

Sobre las propuestas curriculares STEM y STEAM¹ y el Programa de Etnomatemática

Ubiratan D'Ambrosio

ubi@usp.br

<https://orcid.org/0000-0003-0564-158X>

*Professor Emérito de Matemática da
Universidade Estadual de Campinas / UNICAMP.*

Recibido: 22/04/2020 **Aceptado:** 07/05/2020

Resumen

En este ensayo, se realizan reflexiones sobre los movimientos STEM y STEAM, desde la perspectiva de la Etnomatemática. En primer lugar, el asunto se ubica en el contexto de la urgencia que está experimentando la humanidad, debido a la aparición de un nuevo virus corona que generó el COVID-19, que ha propiciado la pandemia que el mundo ha sufrido desde fines de 2019 y que para el momento de la aparición de este número de la Revista Paradigma (junio de 2020) ha causado cientos de miles de muertes en casi todos los países. Posteriormente, se ofrece una visión crítica del movimiento STEM que generó la propuesta STEAM, que difiere de STEM al incluir la A de Artes. Con respecto a este cambio, el autor del ensayo, desde la Filosofía de las Matemáticas, se pregunta si hay un lugar para la ficción y la fantasía en las Matemáticas, que son esenciales en las Artes. Para responder esto se necesitan algunas preguntas preliminares: ¿qué es el conocimiento? ¿Cómo se genera ¿cómo está organizado? ¿Cómo se comparte y se transmite? que el autor responde desde el Programa de Etnomatemáticas y plantea su perspectiva personal para introducir el concepto de STEAM.

Palabras clave. Historia de la matemática. Filosofía de la matemática. Dinámica de los encuentros culturales.

Sobre as propostas curriculares STEM e STEAM e o Programa Etnomatemática

Resumo

Neste ensaio são realizadas reflexões sobre os movimentos STEM e STEAM, na perspectiva da Etnomatemática. Em primeiro lugar é posicionado o assunto no contexto da urgência que está vivendo a Humanidade toda pelo aparecimento de um novo corona vírus gerador da COVID-19 que propiciou a pandemia que o mundo sofre desde finais de 2019 e que para o momento da aparecimento deste número da revista Paradigma (junho 2020) tem causado centenas de milhares de óbitos em quase todos os países. Após é oferecida uma visão crítica do movimento STEM que gerou a proposta STEAM que diferencia-se do STEM ao incluir A das Artes. Relativo com essa mudança, o autor do ensaio, desde a Filosofia da Matemática pergunta-se se existe lugar para ficção e fantasia em Matemática, que são essenciais nas Artes? Responder isso precisa de algumas perguntas preliminares: o que é conhecimento? como é gerado? como é organizado? como é compartilhado e transmitido? Que o autor responde desde o Programa Etnomatemática e plantea sua perspectiva pessoal para introduzir o conceito de STEAM.

Palavras Chave. História da Matemática. Filosofia da Matemática. Dinâmica dos Encontros Culturais.

¹ **STEM** (\approx Science, Technology, Engineering, Mathematics) e **STEAM** (\approx Science, Technology, Engineering, Arts, Mathematics)

About STEM and STEAM curricular proposals and the Ethnomathematics Program

Abstract

In this essay, reflections on the STEM and STEAM movements are carried out, from the perspective of Ethnomathematics. In the first place, the matter is placed in the context of the urgency that humanity is experiencing, due to the appearance of a new corona virus that generates COVID-19, which has propitiated the pandemic that the world has suffered since the end of 2019 and that for the moment of the appearance of this edition of the *Revista Paradigma* (June 2020) has caused hundreds of thousands of deaths in almost all countries. Afterwards, it is offered a critical view of the STEM movement that generated the STEAM proposal, which differs from STEM by including A (Artes). Regarding this change, the author of the essay, since the Philosophy of Mathematics, wonders if there is a place for fiction and fantasy in Mathematics, which are essential in the Arts? Answering this needs some preliminary questions: what is knowledge? how is it generated? how is it organized? how is it shared and transmitted? That the author responds from the Ethnomathematics Program and plans his personal perspective to introduce the concept of STEAM.

Key words. History of Mathematics. Philosophy of Mathematics. Dynamics of Cultural Encounters.

Introdução

O movimento **STEM**: *Science, Technology, Engineering, Mathematics* é uma tendência marcante na Educação. Vem ganhando crescente visibilidade internacional a partir da década de 1980. **STEM** é um currículo baseado na ideia de educar os alunos em quatro disciplinas específicas — ciência, tecnologia, engenharia e matemática — com uma abordagem interdisciplinar e aplicada. Mais do que ensinar as quatro disciplinas como disciplinas separadas e discretas, **STEM** integra-as em associação íntima baseada em aplicações reais. Essa ideia se mostra ainda mais urgente ao enfrentarmos uma pandemia do porte da COVID-19. Todas as disciplinas deverão estar interligadas para enfrentarmos essa crise.

