



STEAM e a fabricação digital no Hospital Universitário Antônio Pedro: uma experiência educacional

Jacqueline Mac-Dowell Lopes Alves

Introdução

A propagação e expansão do sistema educacional foi favorecida pela Revolução Industrial ocorrida no século XVIII, marcada pela mudança da produção artesanal para o advento da máquina a vapor. Na propagação das fábricas, foi necessário ampliar a oferta de educação para as classes mais baixas, pela necessidade de mão de obra qualificada, causando grandes transformações econômicas, sociais e culturais, que se espalharam pelo mundo (ARAÚJO, 2011).

Acompanhando as tendências subsequentes, por meio dessa vivência, foi possível criar uma cultura de conhecimento científico à indústria, na qual teoria e prática conviveram lado a lado, desenvolvendo o pensamento do ser humano e expandindo para criação de novas perspectivas (SOUZA *et al.*, 2017), bem como trazendo vislumbamento de um salto do manufaturamento para a industrialização em série, o que possibilitou ir ao próximo nível, caracterizando a Segunda Revolução Industrial, ocorrida já no século seguinte, na qual identificamos as tecnologias da comunicação e de mobilidade, que levaria a um período de distância

de mais ou menos noventa anos. No entanto, do século XIX ao início do XX, automóveis, telefones, televisores e rádios encurtaram o distanciamento da Revolução Industrial seguinte, ligando mercados produtores e consumidores em uma velocidade que davam a ferrovias e navios um protagonismo para a distribuição de mercadorias em todo o mundo (KRASILCHIK, 2000).

Outro fenômeno fundamental identificado e que marcaria essa época foram as Grandes Guerras, que também deram fim à Segunda Revolução Industrial e que acompanharam a transição do sistema educacional. As crises políticas que deflagraram as guerras cumpriram um grande papel, definindo eixos territoriais de influência mundial. Dessa forma, tão importante quanto produzir em larga escala, era ser forte e capaz de vender uma forma de vida, para então comercializar e distribuir produtos ao redor do mundo, conforme o Quadro 1, que mostra as fases evolutivas da indústria diante do mercado de trabalho. Nesse período, a indústria química, elétrica, de petróleo e de aço também se desenvolveram. Os carros, por exemplo, exigiram o desenvolvimento de uma série de matrizes, como do metal, do petróleo e da borracha. No Brasil, os seringais foram fundamentais para atender a esse mercado nas primeiras décadas do século XX (ARAÚJO, 2011).

Consequentemente, houve acúmulo maior de riquezas de países que tinham suporte para atender a demanda. E se antes exportavam tecidos, agora os produtos mais vendidos eram carros, rádios e outros itens que agregavam maior valor. Com isso, criou-se uma desigualdade entre nações, na qual umas enriqueceram às custas da falta de tecnologia de outras (KRASILCHIK, 2000).

Já na Terceira Revolução Industrial, considerada a Revolução Técnico-Científica, observamos a educação ser estruturada pelo francês Auguste Comte, que ordenou e compartimentou o progresso da humanidade em três estágios: teológico, metafísico e positivo; além de ordenar as seis ciências com graus de complexidades e de importância: a matemática, a astronomia, a física, a química, a biologia e a sociologia. Sua finalidade

era organizar politicamente a sociedade em termos científicos, e com base nos princípios estabelecidos pela ciência positivista (DELOU, 2007).

O termo “positivista” passou a designar várias doutrinas filosóficas ainda no século XIX. Com a evolução do conhecimento, defendida por Comte, estavam ligadas a evolução política, social e moral, estabelecendo o progresso científico pela previsibilidade, sistematização e hierarquização dos conhecimentos, conhecida até os dias atuais como a Quarta Revolução Industrial, que modificou o mercado de trabalho de acordo com seu desenvolvimento (COMTE, 1978).

