



CULTURA MAKER PARA UMA EDUCAÇÃO OMNILATERAL: PROPOSTA PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA

Brunno André Ruela¹

Ana P. A. de F. Machado², Nayara B. de O. Corrêa³, Gustavo N. Vargas⁴, Claudio R. M. Benite⁵

¹UFG/ brunnoruela@gmail.com

²UFG/ apaula.af@gmail.com

³UFG/ matnayaraborges@hotmail.com

⁴Instituição/ 22gustavohaha@gmail.com

⁵UFG/ claudiobenite@ufg.br

Resumo:

Este trabalho tem como objetivo analisar as contribuições da cultura *maker* para uma aprendizagem para a apropriação de conhecimentos e a formação crítica-transformadora por meio da construção de artefatos de interesse social. Pautados nos princípios de uma pesquisa participante, desenvolveu-se junto aos alunos um carrinho de brinquedo movido a energia solar, que serviu como bases para a discussão de conhecimentos sociais, científicos, tecnológicos e do meio ambiente. Os resultados apontam que a proposta de ensino situa o aluno como um sujeito ativo do processo, levando o desenvolvimento omnilateral dos sujeitos. Em conclusão, a cultura *maker* pode ser utilizada para a mediação do conhecimento, rompendo o viés pragmatista e tecnicista que a acompanham desde seu nascimento.

Palavras-chave: Cultura *maker*. Ensino de Ciências e Matemática. Desenvolvimento Omnilateral.

Introdução

A população está vivenciando a presença das tecnologias em seu contexto e as transformações da vida pessoal, social, profissional, provocadas pelos avanços do conhecimento científico e tecnológico (MARTINS; PAIXÃO, 2011). Dessa forma, popularizar o acesso aos conhecimentos se tornou essencial para que os sujeitos estejam aptos a compreender melhor o mundo, efetuar escolhas conscientes e interferir de maneira responsável no meio em que vivem (AULER; DELIZOICOV, 2001).

Apesar de um contexto marcado pelo acesso fácil e rápido à inúmeras informações com as inovações tecnológicas que mudam constantemente, a escola ainda utiliza o ensino tradicional, no qual os alunos são sujeitos passivos, afastando-os da dinâmica vivida fora dos muros escolares por estar descontextualizado levando ao distanciamento entre a aprendizagem e a realidade social, fazendo com que os estudantes não enxerguem a utilidade dos conteúdos aprendidos no seu cotidiano.

Diante disso, a cultura *maker* surge como aliada ao aprendizado, visto que proporciona

interdisciplinaridade, experimentação e prática do conhecimento possibilitando maior interação entre estudantes com seus pares e os professores no processo de ensino aprendizagem. Segundo Halverson e Sheridan (2014), não basta produzir algo por produzir é preciso que o estudante aprenda. Nesse processo, o professor é mediador possibilitando o aprendizado dos conteúdos necessários para o desenvolvimento das atividades e produção dos protótipos.

Segundo Blikstein (2018), a Educação *Maker* nasceu no *Massachusetts Institute of Technology* (MIT), com a criação da disciplina “*How to make almost anything*”, a qual simboliza o início da cultura *maker* por representar a confluência de aspectos técnicos, como a criação, o barateamento e a popularização das impressoras 3D, fresadoras, máquinas de corte a laser e a própria *internet* como fonte de conhecimento e compartilhamento de ideias e aspectos teóricos.

A Educação *Maker* se apoia no construcionismo de Papert (1993), visto que o conhecimento nasce de uma execução que conduz à elaboração de um produto, de modo que o aluno trabalhe em etapas, tal qual a realização de um projeto, possibilitando-o relacionar teoria e prática além de motivar a busca por melhorias e soluções de artefatos.

Sendo assim, a Educação *Maker* se inspira nas ideias do “Faça Você Mesmo” (*Do It Yourself*), foi influenciada pelo movimento *maker* e tem raízes filosóficas no movimento *Punk*, o qual se baseava na ajuda mútua dos membros daquela cultura para construir objetos personalizados que serviam aos seus próprios interesses, sendo uma resposta ao modo de produção vigente que produzia roupas, discos e objetos comuns de maneira massificada (MORAN, 2010). Esse modo de pensar e de construir artefatos por meio da tecnologia se demonstrou uma maneira formidável de criar artigos personalizados ao gosto do cliente, despertando um potencial para que aconteça uma quarta revolução industrial (HALVERSON e SHERIDAN, 2014).