Um movimento também emergente é **STS**: *Science, Technology and Society*. Fazer referência especial à sociedade é redundante, pois ao tratar Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática, a sociedade está implícita nas quatro. Interpretando STS como apelando para maior ênfase nas implicações sociais e culturais permeando todas as disciplinas dos programas, nas ciências puras e aplicadas, nas artes, nas humanidades e nos esportes. Em suma, tudo que se trata na escola e na sociedade. Isto levou a ampliar o movimento STEM para **STEAM**: *Science, Technology, Engineering, Arts, Mathematics*

Ao refletirmos sobre a história das culturas e civilizações desde os tempos pré-históricos, passando pela Antiguidade, pela Renascença, pela Modernidade, pelo Iluminismo

até a nossa era Contemporânea, fica evidente o caráter humanista da Matemática. Muitos teóricos incluem matemática na grande área de Filosofia. O valor intrínseco da Matemática como uma manifestação nobre da inteligência humana complementa seu caráter de aplicabilidade e de apoio à ciência, tecnologia e engenharia. A história mostra claramente que a Matemática é apoio fundamental das Artes, no sentido de conjunto de meios e procedimentos através dos quais é possível a obtenção habilidades, a produção de objetos e a incursão em reflexões sobre qualquer atividade humana. Particularmente para as ciências, a engenharia e a tecnologia.

É inegável que há um caráter utilitário da Matemática no dia-a-dia, em todos os afazeres dos cidadãos e também na organização, gerenciamento e condução das coisas públicas, atributos essenciais da administração e da política. Lamentavelmente, apenas o caráter utilitário da Matemática, e o mesmo podemos dizer de Ciência, Engenharia e Tecnologia, têm sido trabalhados na educação. A proposta do **Programa Etnomatemática** é recuperar o caráter humanístico, social e cultural de todas as áreas do conhecimento, num sentido amplo.

Em especial, falo em sentido amplo da Matemática como as capacidades próprias do ser humano de observar, classificar e ordenar, avaliar, medir e quantificar e inferir. O objetivo maior de ativar essas capacidades é lidar com todos os problemas e situações do dia-a-dia e, ao mesmo tempo, compreender e explicar fatos e fenômenos da realidade no sentido mais amplo, o que inclui estado mental e questionamentos espirituais. A História da Matemática nos mostra que para atingir esse objetivo tão amplo, ela tem recorrido a mitos, à linguagem, ao espiritual, ao simbólico e ao representacional (artes).

O Programa Etnomatemática é uma resposta ao desafio recorrente, desde as primeiras academias da Antiguidade até as modernas universidades e academias, de como integrar a teoria e a prática de todas as áreas de conhecimento, como as Ciências, Tecnologia, Engenharia, Artes, Humanidades, Filosofia, Religião, Cultura em geral e outras. A abordagem para discutir o conhecimento integrado deve ser **transdisciplinar**. E deve, naturalmente, contemplar a espécie humana em todos os tempos e espaços, ao longo da história e da ocupação geográfica do planeta. Deve, portanto, ser **transcultural**. Somos uma mesma espécie, evoluindo no tempo e ocupando espaços distintos.

Reconhecemos que a Matemática, considerada no sentido muito amplo, tem uma posição essencial em todas as áreas de conhecimento. Em todas elas encontramos bases matemáticas de suporte. A História da Matemática nos mostra que em todas as fases do seu desenvolvimento, em todas as culturas, ela recorre à razão, ao mítico, ao sensorial, ao intuitivo e ao emocional. A Matemática está presente nas práticas espirituais e religiosas em todos os ambientes naturais e socioculturais. A Matemática Sagrada tem sido e continua sendo uma importante área de estudo. A Matemática nas Artes é, igualmente, uma importante área de pesquisa. Ela oferece meios e procedimentos através dos quais é possível desenvolver habilidades, produzir objetos e incursionar em reflexões teóricas e ações práticas sobre qualquer atividade humana. O avanço da Matemática como instrumento para o progresso da humanidade tem uma dimensão intelectual que ampara e justifica sua aplicabilidade.

Particularmente para as ciências, a engenharia e a tecnologia e para as Artes como direitos humanos básicos. Sugiro a leitura do livro *Promoting Language and STEAM as Human Rights in Education. Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics*, editor Zehlia Babaci-Wilhite (2019)².

Assim justifico as reflexões que faço a seguir sobre a origem e evolução dos movimentos STEM e STEAM.

Primeiros estudos sobre STEM.

Em 1992, a *National Science Foundation* dos EUA convidou seis pesquisadores de diferentes partes do mundo - todos com experiência em ensino de ciências e matemática - para participarem de um Simpósio de quatro semanas em tempo integral, sobre Perspectivas Internacionais em Ciência, Matemática, Engenharia e Educação tecnológica. O projeto foi elaborado pelo Dr. Kenneth J. Travers, Diretor da Divisão de Pesquisa, Avaliação e Divulgação, com o aval do Dr. Luther Williams, Diretor Assistente da Diretoria de Educação e Recursos Humanos. Tive o privilégio de presidir o grupo formado por Paul Black da Inglaterra, Mohamed El-Tom do Sudão, Bienvenido Nebres das Filipinas, Tibor Nemetz da Hungria e Michael Matthews da Austrália [1].

² Babaci-Wilhite, Zehlia (Ed.). (2019). *Promoting Language and STEAM as Human Rights in Education. Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics*. ISBN 978-981-13-2879-4 ISBN 978-981-13-2880-0 (eBook). Singapore: Springer Nature Singapore Pte Ltd. 2019 <https://doi.org/10.1007/978-981-13-2880-0>

O simpósio foi único de várias maneiras. Provavelmente a característica mais inovadora foi sua natureza interdisciplinar e internacional. Provavelmente a conclusão mais relevante foi o reconhecimento de indicações claras de que, nos desenhos curriculares do futuro, a educação em ciências, matemática, engenharia e tecnologia provavelmente aparecerá como um campo de estudo unificado.