Quadro 1. Fases evolutivas da indústria diante do mercado de trabalho

EVOLUÇÃO DA INDÚSTRIA E O MERCADO DE TRABALHO			
INDÚSTRIA 1.0	INDÚSTRIA 2.0	INDÚSTRIA 3.0	INDÚSTRIA 4.0
Invenção da locomotiva e outras máquinas a vapor	Distribuição da energia elétrica	Criação dos computadores	Criação de servidores para o armazenamento de dados

Em meados do século XX, presenciamos a crise do modelo educacional estadunidense e que reverberou em nosso país por utilizá-lo como referencial e exemplo. Esse momento foi registrado como um grande choque de consciência popular estadunidense em decorrência do lançamento do satélite russo Sputnik (MCDOUGALL, 1985). Após esse acontecimento, foi registrada uma intensa e acirrada corrida armamentista daquele país. Com o orgulho nacional ferido, os estadunidenses, trataram de superar os vizinhos no campo educacional; para isso, as escolas teriam de ser mais implacáveis, e então foi autorizada uma lei que aprovou e proporcionou desenvolver programas de Ciências e Matemática de alta performance, para incentivar carreiras científicas. A Lei de Educação para Defesa Nacional (*National Defense Education Act* – NDEA/1958) foi um grande investimento, especificamente para o processo de orientação, aconselhamento, testes, identificação e incentivo a estudantes com características de comportamento de altas habilidades ou superdotação,

que não tinham condições financeiras para cursos de graduação e pós-graduação. Esses estudantes foram considerados um recurso “subdesenvolvido”, que beneficiaria a sociedade, naquele momento de crise. O NDEA financiou a reorganização dos cursos de Ciências, atendendo todos os alunos de modo geral. O impacto foi sentido também pelos professores que começaram a ter papel fundamental no projeto, com melhores equipamentos, materiais e formações complementares (FLEMMING, 1960).

A abordagem STEM Education

O programa de incentivo na área educacional dos Estados Unidos aconteceu, mas, no início do século XXI, o país passava por uma escassez de profissionais capacitados em áreas, que no passado foram importantes contra a Rússia. Naquele momento era importante alavancar novas perspectivas para um contra-ataque, dos novos inimigos, China e a Índia; e desenvolver uma nova abordagem educacional para recuperar a supremacia. O ensino de Matemática e Ciência foi de novo alvo de fomento da educação, juntando-se a outras duas áreas: a Engenharia e a Tecnologia (JOLLY; ROBINS, 2016).

Logo, essas quatro disciplinas estavam juntas e era preciso que fossem adequadas para que fossem de fácil entendimento. Assim, chegamos ao termo SMET (acrônimo em inglês para Science, Technology, Engineering and Mathematic), introduzido pela agência estadunidense National Science Foundation (NSF) nos anos 1990. Apesar disso, apenas na última década começou a ganhar visibilidade, principalmente a partir de 2001, quando uma das diretoras do NSF sugeriu a troca do termo para STEM, que se configura uma tendência global (FLEMMING, 1960).

STEM Education pode significar o óbvio à primeira vista: o ensino de Ciências e Matemática incrementado com novos conteúdos de novas áreas que ganharam espaço na sociedade nas últimas décadas, principalmente a computação.

A abordagem STEM Education, integra esse conjunto de disciplinas interconectadas, com uma perspectiva transdisciplinar, em que o

conteúdo específico da disciplina não é dividido, mas sim articulado como um estudo dinâmico e fluído (STEM..., 2019). No início eram cinco características dessa proposta pedagógica: (a) o conteúdo e as práticas de uma ou mais disciplinas de Ciências e Matemática definem alguns objetivos principais de aprendizagem; (b) o elemento integrador é a prática de engenharia como contexto; (c) o projeto de engenharia ou as práticas de engenharia relacionadas às tecnologias relevantes requerem o uso de conceitos científicos e matemáticos por meios da justificativa do projeto; (d) o desenvolvimento de habilidades do século XXI é enfatizado; (e) o contexto da instrução requer a resolução de um problema ou tarefa do mundo real por meio do trabalho em equipe (MARTINS, 2023).

Uma das principais características da abordagem educacional STEM, pode-se dizer, é a aprendizagem prática, que incentiva a aplicação de conceitos multidisciplinares aprendidos em projetos reais e as atividades em grupo, mediadas com certa distância pelo professor, estimulando a interação entre alunos e a independência para propor novas propostas, tendo como foco maior, as ideias dos alunos. Essa abordagem, rompe com os métodos tradicionais que colocam o professor como o único indivíduo que possui conhecimentos suficientes para interagir criativamente com o conteúdo. A inovação tecnológica, incentiva o uso dos conceitos que seriam aprendidos apenas de modo intelectual ou abstrato para a criação real de algo que resolva um problema, seja um programa de computador, uma maquete ou outras propostas criativas. A abordagem STEM ganhou um notório patamar e atingiu outras fronteiras geográficas, bem como passou a ser um desafio para outras nações (STEM..., 2019).

