? Meta-analytic evidence from neuroimaging studies. **Neuroscience and Biobehavioral Reviews**, v. 60, p. 65–71, 2016. DOI: 10.1016/j.neubiorev.2015.09.009

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, DF, 2018 (terceira versão). Disponível em: <<http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>>. Acesso em: 15 de agosto de 2020.

BRASIL. **Lei de Diretrizes e Bases**. Lei nº 9.394/96, de 20 de dezembro de 1996.

CAMPANINI, B. D; ROCHA, M. B. Ciência e Arte: Contribuições do Teatro Científico para o Ensino de Ciências em atas do ENPEC. In: XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 2017, Florianópolis. **Atas...** ABRAPEC: Florianópolis, 2017.

CATTERALL, J. S. Conversation and Silence: Transfer of Learning Through the Arts. **Journal for Learning through the Arts**, v.1, n. 1, p. 1-12, 2005. DOI: <http://dx.doi.org/10.21977/D911110081>

CATTERALL, J. S.; DUMAIS, S. A.; HAMPDEN-THOMPSON, G. **The Arts and Achievement in At-Risk Youth: Findings from Four Longitudinal Studies**. Washington, DC: National Endowment for the Arts, 2012. Disponível em: <<https://www.arts.gov/sites/default/files/Arts-At-Risk-Youth.pdf>>. Acesso em: 17 de junho de 2021.

CHÁVEZ-EAKLE, R. A. et al. Cerebral blood flow associated with creative performance: A comparative study. **NeuroImage**, v. 38, n. 3, p. 519–528, 2007. DOI: 10.1016/j.neuroimage.2007.07.059

CRUVINEL, T.B. A falta de compreensão dos objetivos e dos propósitos da disciplina arte. **Revista do Programa de Pós-graduação em Artes da EBA/UFMG**. v.7, n.14: nov.2017. Disponível em <<https://periodicos.ufmg.br/index.php/revistapos/article/view/15500>>. Acesso em: 15 de junho de 2021.

CRUVINEL, T. B. A avaliação qualitativa do ensino de Arte no Ensino Médio. **Urdimento**, v. 1, n. 34, p. 77–95, 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.5965/1414573101342019077>

DE EÇA, T. T. P. Educação através da arte para um futuro sustentável. **Cadernos CEDES**, v. 30, n. 80, p. 13–25, 2010.

DUARTE, S. G. et al. Experiência interdisciplinar na Educação básica e na formação de professores: artes, biologia e geociências. **Terrae Didatica**, v. 14, n. 3, p. 245–255, 2018. DOI: 10.20396/td.v14i3.8652424

FIOLHAIS, C. Einstein, a ciência e a arte. In Colóquio Internacional Artes E Ciências Em Diálogo, 2013 – **Artes e ciências em diálogo**. Coimbra: Grácio Editor, 2013. ISBN 9789898377548. p. 27-34. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/10316/41241>>. Acesso em: 18 de setembro de 2021.

- FRANCO, A. S. **Neurociências, Arte e Criatividade**. 2016. (26m05s). Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=72y4EEgkQtk&t=16s>>. Acesso em: 13 de maio de 2020.
- FREITAS, N. M. DA S.; GONÇALVES, T. V. O. Práticas teatrais e o ensino de Ciências: o teatro jornal na abordagem da temática do lixo. **Educar em Revista**, v. 34, n. 68, p. 199–216, 2018. DOI: 10.1590/0104-4060.54660
- HARDIMAN, M.; RINNE, L.; YARMOLINSKAYA, J. The effects of arts integration on long-term retention of academic content. **Mind, Brain, and Education**, v. 8, n. 3, p. 144–148, 2014. DOI: 10.1111/mbe.12053
- KAIMAL, G.; RAY, K.; MUNIZ, J. Reduction of Cortisol Levels and Participants' Responses Following Art Making. **Art Therapy**, v. 33, n. 2, p. 74–80, 2016. DOI: 10.1080/07421656.2016.1166832
- LOPES, E. et al. Educação científica inclusiva: Experiências interdisciplinares possíveis para o ensino de Biologia e Ciências Naturais empregando o método STEAM. **Latin American Journal of Science Education**, v. 6, n. 1, p. 9, 2019. Disponível em: <http://www.lajse.org/may19/2019_12056.pdf>. Acesso em: 20 de agosto de 2021.
- MELO, G. C. de et al. A Ressignificação Do Acrônimo Stem Na Perspectiva Educacional Brasileira. **Anais do I Simpósio Sul-Americano de Pesquisa em Ensino de Ciências - SSAPEC**, 2020. Disponível em: <<https://portaleventos.uffs.edu.br/index.php/SSAPEC/article/view/14665>>. Acesso em: 20 de junho de 2021.
- MUSZKAŃ, M. Música e Neurodesenvolvimento: em busca de uma poética musical inclusiva. **Literartes**, v. 1, n. 10, p. 233–243, 2019. DOI: 10.11606/issn.2316-9826.literartes.2019.163338
- PIMENTEL, L. G. O que a arte tem a ver com a ciência? **Presença Pedagógica**, v. 12, n. 67, 2006.
- PRADO, J. L.; SILVA, R. R. STEM: uma inovação no Ensino Superior STEM: **Research, Society and Development**, v. 9, n. 1, p. 15, 2020. DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v9i11.10355>
- ROOT-BERNSTEIN, B. et al. ArtScience: Integrative Collaboration to Create a Sustainable Future. **Leonardo**, v. 44, n. 3, p. 192–192, 2011. DOI: 10.1162/LEON
- SAWADA, A. C. M. B.; ARAÚJO-JORGE, T. C. DE; FERREIRA, F. R. Cienciarte ou ciência e arte? Refletindo sobre uma conexão essencial. **Educação, Artes e Inclusão**, v. 13, p. 158–177, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.5965/1984317813032017158>
- SILVEIRA, J. R. A. Arte e Ciência: uma reconexão entre as áreas. **Ciência e Cultura**, v. 70, 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.21800/2317-66602018000200009>
- SOUSA, D. A.; PILECKI, T. **From STEM to STEAM: Brain-Compatible Strategies and Lessons That Integrate the Arts**. 2º ed. Calif.:Corwin, 2018.

SOUSA, F. C.; MONTEIRO, I. P.; MENDES, A. B. Criatividade, Educação artística e resolução colaborativa de problemas. Um estudo de caso. **Revista Trama Interdisciplinar**, v. 3, p. 35–68, 2012. Disponível em: <<http://editorarevistas.mackenzie.br/index.php/tint/article/view/5002>>. Acesso em: 16 de junho de 2021.

VAUGHN, K.; WINNER, E. SAT Scores of Students Who Study the Arts: What We Can and Cannot Conclude about the Association. **Journal of Aesthetic Education**, v. 34, n. 3/4, p. 77, 2000. DOI: 10.2307/3333638

Sobre os autores

Lorrayne Evangelista de Sousa

Graduada em Ciências Biológicas e mestre em Genética pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Professora da Educação Básica.

email: lorryne.evangelistasousa@gmail.com

Adlane Vilas-Boas Ferreira

Professora da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) atuando em extensão e nas áreas de pesquisa e ensino em Genética, divulgação científica e percepção pública da ciência.

email: adlane@ufmg.br

Recebido em: junho de 2021

Publicado em: junho de 2022