Muito do nosso trabalho no simpósio lidou com o futuro. Tentamos investigar bem o século XXI - até o ano de 2061, quando o cometa Halley reaparecerá - em um futuro em que as crianças de hoje estarão no comando e lidando com os efeitos de nossas decisões. Dado o ritmo acelerado de mudança e a crescente interdependência das nações, as decisões que tomamos hoje parecem de certa forma mais críticas do que as tomadas por nossos antecessores, gerações atrás. Durante as quatro semanas, tivemos a oportunidade de nos reunir com representantes das principais sociedades profissionais, como a Associação Americana para o Avanço da Ciência, a Associação Nacional de Professores de Ciências, a Associação Nacional de Professores de Ciências, a Associação Matemática da América, o Conselho Nacional de Professores de Matemática. e interagir com o pessoal da NSF.

Mais de dez anos após esse simpósio pioneiro, a proposta educacional STEM tornou-se, como previsto, uma questão importante na Educação, em todo o mundo. Ao remover as barreiras tradicionais entre as quatro disciplinas, a proposta STEM dá oportunidade de entender o mundo diante de sua complexidade.

Embora não explicitamente, as artes estavam permeando todas as nossas discussões. Reconheceu-se que o desenvolvimento das habilidades de comunicação deve ser aprofundado e enriquecido à medida que as crianças se familiarizam e desenvolvem a apreciação das artes, incluindo literatura, música, teatro, pintura, escultura e também esportes. Uma análise histórica e uma compreensão cuidadosa dessas áreas do conhecimento revelam que a arte é intrínseca a todas elas. Isso justifica dar um passo adiante e discutir o STEAM / Ciência, Tecnologia, Engenharia, Artes, Matemática como uma proposta transdisciplinar e transcultural para a Educação.

Uma visão crítica do movimento STEM e a proposta STEAM.

STEM é um acrônimo para "Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática", é um movimento educacional que espera preparar os jovens para um futuro competitivo. O STEM não ensina apenas habilidades de matemática e ciências isoladamente, mas incentiva os alunos

a enfrentar e tentar resolver problemas da vida real por meio de projetos que integram várias disciplinas, experiências práticas e pensamento de ordem superior. STEM visa preparar cientistas e engenheiros que promoverão inovações vitais para competir na produção, mercado e economia globais do mundo. É resultado da economia competitiva da civilização atual. Como consequência do imediatismo dos objetivos do movimento, a matemática é relegada a um papel subsidiário de apoio à ciência, tecnologia e engenharia. Não se pode negar que o aspecto técnico, aplicável e científico da matemática é importante. Mas essa é uma visão muito limitada da matemática. A história de todas as culturas e civilizações desde a antiguidade e até nos tempos pré-históricos distingue claramente o caráter humanista da matemática. O valor intrínseco da matemática, como uma nobre manifestação da inteligência humana, é mais importante que seu caráter de aplicabilidade e apoio à ciência, tecnologia e engenharia. A matemática tem como objetivo principal entender, explicar fatos e fenômenos da realidade, no sentido mais amplo, o estado de espírito dos seres humanos, recorrendo frequentemente aos mitos, à linguagem, ao simbólico e ao espiritual. A matemática está presente nas práticas espirituais e religiosas e a matemática sagrada é bem estudada desde a Antiguidade em todos os ambientes naturais e socioculturais. Essa é uma dimensão intelectual superior à sua aplicabilidade, que lamentavelmente não é considerada nas propostas do Movimento STEM.

A matemática no currículo deve ser mais ampla. Como educadores, temos papéis complementares de ação nas salas de aula e a promoção do avanço de nossa disciplina, uma vez que é um instrumento para o progresso da humanidade. Isso é verdade também para as demais áreas contempladas no Movimento STEM, as ciências, a tecnologia e a engenharia. Para cumprir nossos compromissos com a humanidade, precisamos transmitir aos estudantes a ética no domínio desses instrumentos. Isso requer uma visão crítica de suas potencialidades e do risco envolvido no mau uso delas. Não podemos evitar alertar as crianças e jovens que as Ciências, a Tecnologia e a Engenharia são propensas a serem instrumentos que podem aumentar a desigualdade, a destruição e até a guerra. Para fazer esse alerta, o maior recurso é a História, especialmente a História das Ciências e da Matemática.

Inegavelmente, a matemática fornece um importante instrumento para análises sociais. A civilização ocidental depende inteiramente do controle e gerenciamento de dados. "O mundo do século XXI é um mundo repleto de números" [2]. A análise social é praticamente

impossível sem a compreensão da matemática quantitativa básica. Mas, a matemática quantitativa não é suficiente. Eu argumento contra uma ênfase excessiva no quantitativo. O aspecto quantitativo da matemática baseado numa escolha rápida e subjetiva, como por exemplo a marcação de quadradinhos num gabarito ou a perfuração de cartões, é prejudicial, pois, na escolha, aspectos qualitativos muito importantes são ignorados. Por isso, sem suporte qualitativo o controle e gerenciamento de dados podem fornecer impressões e interpretações falsas e serem manipulados pelos avaliadores

Desde os tempos medievais e o Renascimento, a Matemática se tornou o principal suporte da ciência moderna emergente e logo da moderna tecnologia e engenharia. Recentemente, as teorias de múltiplas inteligências, especialmente inteligência emocional, inteligência espiritual e inúmeras abordagens de cognição, incluindo novos desenvolvimentos em inteligência artificial e neurocognição, devem ser levadas em consideração.