Sendo assim, dentre as habilidades necessárias no século XXI, são indispensáveis duas categorias: as habilidades de aprendizagem e as literárias. Na primeira categoria entendemos que ensinam aos estudantes processos mentais para vivências no mundo contemporâneo. Podemos obter: (a) pensamento crítico: encontrar soluções para problemas; (b) criatividade: pensar fora da caixa; (c) colaboração: trabalhar com outras pessoas; (d) comunicação: falar com os outros.

Porque a arte entrou na abordagem STEM, tornando-se STEAM

Passados alguns anos, pesquisadores passaram a advogar que a arte deveria ser integrada às demais áreas, dando origem ao movimento STEAM. Ademais, podemos dizer que a abordagem STEAM é uma maneira de levar às escolas um pensamento computacional não só estético, mas também de formação de inteligência emocional, importante para os dias de hoje. Pela arte, o estudante pode se conhecer melhor, pensar sobre si mesmo e suas emoções. A maioria de nossos sentimentos são impossíveis de serem traduzidos em palavras ou teorias, e a arte pode ser uma das únicas possibilidades de compreendê-los e expressá-los, tanto no imaginário, como concretamente (DEWEY, 2010).

A arte não é apenas uma disciplina que ensina a desenhar, respeitando a técnica da perspectiva; decorar escolas para as datas comemorativas, ou apenas cantar “musiquinhas” para a festa de final de ano. A arte é um campo de conhecimento que contribui para a formação do ser humano, com potencial educativo que proporciona aos estudantes autoestima elevada, levando-os a pôr em prática suas capacidades reflexivas e perceptivas, envolvendo a inteligência racional, a afetiva e a emocional. É com essa subjetividade que a arte, na abordagem STEM, auxilia nos processos de escolhas e nas tomadas de decisão, visto que o componente essencial no processo artístico é a seletividade criativa individual (BACICH; HOLANDA, 2020).

Há uma grande necessidade de compreender nas escolas, por parte da direção, da coordenação e das Secretarias de Educação, o porquê de a arte/educação não pertencer somente ao ensino de história da arte ou ao ensino de técnicas e práticas artísticas, como desenhar, pintar, tocar um instrumento etc. como era no passado, bem como assimilar de que modo essa necessidade ocorre na cultura de modo geral. É importante entender como a arte tem um posicionamento de desenvolvimento do ser humano na educação. Considerando que a arte é uma maneira de estar no mundo, de conviver em sociedade, de conhecer diversas culturas, de lidar com as diferenças e de se expressar, ela é uma maneira de pensar, entender, almejar e possibilitar um ensino mais amplo (BARBOSA, 2017).

Além de todo esse potencial da arte como expressão, não se pode esquecer do valor da arte como cultura, que também deve se fazer presente na arte/educação e nos projetos STEAM. O ensino de arte faz a cultura emergir e com isso vêm à tona a diversidade, a multiculturalidade, o respeito e a valorização do outro. Trabalhar a arte como história social e cultura amplia de forma considerável a visão de mundo do estudante e possibilita diversas maneiras de transdisciplinaridade. Daí a importância de não restringir as aulas ao ensino de uma história da arte cânone, branca e de raiz europeia, mas ampliá-la a inúmeras culturas, cultura do estudante e toda manifestação que costuma ser “rebaixada” à “popular” (ALVES, 2023).

Enfim, a arte traz à tona o potencial dos seres humanos, pois permite que o estudante perceba novos horizontes e possa vislumbrar novas possibilidades de um mundo melhor quando ele educa além do olhar, os cinco sentidos para entender o ambiente que o cerca. Em uma educação de qualidade, se faz necessário três tipos de linguagem no desenvolvimento do ser humano: a verbal (ou linguística), a artística e a científica. É por meio da linguagem verbal que comunicamos nossos saberes no mundo, mas é pelas linguagens artística e científica que produzimos esses conhecimentos, por meio das experiências vivenciadas de cada um de nós.