Com relação Artes, o eminente matemático Stephen Smale define claramente sua posição [3]:

Costumo pensar que a matemática se parece mais com a arte do que com outras ciências. Mas acho que há uma diferença especial: a matemática tende a ser correta. Erros em matemática raramente são significativos por muito tempo. Mas também a matemática tende a ser mais irrelevante. Há muita matemática que tende a sair em direções que são apreciadas por muito poucos, irrelevantes até para o resto da matemática.³ (Tradução nossa)

Smale levanta várias questões na Filosofia da Matemática, na forma de perguntas: como decidir sobre a relevância da matemática? quão universal é a matemática? o que significa, em matemática, ser "correto" e "rigoroso"?

Parafrasear Smale, um artista poderia perguntar sobre a relevância, a universalidade e a correção da arte. E o mesmo pode ser perguntado sobre todas as formas de conhecimento.

³ *Symposium on the Current State and Prospects of Mathematics* Barcelona, June 1991 **Round-Table Discussion**. Invited Participants: Main Connes, Gerd Faltings, Vaughan Jones, **Stephen Smale**, René Thom. **Moderator: Jorge Wagensberg**. In Casacuberta; Castellet (1992, pp 88, 89) **J. Wagensberg**: [...] That is, what is the difference between the kind of knowledge called mathematics and other kinds of knowledge like science, art, etc? **S. Smale**: *More than most mathematicians, I tend to think that mathematics is more like art than other sciences. But there is one special difference, I find, which is that mathematics tends to be correct. Mistakes in mathematics are rarely significant for very long. But also mathematics tends to be more irrelevant. There is so much of mathematics that tends to go off in directions which are appreciated only by a very few, irrelevant even to the rest of mathematics.*

Abordarei essas questões de uma maneira diferente, perguntando se existe lugar para ficção e fantasia em Matemática, que são essenciais nas Artes.

Sobre ficção, fantasia e motivação.

Muitos dizem que estas considerações são enganosas, uma vez que não tratam de razão objetiva. De fato, como professores de matemática, especialmente na metodologia STEM, somos informados de que precisamos ensinar uma razão objetiva, para estimular o pensamento racional em nossos alunos. Mas a mente humana é um complexo de percepções racionais, emocionais, intuitivas, sensoriais e míticas, envolvendo tudo ao mesmo tempo, sem hierarquia entre essas dimensões. Todos eles têm uma interação e influência mútua. Infelizmente, tem sido dado ênfase excessiva na dimensão racional, em detrimento das outras dimensões, que às vezes são negadas, até rejeitadas e reprimidas. Dou um exemplo. Não é incomum ver uma criança punida por ser "muito feliz" na sala de aula. E sabemos de professores dizendo a um menino: "Pare de chorar, menino. Homens não choram!" Essa total rejeição e repressão do emocional da criança pode desestruturá-la completamente, levando em casos extremos ao suicídio de jovens, que aumenta em todo o mundo.

Não é possível construir conhecimento dissociando as dimensões racional, mítica, sensorial, intuitiva e emocional. Na História da Matemática, reconhecemos, a todo momento, que o avanço do conhecimento se dá na conjugação do racional, do mítico, do sensorial, do intuitivo e do emocional. Lamentavelmente, porém, isso é frequentemente ignorado por muitos historiadores da matemática e sobretudo por educadores matemáticos.

Felizmente, começa a ressurgir interesse nos aspectos intuitivos, sensoriais (práticas manuais e artesanais, *hands-on*) e nos aspectos afetivos da Educação Matemática, incluindo o espiritual e o místico. O Método de Projetos é um exemplo. Todos os aspectos do comportamento individual, toda estrutura interna, revela o que vem de dentro de cada indivíduo e é contextualizado. Isso é bem discutido por Hassler Whitney quando diz que os números tornam-se uma ferramenta quando se usa para um propósito. E dá como exemplo uma classe de crianças de 6 anos quando o professor tenta explicar, no quadro negro, como encontrar a soma de 3 mais 5 desenhando patinhos, mas não nota a conversa de dois alunos: "Ontem eu te dei 10 cartas; agora você me deu 7, então você ainda me deve 3." [4]

Tanto a voz interior quanto a motivação do contexto e do ambiente, em seus amplos sentidos culturais, sociais e naturais, são parceiras na definição do comportamento individual.

Isso leva à compreensão da condição humana. Como é possível entender a geração e aquisição de conhecimento por um indivíduo, se não relacionado ao seu comportamento? O pesquisador e educador matemático Klaus Witz fez uma pesquisa interessante, entre estudantes e pesquisadores matemáticos, sobre a relação entre criatividade matemática e espiritualidade e religião [5]. O ponto chave é a relação entre conhecimento e comportamento, que considero a essência da condição humana.

As raízes genéticas e culturais dos indivíduos e o desenvolvimento do pensamento matemático têm sido ignorados. Como a motivação e as necessidades, os sentimentos emocionais e internos, o imaginário e a fantasia, o mítico, desempenham um papel na construção do conhecimento matemático? O que Gustave Flaubert tinha em mente quando escreveu "Matemática: que seca o coração"? [6]

A ficção merece atenção especial, pois lida com os avanços científicos contemporâneos em uma narrativa acessível ao público em geral e estimula a fantasia e a criatividade. Reconhece-se que a ficção pode ser um suporte para criar e aprofundar a compreensão histórica, mesmo que venha da pura imaginação, da fantasia. As percepções conscientes e inconscientes da realidade, mesmo partindo *ex nihilo*, estão por trás da ficção. De acordo com Richard van Oort (1995) “a ficção parece criar um mundo *ex nihilo*, isto é, parece desafiar condições normais de referência que restringem os atos convencionais da fala a um mundo empírico”. [7]

De fato, mesmo ideias *ex nihilo*, que são típicas da fantasia, podem levar à criatividade matemática relevante, como claramente afirmou o ilustre matemático norueguês Sophus Lie (1842-1899). Numa carta escrita em 1893 a seu amigo Bjornson, Lie diz: “Sem a fantasia, nunca se tornaria um matemático, e o que me deu um lugar entre os matemáticos de nossos dias, apesar da minha falta de conhecimento e forma, foi a audácia do meu pensamento”. [8]

A questão básica é a relação de diferentes formas de conhecimento, como relacionar Matemática e Artes. Isso precisa de algumas perguntas preliminares: o que é conhecimento? como é gerado? como é organizado? como é compartilhado e transmitido?

Uma resposta a essas considerações é explícita no Programa Etnomatemática. É uma visão mais ampla da matemática, que visa entender o comportamento humano em resposta às necessidades básicas de sobrevivência [comum a todas as outras espécies vivas] e de

transcendência [apenas na espécie humana, até agora não reconhecida em outras espécies].
Leva, naturalmente, a reflexões sobre matemática e artes.

Na luta pela sobrevivência, as espécies desenvolvem formas de lidar com o ambiente imediato, que fornece ar, água, nutrição, o reconhecimento de um(a) parceiro(a) para acasalamento e tudo o mais necessário para a sobrevivência do indivíduo e a continuidade da espécie. Essas são formas e estilos de comportamento individual e coletivo de todos os animais e recorrem a objetos e atitudes muito simples. A espécie humana foi além e desenvolveu maneiras de abrigar, controlar o fogo e fabricar ferramentas, com objetivos específicos, utilizando de matérias-primas da natureza. Um exemplo de um passo primordial foi a utilização de pedras desde o paleolítico e a fabricação de instrumentos sofisticados no neolítico, um primeiro passo em direção à tecnologia. Outro passo muito importante no surgimento da espécie humana foi o desenvolvimento de um sistema sofisticado e muito elaborado de comunicação, que é a linguagem. Foi um passo essencial nas relações humanas, no desenvolvimento e controle do emocional.

Em quanto a sobrevivência do indivíduo e a continuidade da espécie dependem de ações instantâneas, é o aqui e agora, as espécies *homo* superaram esse imediatismo. O onde e quando superam o aqui e agora. Essa diferença primária leva a transcender o pulsão de sobrevivência. Nasce, unicamente na espécie humana, o pusão da transcendência. Perguntar como e por que é o primeiro passo para ir além da sobrevivência, transcendendo o aqui e agora. As espécies humanas desenvolveram percepções do passado, presente e futuro e seus encadeamentos, e os meios de explicar fatos e fenômenos. Esses meios geram estratégias [artes e técnicas], memória, individual e coletiva e representações do real [e elaboração dessas representações, como imagens e modelos], e a criação de estratégias que recorrem ao passado e aos mitos para dizer algo sobre o futuro, o que eu chamo as artes divinatórias. A organização de memórias e mitos resulta em história e tradições, que incluem religiões e sistemas de valores. O conjunto de fatos resultantes das imagens resultou nas artes. A modelagem resultou em engenharia. As artes divinatórias deram origem a sistemas de explicações, como astrologia, oráculos, lógicas, a matemática e as ciências

Todas essas formas de comportamento humano são integradas como resultado da busca pela sobrevivência e transcendência.

Tanto na busca de sobrevivência quanto de transcendência, os seres humanos desenvolvem estratégias e estilos de quantificar, de qualificar, de classificar, de inferir e adquirem capacidades que são identificadas como numerosidade, espacialidade, sequencialidade, essenciais para lidar com o mundo real concreto.

Igualmente importante na evolução da espécie humana é a capacidade de raciocinar sobre representações do real, ampliando para o imaginário abstrato. A transição do concreto para o abstrato é a aquisição de conhecimento. Estes são os componentes básicos que tornaram possível a arte e a matemática na espécie humana. Por que isso só foi possível na espécie humana é uma questão aberta e das mais intrigantes nas ciências e nas religiões.

A arte e a matemática têm sido fundamentais no desenvolvimento dos meios de sobrevivência e de transcendência. Esses desenvolvimentos seguem diferentes formas, padrões e estilos, condicionados ao ambiente natural e sociocultural, que é chamado o etno. A arte tem, implicitamente, o reconhecimento dos etno condicionadores. Tanto a Matemática quanto a Arte caminham juntas como estratégias para lidar com a realidade e as representações da realidade em um determinado etno, isto é, ambiente natural e sociocultural.