A arte entra no STEAM e eleva, ainda mais, o entendimento dessa abordagem a fim de a considerar os aspectos essenciais do ser humano que é o direito de criar e inovar. Estamos vivenciando a Quinta Revolução Industrial acompanhada a Quinta Revolução Educacional, e a arte faz parte desse momento digital. A arte ainda que esteja atrelada ao design na abordagem STEAM, se faz necessária pela educação estética que ela produz aos que trabalham a interdisciplinaridade dos projetos (BACICH; HOLANDA, 2020).

A tendência do STEAM no campo educacional do Brasil

A Lei de Diretrizes e Bases (LDB) da década de 1990 colocou a arte em um posicionamento de formação do ser humano, no sistema educacional

brasileiro, trazendo à tona a importância desse conteúdo para a formação educacional do país (BARBOSA, 2017).

Na abordagem STEAM, a arte visa proporcionar uma visão e ordem de significado aos elementos como linha, textura, forma, cor, dentre outros. Esses elementos são ordenados em uma estrutura significativa de acordo com seus princípios de organização: harmonia, variação, equilíbrio, proporção, dominância, movimento. Quando os elementos são combinados com as estruturas e utilizados para a criação de ideias, que começam a fazer sentido e ter aceitação do criador como algo possível de existir por meio de seu fazer, a prática com os materiais. Ademais é a forma mais remota de transmissão de conhecimentos que o ser humano domina tecnicamente e que se transforma em linguagem (MAIA CARVALHO; APPELT, 2021).

A educação do “fazer”, traduzida na cultura maker, permite o entendimento de que a arte, quando aplicada nesse contexto, contribui na formação do pensamento crítico de cada aluno. Ao experienciar pensamentos e materiais, constroem-se conceitos com as sinapses que conectam experiências vivenciadas, propiciando o desenvolvimento da formação de ideias e expressão da criatividade, causando assim a promoção de uma aprendizagem significativa (MORÁN, 2015). Com base em três eixos norteadores: a produção, a fruição e a reflexão, a arte estimula nos estudantes a criatividade, expressando sentimentos, autoconhecimento, diminuindo o estresse e a ansiedade, e compartilhando saberes (BARBOSA, 2017).

Sob a coordenação da autora deste artigo, os professores de Artes Visuais na rede do Rio de Janeiro, apresentaram a abordagem STEAM nas orientações curriculares, em 2016, sendo uma prerrogativa para professores usarem com a cultura maker nas salas de aula. Independentemente de terem ou não recursos materiais tecnológicos avançados, para isso, utilizamos essas abordagens, inclusive na Educação Especial, e obtivemos sucesso em vários planejamentos.

Instalações do laboratório de impressoras 3D

O Programa de Pós-Graduação Cardiovasculares, do Hospital Universitário Antônio Pedro, da Universidade Federal Fluminense, na cidade de Niterói, construiu o laboratório de fabricação digital com o olhar visionário de uma estudante de graduação, concretizando-o após um longo período de reuniões virtuais. Intitulado como *Health, Science & Education Lab*, o Fab Lab da Radiologia do HUAP, que busca implementar a Educação 4.0 para o ensino básico, visa, fomentar inovação tecnológica na área da saúde na qualidade de um projeto audacioso a ser oferecido como experiência no campo computacional. Para tanto, há uma parceria com a Secretaria de Educação de Niterói, que incentiva as escolas a levarem seus estudantes de Ensino Fundamental, para conhecerem essas instalações (ALVES, 2023).

Entre as instalações das impressoras 3D de alta tecnologia, tanto de filamento PLA como de resina, para digitalização de modelos de órgãos dos pacientes do hospital, contamos com imagens de ressonância magnética, ultrassom, tomografia computadorizada, cintilografia, mamografia e outros exames de imagens realizadas na radiologia do HUAP (ALVES, 2023).

Considerando o problema de saúde do paciente, a equipe médica solicita a impressão do elemento do corpo com distúrbio. A imagem do órgão é escaneada, com consentimento do paciente, e levada ao Fab Lab para a impressão 3D, e assim criarmos os modelos tridimensionais. Esses materiais são confeccionados para estudos de cirurgias, ensino e pesquisa dos estudantes da pós-graduação (SOARES, 2021).

Essa metodologia de aprendizado permite ao estudante observar fenômenos, formular hipóteses, realizar experimentos e trabalhar em grupo, o que contribui para o aprendizado de conceitos científicos. O *Health Science & Education Lab* é uma iniciativa de Educação 4.0, conforme sua logo, referenciada na Figura 1, que promove o aumento do letramento científico e tem como um dos objetivos atingir estudantes de

escolas de Ensino Fundamental, a fim de incentivar, desde cedo, futuros profissionais a ter perspectivas de transformar o cuidado à saúde em um processo de evolução e inovação (MACEDO, 2023).