A recuperação do conhecimento das pessoas, principalmente da Arte, é uma importante estratégia de conscientização política, que é um dos principais objetivos da Educação. É importante transmitir conhecimento matemático, necessário para a vida nas sociedades modernas, mas é importante basear esse conhecimento na leitura multicultural do conhecimento produzido pelo povo, presente e fortemente representado nas artes. Há cerca de 30 anos, um grupo de artistas, antropólogos, cientistas, historiadores e outros profissionais nos Estados Unidos resolveram divulgar entre o povo, nas comunidades, a sua história, que é “oficialmente” e academicamente ignorada, muitas vezes até reprimidas. Criaram o grupo *REPOhistory*, cujo objetivo é desenvolver instrumentos de informação informais e acessíveis à população em geral, sobre a história do comércio popular, das classes trabalhadoras, de minorias, de crianças e de indivíduos marginalizados, que fizeram a história de cada comunidade⁴. Os instrumentos produzidos são obras de arte visual colocados em lugares de grande circulação, como ruas, estações de metrô, pontos de ônibus e praças públicas. Todos

⁴ Essa abordagem foi posta em prática para alertar, motivar e explicar para a população a crise do HIV, desenvolvendo o Project REPOhistory.

passam e veem. Agora, com a introdução e amplo uso da Internet, essa metodologia toma uma dimensão maior⁵ [9].

A maneira como eu introduzo o conceito de STEAM.

O foco deste trabalho é uma reflexão histórica sobre a evolução do comportamento e do conhecimento humanos, resultantes das estratégias de nossos ancestrais para lidar com a realidade e suas representações. A história nos mostra maneiras sobre como os seres humanos, desde o nascimento até a morte, lidam com esses mesmos problemas no presente. O estudo dessas maneiras é o objetivo da proposta STEAM. Portanto, o foco principal da educação, em todos os níveis, deve ser transmitir uma percepção do surgimento e do papel fundamental de STEAM em todos os momentos da vida humana.

Evito afirmar o significado exato das cinco categorias, Ciência, Técnicas, Engenharia, Artes, Matemática. Para o objetivo deste artigo, basta assumir a essência desses significados e conceitos, como geralmente entendido nos círculos acadêmicos e não acadêmicos, o mesmo que o conceito de realidade em um sentido muito amplo. Ocasionalmente, apelo a alguns detalhes sobre essas categorias para o benefício da narrativa, mas não como tentativas de qualquer tipo de definição.

No último quartel do século XIX, Edwin A. Abbot escreveu uma bela fábula sobre um universo imaginário, o *Flatland* (Planolândia), no qual a realidade e todas as criaturas são planas. O *Square*, que é o narrador da fábula de Abbott, foi autorizado a sair do plano e se aventurar na terceira dimensão. Abbot introduz sua ficção como uma metáfora para superar as limitações intrínsecas à vida, no caso uma realidade plana. Muito parecido com o *Square*, os homens investem em espaços dimensionais mais altos, em outros níveis de realidade, para explicar, entender, prever e criar. O objetivo é a busca de um *omni-*, um ser onisciente, onipresente, onipotente, cujo habitat transcende a realidade planar. A religião emerge com a identificação de tais *omni-*, como uma possibilidade única, múltipla, próxima, distante, concreta, abstrata. É o reconhecimento do Deus, do monoteísmo [10].

Os seres humanos agem de acordo com estratégias inteligentes de conhecimento e comportamento e enriquecem o instinto, comum a todas as espécies, com consciência que, ao que tudo indica no estado atual das ciências, é um atributo unicamente nas espécies *homo*. Neste texto, eu uso os conceitos de conhecimento e de consciência de diferentes maneiras.

⁵ Essa prática seria um excelente auxiliar para motivar e alertar a população sobre os perigos do COVID-19 e outros vírus e as medidas de proteção.

Todas são equivalentes e as diferentes opções, convenientes para a fluência do texto, mantêm coerência.

É importante esclarecer, como fica claro nas discussões acima, que frequentemente apelo à ficção. Ficção e não-ficção são formas diferentes de narrativa, sempre com o objetivo de discutir a verdade. Os escritores de não-ficção não devem discutir o que não é conhecido por eles ou por outros credenciados e estão restritos ao universo de fatos e a fontes, acessadas com rigor, recorrendo frequentemente a narrativas anteriores e a referências e citações de autores de prestígio, endossadas por instituições credenciadas. O não-ficcionista às vezes apela, timidamente, à intuição ou à suspeita, sempre muito cautelosamente para evitar a censura de colegas. Ao contrário dessa situação, o escritor de ficção não está sujeito a essas limitações. Ele pode dar espaço à sua própria imaginação, apelando até a argumentos *ex-nihilo*. Em minhas tentativas de analisar o que pode ter acontecido no passado e de construir narrativas coerentes de cenários passados, o recurso é a literatura de fontes não-ficcionistas. Mas muitas vezes eu recorro a narrativas ficcionistas, e mesmo ousa a aventurar-me na criação de cenários fictícios, mas prováveis. Há personagens, eventos, fatos e fenômenos que embora tenham escapado à observação e não tenham sido registrados na documentação da época, fazem parte da memória cultural e das tradições dos povos. Essas duas categoria de eventos, fatos e fenômenos é o que o historiador Bernard Bailyn chama história manifesta e história latente [11]. Os historiadores do presente tem mais vistas do velho do que do novo, olham para o presente recorrendo a seu conhecimento do passado.

Isso é particularmente importante quando tento entender e explicar como a espécie *homo* gerou, organizou e transmitiu, individual e socialmente, as estratégias de resposta ao problema. pulsão de sobrevivência, essencialmente como permanecer vivo e garantir a continuação das espécies, e à pulsão de transcendência, essencialmente por que essas estratégias funcionam, refletindo, entendendo, explicando-as. Vejo a satisfação das pulsões de sobrevivência e de transcendência a quintessência de ser humano.

Existem evidências de que a vida no planeta Terra remonta a cerca de 4×10^9 anos. A vida é caracterizada pela capacidade de continuidade através da auto-reprodução. Cerca de 10^9 anos atrás, ocorreu diferenciação sexual de formas de vida mais complexas e são evidências de formas iniciais de vida animal, cerca de meio bilhão de anos atrás. O primeiros homínídeos apareceram cerca de 6 milhões de anos atrás, talvez com o surgimento do *Orrorin tugenensis*,

cujo fóssil foi encontrado nas colinas de Tugen, no Quênia, considerado, por evidências inconclusivas, provavelmente a primeira espécie de hominíneo bípede. De quando em quando, fósseis são encontrados e fornecem novos elementos para teorias controversas da evolução humana. O *Australopithecus*, que existia de 4 a 2 milhões de anos atrás, evoluiu como *homo erectus*, migrou da África há cerca de 2 milhões de anos e se espalhou por toda a Eurásia e para outras regiões do planeta. Nessas regiões, evoluíram, levando, entre outras, a espécies como *homo neandertalense*, *homo denisovan* e outras espécies, inclusive *homo sapiens*. A espécie *homo sapiens* é mais tardia e parece ter emigrado da África há cerca de 200.000 anos. Essas espécie se adaptaram a ambientes mais frios e moravam em abrigos, principalmente cavernas, confeccionavam e usavam roupas e controlaram o fogo. Caçavam animais grandes e desenvolviam ferramentas e instrumentos para ajudar nessas caças. Enterravam os mortos e faziam objetos ornamentais e simbólicos. Praticavam cultos e desenvolveram mitos. Este é o surgimento do pensamento simbólico. Eles se mudavam extensivamente para procurar ambientes mais favoráveis. Diferentes espécies *homo* coexistiram, possivelmente compartilhando habitats e começando a ter relacionamento mais complexo, envolvendo concorrência e talvez cruzamento entre indivíduos de diferentes espécies, como mostram estudos recentes de DNA de fósseis. Possivelmente deram início ao desenvolvimento da linguagem. Eventualmente, chegaram à Europa e à Ásia e outras regiões do planeta. Existe um interesse crescente em aprender mais sobre essas várias espécies. Particularmente interessantes são os resultados recentes sobre o comportamento simbólico e ritualístico, que coloca as origens da arte e o surgimento de mitos quase ao mesmo tempo que as origens das primeiras ferramentas. Um exemplo A cultura Howiesons Poort, que floresceu cerca de 60.000 a.C. na província de Eastern Cape, na África do Sul, é um exemplo de tecnologia lítica e o surgimento de artes decorativas, característica da cultura simbólica primitiva e até mostra um protomarket, com uma troca de matérias essenciais, como matérias primas e alimentares, por presentes com significado simbólico. Essas várias espécies conviveram aproximadamente de 400.000 anos até 40.000 anos atrás, quando foram extintas, exceto o *homo sapiens*, que deu origem à sub-espécie *homo sapiens sapiens*, que somos nós.

Essas etapas mostram que a busca de sobrevivência e transcendência estão associadas desde os primeiros sinais de comportamento inteligente de nossa espécie, principalmente na

criação de mitos e da arte. A representação de mitos e a cultura simbólica primitiva, presente na troca de presentes com significado simbólico, acompanha a evolução da espécie.

Na espécie humana, a ação manifesta-se basicamente de duas maneiras:

- ações que levam à sobrevivência do indivíduo e das espécies e à satisfação de necessidades, que são realizadas por todos os seres vivos no instante, aqui e agora, geralmente chamado instinto, que eu chamo o pulsão de sobrevivência;
- ações que satisfazem necessidades, mas que vão além da sobrevivência, buscando explicações, compreensão, previsões e subordinando a sobrevivência a vontades, desejos e preferências, indo além do aqui para onde e do agora para quando, transcendendo espaço e tempo, superando o instante com reflexões sobre o passado e indagações sobre o futuro, o que eu chamo o pulsão de transcendência.

A espécie *homo* parece ser a única que desenvolveu um senso de passado e de futuro, transcendendo o presente. Como afirmado acima, as espécies humanas são caracterizadas pela associação do pulsão de sobrevivência, comuns a todos os seres vivos, e do pulsão de transcendência, unicamente nas espécie *homo*.

Uma consequência foi a invenção de instrumento materiais, como ferramentas, equipamentos e técnicas que passaram a desempenhar um papel fundamental nas nas relações humanas, como critérios de capacidade de utilizar nstrumentos e de possuir instrumento. Isso causa um novo relacionamento entre os indivíduos e a natureza, bem como entre indivíduos, isto é, como cada indivíduo se relaciona com outros indivíduos de seu grupo social. Começa a se desenvolver. .

O conhecimento da espécie humana é reconhecido na aquisição de habilidades, capacidades, maneiras de fazer, de explicar, de entender e de lidar com as necessidades cotidianas de sobrevivência, o que leva à invenção de diferentes instrumentos de transcendência e assume a forma de formas distintas de transcendendo, o que leva a representar e comunicar fatos e fenômenos naturais. As representações são uma forma primitiva da arte. O gregário leva à aceitação de maneiras distintas de organizar grupos, de dividir trabalho e liderança.