Figura 1. Placa de identificação do laboratório no HUAP, em Niterói no Rio de Janeiro.



Com uma equipe de estudantes de graduação e pós-graduação, sob a coordenação do Dr. Claudio Tinoco, a divulgação do Fab Lab tem ocorrido em várias instâncias importantes para o crescimento desse empreendimento. Temos parceria com a exposição no Museu do Amanhã no Congresso Mundial de Cardiologia. Nessa mostra, pudemos contribuir com seis peças de órgãos fabricadas no Fab Lab e oferecer uma oficina ao final.

Educação Básica de Niterói

O projeto integra o Hospital Universitário Antônio Pedro e o ensino básico de Niterói por meio da implantação da Educação 4.0, cuja proposta envolve a participação de estudantes das escolas municipais de Niterói no projeto de produção dos modelos do órgão cardíaco, entendendo a anatomia e a fisiologia desse órgão, a construção dos modelos computacionais com treinamento na área, a escolha e as características de materiais que envolve arte, física e química e, por fim, atividades educacionais sobre a biologia desses órgãos.

A parceria entre o Fab Lab e a Secretaria de Educação de Niterói visa fomentar o Projeto Político-Pedagógico das escolas, contribuindo para

um dos nichos desenvolvidos por essa secretaria – Projeto Robótica Educacional. De acordo com essa visão, encontramos no próprio *site* do setor, o seguinte entendimento: o Projeto Robótica Educacional é uma proposta interdisciplinar que tem por objetivo promover não só a integração de todas as disciplinas estudadas, mas também permitir ao estudante vivenciar de forma integral a construção de protótipos e pequenos modelos e mecanismos. Em seu formato remoto, o projeto prevê ênfase em atividades *maker* e de programação, que possam ser desenvolvidas pelos estudantes em suas casas. A proposta tem como ponto central um trabalho que envolva o raciocínio lógico, a criatividade, a autonomia e o protagonismo dos alunos. Oportunizar essas experiências aos alunos é proporcionar múltiplos aprendizados não só em relação ao trabalho prático como também ao trabalho crítico e reflexivo. Deseja-se nesse ano o desenvolvimento das atividades em formato remoto ou híbrido, trazendo os alunos para o centro do processo de ensino e aprendizagem, além de buscar um alinhamento do projeto de robótica com o projeto da escola, favorecendo assim o protagonismo de professores e alunos (SOARES, 2021).

Entendendo a cultura *maker*, que tem como objetivo principal permitir e, principalmente, incentivar o faça você mesmo, podemos identificar as possibilidades do desenvolvimento de uma sociedade muito mais independente, criativa e proativa. A visão da prefeitura visa ter o aluno como centro da aprendizagem, como agente ativo na construção do próprio conhecimento, desenvolvendo por meio da experimentação a inventividade e a criatividade.

Divulgação do projeto nas escolas de Niterói

Como premissa desse projeto, a visitação nas escolas ocorre de forma gradativa. O convite é feito às escolas do Ensino Fundamental, mas o estranhamento acontece. O que teria de interessante para se vivenciar em um hospital? E o desconhecido e inusitado se faz a passos lentos.

Inicialmente, fomos convidados a conhecer as instalações da Escola Municipal Anísio Teixeira, situada no bairro do Ingá, município de

Niterói, RJ. Nessa visita apresentamos algumas peças 3D fabricadas para que os alunos pudessem ter acesso ao material e vislumbrar as possibilidades do laboratório. A maior surpresa, foi perceber que a escola já tinha um movimento para a compra de uma impressora 3D, mas de resina, o que inviabiliza o manuseio da impressora pelos estudantes, pois exala uma toxina forte prejudicial à saúde humana. Por isso, orientamos a troca da máquina por uma que trabalhasse com PLA, material reciclável e de fácil manuseio.