Conhecimento é resultado da ação gerada por um indivíduo, que processa as informações recebidas da realidade. Em vez de revisar inúmeras tentativas de definir a

realidade, que tomou a energia intelectual dos filósofos de todos os tempos, simplesmente considero a realidade como tudo, isto é, fenômenos e fatos naturais e sobrenaturais, reações fisiológicas e sensoriais, emocionais e psíquicas, interação social, de fato tudo, que está mudando permanentemente.

A espécie *homo* é nova na evolução da vida. O comportamento humano é a resposta a pulsões de sobrevivência e de transcendência. No curso de sua evolução, as espécies desenvolveram sistemas de conhecimento, no amplo sentido de respostas às necessidades e à vontade, levando em consideração as motivações práticas e míticas. Diferentes sistemas de conhecimento foram desenvolvidos, com os mesmos objetivos, em resposta a diferentes ambientes naturais. Esses sistemas incluem, invariavelmente, estratégias de observação, comparação, classificação, avaliação, quantificação e mensuração, representação e dedução e comunicação. Essas estratégias dão origem a línguas, mitos e religiões e a um conjunto de valores que regulam o comportamento. O complexo de estratégias e suas consequências constituem uma cultura. Este é um dos inúmeros conceitos de cultura, o que funciona para essa narrativa. Como podemos deduzir facilmente da elaboração de meu conceito de cultura, as estratégias são contextualizadas no ambiente natural, social e mitológico. Podem ocorrer estratégias semelhantes em diferentes ambientes, mas é inegável a essência contextual de uma cultura.

Meu principal interesse é entender as origens e a evolução das estratégias que levam a uma cultura. Um método para fazer isso é procurar a evolução de todo o ciclo de geração, de organização intelectual e social e de transmissão e difusão de conhecimento nesse contexto. Certamente, esse ciclo muda, como resultado de sua evolução interna das práticas e teorias agrupadas em linguagens, mitos, religiões e o conjunto de valores. Eles não são estáticos. Mas há claramente um encontro de diferentes culturas, motivado por vários fatores, como disputas territoriais e aquisição de recursos naturais, busca de parceiros de acasalamento, motivação mítica, trocas comerciais, guerras de conquista e outras razões. Existe na exposição mútua do encontro de culturas, um processo dinâmico de mudança. Uma cultura influencia e é influenciada pela outra. Eu chamo esse processo de **dinâmica de encontros culturais**.

A dinâmica do encontro de culturas pode resultar em vários graus de assimilação, subordinação e até supressão de uma delas. O que ocorre, na maioria dos casos, é um sincretismo, dando origem a novos sistemas de conhecimento. Todo encontro revela

problemas e conflitos ideológicos e é impossível remover completamente os traços do sistema assimilado ou suprimido. Traços existentes das culturas originais nos encontros estão sempre presentes. As formas de fazer e de conhecer sempre revelam peculiaridades sutis e identificá-las é um grande desafio para os pesquisadores. A cultura é um complexo de muitos fatores, com uma imprecisão intrínseca.

Referências

- [1] *Science, Mathematics, Engineering, and Technology Education for the 21st Century*, Summer Symposium on Educating for Citizenship in the 21st Century, Ubiratan D'Ambrosio et al., Final Report, July 1992; National Science Foundation, Directorate for Education and Human Resources, Division of Research, Evaluation and Dissemination, Washington DC, 1993 [ED 373 993SE 054 763 ; NSF -94 -67]
- [2] Lynn A. Steen: *Mathematics and democracy: the case for quantitative literacy*. Princeton, NJ: National Council on Education and the Disciplines, 2001; p.1.
- [3] C. Casacuberta and M. Castellet, editors: *Mathematical Research Today and Tomorrow, Viewpoints of Seven Field Medalists*, Springer-Verlag, Berlin,1992; p. 88.
- [4] Hassler Whitney: *apud* Fred M. Hechinger: about education; learning math by thinking, *The New York Times*, June 10, 1986, Section C, Page 1.
- [5] Klaus G. Witz: *Spiritual aspirations connected with mathematics: the experience of American University students*, The Edwin Mellen Press, Lewiston NY, 2007.
- [6] Gustave Flaubert: *Bouvard et Pecuchet with the Dictionary of Received Ideas*, London: Penguin Books, 1987.
- [7] Richard van Oort: The Anthropology of Speech-Act Literary Criticism: A Review Article, *Anthropoetics I*, no. 2 (December 1995), p.8.
- [8] Arild Stubhaug: *The Mathematician Sophus Lie*, New York: Springer Verlag, 2000; p.143.
- [9] Jim Costanzo: REPOhistory's Circulation:The Migration of Public Art to the Internet, *Art Journal*, vol.59, nº4, 2000, pp.32-37. Essa abordagem foi posta em prática para alertar, motivar e explicar para a população a crise do HIV, desenvolvendo o Project REPOhistory. Circulation, *Art Journal*, vol.59, nº4, 2000, pp.38-53.
- [10] Edwin A. Abbott: *Flatland. A Romance of Many Dimensions* (orig.edn.1884), reprinted with an Introduction by A.K.Dewdney, New American Library Inc., New York, 1984.
- [11] Bernard Bailyn: The Challenge of Modern Historiography. *The American Historical Review*, Vol. 87, No. 1 (Feb., 1982), pp. 1-24; p.10