Em visita, à Escola Municipal Honorina de Carvalho, situada no bairro de Maria Paula, localizado nos municípios de Niterói e São Gonçalo, os alunos que nos receberam no auditório com euforia tiveram acesso a nossas peças e puderam matar a curiosidade sobre elas. Nessa escola, estávamos com alguns estudantes do laboratório e a criadora da Instalação da Artéria Gigante, cenógrafa e doutoranda da Fiocruz, Taiana Lilian da Costa de Oliveira, que aproveitou para desenvolver uma atividade de composição de estrutura molecular, usando materiais de bolinhas de isopor e palitos de dentes. Foi uma experiência ímpar, visto que os alunos se sentiram bem à vontade para contribuir com aquele momento.

No encontro com estudantes da Escola Municipal Alberto Francisco Torres, no Centro de Niterói, eles tiveram uma experiência diferente e única, pois estavam diretamente em nossas instalações do HUAP. Em um *tour* pelo hospital, eles puderam assistir a uma aula com a coordenadora do projeto, sobre a importância da Arte nas escolas e visitar a Instalação Artéria Gigante, que se encontrava no *hall* do hospital. Essa experiência pôde ser explorada também pelos professores da escola, com o intuito de estimular o interesse dos estudantes para a área científica.

Em geral, tanto as visitas às instalações do Lab no hospital, quanto a visitação nas escolas, expondo o material confeccionado de fabricação 3D, demonstram que essa experiência, tem se mostrado uma atividade promissora, uma vez, que os estudantes demonstram muito interesse sobre o assunto, principalmente, quando utilizamos a abordagem da Educação 4.0, que tem potencializado o propósito educacional, incentivando o

letramento científico, o desenvolvimento do potencial criativo e o acesso à tecnologia.

Considerações finais

O trabalho desenvolvido no laboratório de fabricação 3D, tem oferecido oportunidades de novos olhares e experiências concretas a cada dia. Os alunos de graduação e pós-graduação, assim como os docentes, independentemente do grau de titulação, têm-se beneficiado dessa profusão de riquezas de conhecimento que tem gerado artigos, apresentação em eventos, exposições em museus, sem contar com a interdisciplinaridade que brota a cada momento; assim como as parcerias dos diversos laboratórios do *campus* da universidade têm proporcionado movimentos perceptivos aos estudantes que de fato conseguem vislumbrar um futuro promissor para todos os envolvidos. Como coordenadora, acredito que os estudantes, tanto da graduação como das escolas do ensino básico, têm aprendido modos de pensar por si, por esses diversos incentivos identificados nas peças de 3D, e que com certeza levarão esses conhecimentos e experiências ao longo da vida.

O entendimento de novas formas de pensar o sistema educacional necessita ser avaliado e reavaliado a cada geração, bem como fomentar um aprendizado de cooperação, que visa desenvolver potencial criativo de todos que estão à volta. Esse é o tipo de experiência necessária que muda o paradigma de um planejamento educacional falido e repetitivo. Com o objetivo de não perder mais tempo ou oportunidades genuínas de diálogo face a face e pensamento independente, caminhamos para uma quinta Revolução Industrial, na qual a criação de robôs, aplicativos e vivências com inteligência artificial já são uma realidade em nosso meio. Faz-se necessário utilizar essa nova ferramenta com criatividade e consciência crítica, analítica e prática.

Concluimos que o estudo mostrou uma oportunidade para alunos da rede pública de Niterói, o deslumbramento de uma alfabetização na era

digital e conseqüentemente, uma nova educação de perspectivas, capaz de atender às necessidades de uma sociedade que apresenta em seu cotidiano diversificado de possibilidades educacionais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBANO, A. A. Agora eu era o herói: imaginação e expressão artística na primeira infância. **Revista Digital do LAV**, Santa Maria: UFSM, v. 11, n. 2, p. 9-19, maio-ago. 2018.

ALVES, J. M. L. Peças cardiovasculares do Laboratório de Fabricação Digital do Hospital Universitário Antônio Pedro, em exposição no Centro Cultural Ministério da Saúde/DF, e no Museu do Amanhã/RJ. *In*: CONGRESSO DA SOCERJ, 40., 2023, Rio de Janeiro. **Anais [...]**. Rio de Janeiro: Socerj, 2023.

ARAÚJO, U. F. A quarta revolução educacional: a mudança de tempos, espaços e relações na escola a partir do uso de tecnologias e da inclusão social. **ETD Educação Temática Digital**, Campinas, v. 12, n. 3, p. 31-48, 2011.

BACICH, L.; HOLANDA, L. STEAM: integrando as áreas para desenvolver competências. *In*: BACICH, L.; HOLANDA, L. (org.). **STEAM em sala de aula**: a aprendizagem baseada em projetos integrando conhecimentos na educação básica.

BARBOSA, A. M. (org.). **Arte/Educação Contemporânea – Consonâncias Internacionais**. São Paulo: Cortez, 2017.

COMTE, A. **Curso de filosofia positiva**: discurso sobre o espírito positivo, discurso preliminar sobre o conjunto do positivismo, catecismo positivista. São Paulo: Abril Cultural, 1978.

DELOU, C. M. C. Educação do aluno com altas habilidades/superdotação: legislação e políticas educacionais para a inclusão. *In*: FLEITH, Denise Souza (org.). **A construção de práticas educacionais para alunos com altas habilidades/superdotação**. Volume 1: orientação aos professores. Brasília, DF: MEC/SEE, 2007.

DEWEY, J. **A arte como experiência**, São Paulo: Martins Fontes, 2010.

FLEMMING, A. S. The Philosophy and Objectives of the National Defense Education Act. **Annals of the American Academy of Political and Social Science**, [s. l.], v. 327, p. 132-138, 1960.

JOLLY, J. L.; ROBINS, J. H. After the Marland Report: Four Decades of Progress? **Journal for the Education of the Gifted**, [s. l.], v. 39, n. 2, p. 132-150, 2016.

KRASILCHIK, M. Reformas e realidade: o caso do ensino das ciências. **São Paulo em Perspectiva**, São Paulo, v. 14, n. 1, p. 85-93, 2000.

MACEDO, C. G. Proposição de coração desmontável didático para mediação do ensino de cardiologia. In: CONGRESSO DA SOCERJ, 40., 2023, Rio de Janeiro. **Anais [...]**. Rio de Janeiro: Socerj, 2023.

MAIA, D. L.; DE CARVALHO, R. A.; APPELT, V. K. Abordagem STEAM na educação básica brasileira: uma revisão de literatura. **Revista Tecnologia e Sociedade**, Curitiba, v. 17, n. 49, p. 68-88, 2021.

MARTINS, F. R. **CienciArte como ferramenta no atendimento a estudantes superdotados**. Rio de Janeiro: Fiocruz, 2023.

MCDUGALL, W. A. Sputnik, the Space Race, and the Cold War. **Bulletin of the Atomic Scientists**, [s. l.], v. 41, n. 5, p. 20-25, 1985.

MORÁN, J. Mudando a educação com metodologias ativas. In: SOUZA, C.; MORALES, O. (org.). **Convergências midiáticas, educação e cidadania: aproximações jovens**. Ponta Grossa: PROEX/UEPG, 2015. v. 2.

PUGLIESE, G. O. STEM: o movimento, as críticas e o que está em jogo. **Porvir – Inovações em Educação**, São Paulo, 23 abr. 2018. Disponível em: <https://porvir.org/stem-o-movimento-as-criticas-e-o-que-esta-em-jogo/>. Acesso em: 22 set. 2023..

SANTOS, N. C. Arte-ciência-tecnologia: transdisciplinaridade como argumento curatorial em três exposições de arte contemporânea. **DAT Journal**, [s. l.], v. 6, n. 1, p. 78-90, 2021.

SOARES, C. L. de A. **Programa de implantação do FAB LAB na Radiologia do Hospital Antônio Pedro**. Niterói, 2021.

SOIFER, J. O Brasil e a revolução educacional. **Revista do Serviço Público**, [s. l.], v. 106, n. 1, p. 325-329, 1971.

SOUZA, D. N. de *et al.* Revolução educacional através do ensino da investigação. **Internet Latent Corpus Journal**, Aveiro, v. 7, n. 1, p. 2-4, 2017.

STAR, S. L., GRIESEMER, J. Institutional Ecology, 'Translations' and Boundary Objects: Amateurs and Professionals in Berkeley's Museum of Vertebrate Zoology, 1907-39. **Social Studies of Science**, [s. l.]v. 19, n. 3, p. 387-420, 1989.

STEM Education Is Vital – But Not at the Expense of the Humanities. **Scientific American**, New York, 1 Oct. 2016. Disponível em: <https://www.scientificamerican.com/article/stem-education-is-vital-but-not-at-the-expense-of-the-humanities/>. Acesso em: 22 set. 2023.