Para o desenvolvimento do trabalho pedagógico se valendo da educação *maker*, além de fazer uso de ferramentas como impressora 3D, cortadora a *laser*, Arduino¹, entre outras, também é possível utilizar kits de blocos de montagem com foco no ensino aprendizagem e buscando um primeiro contato com as ideias próprias da educação *maker* para, posteriormente,

¹ O Arduino é um microcontrolador criado em 2005 por um grupo de 5 pesquisadores : Massimo Banzi, David Cuartielles, Tom Igoe, Gianluca Martino e David Mellis. O objetivo era elaborar um dispositivo que fosse ao mesmo tempo barato, funcional e fácil de programar, sendo dessa forma acessível a estudantes e projetistas amadores. Além disso, foi adotado o conceito de hardware livre, o que significa que qualquer um pode montar, modificar, melhorar e personalizar o Arduino, partindo do mesmo hardware básico. (THOMSEN, 2014)

introduzir outros materiais e utensílios para a fabricação dos artefatos pelos alunos.

Baseamo-nos em Vygotsky (1998) para argumentar que o aluno ao utilizar os kits de blocos de montar como instrumento da ação mediada terá acesso às informações importantes para a criação e a manipulação de materiais e equipamentos da cultura *maker* e, concomitantemente, estará envolvido na dinâmica de convivência de aulas experimentais, encontrando-se presente no ambiente de ensino de maneira cada vez mais ativa e participativa, minimizando o fracasso escolar.

Na tentativa de aliar tecnologia e educação, o movimento *maker* apresenta propostas que podem ser alternativas para o ensino de Ciências e Matemática (CM), visto que a ideia é ensinar os conceitos teóricos por meio de resolução de problemas do cotidiano dos estudantes, de modo que eles desenvolvam artefatos materiais de seu interesse usando tecnologias acessíveis e de baixo custo com o propósito de aprenderem tanto o conteúdo escolar como desenvolverem habilidades práticas para o uso das tecnologias.

O movimento *maker* propõe alternativas, também, para as aulas tradicionais estimulando a criatividade e participação ativa dos estudantes possibilitando que dêem significados aos conteúdos escolares abordados na sala de aula com foco na democratização do saber sistematizado para o enfrentamento organizado dos problemas cotidianos utilizando tecnologias e metodologia ativa para a experimentação no ensino de modo colaborativo.

Visando uma educação multilateral, apoiamo-nos na ideia de educação politécnica de Karl Marx (1983) que entende por educação a associação de três aspectos: educação intelectual, corporal e tecnológica, na qual a produção material tem o propósito de superar a lacuna histórica entre o trabalho manual (Técnico) e o trabalho intelectual (Ciência). Dessa forma, há a integração recíproca da escola à sociedade com o intuito de superar o distanciamento entre as práticas educacionais e as demais práticas sociais.

Ressalta-se que a educação *maker* não é um instrumento típico de apenas um componente curricular isolado, mas sim de todos. Ao contrário do que ocorre na educação tradicional, no qual os conteúdos são vistos de maneira desarticulada, essa proposta oferece aos estudantes a possibilidade de acesso a uma rede de informações, organizados em uma estrutura abalizada na autonomia, no empenho individual e no prazer de cada indivíduo em continuar no processo (SAMAGAIA; DELIZOICOV NETO, 2015).

O professor é figura essencial do saber por representar um elo intermediário entre o aluno e o conhecimento disponível no ambiente, sendo necessário que se aproprie de

conhecimentos epistemológicos que fundamentem o ensino científico atuando como mediador no processo e contribuindo para que o aluno tenha mais autonomia na sua aprendizagem (VYGOTSKY, 2003).

Este estudo foi desenvolvido sob a justificativa de romper com o ensino de CM descontextualizado que não entende o aluno como sujeito ativo do processo de ensino aprendizagem e se preocupa somente com fórmulas e definições. Nesse sentido, analisamos uma Intervenção Pedagógica (IP), baseados em Vygotsky (2003), estudando as contribuições da cultura *maker* como orientação para uma aprendizagem pautada na relação teoria-prática, com a mediação do professor, buscando explorar a imaginação, o trabalho em conjunto e o desenvolvimento da capacidade de inovação dos alunos, objetivando a apropriação de conhecimentos e a formação crítica-transformadora por meio da construção de artefatos de interesse social.

Caminhos Metodológicos

Esta investigação contém elementos da Pesquisa Participante (PP) que, de acordo com Le Boterf (1984), é definida como uma modalidade de pesquisa que tem como finalidade “auxiliar a população envolvida a identificar por si mesma os seus problemas, a realizar a análise crítica destes e a buscar as soluções adequadas” (LE BOTERF, 1984, p. 52). De modo a fomentar situações problemas do cotidiano dos alunos e que despertassem neles a procura de conhecimentos necessários para compreensão e planejamento de soluções para tais problemas, as atividades foram organizadas com base nas quatro fases da PP.

Na fase de montagem institucional, a pesquisa surge como uma demanda social de uma escola pública do município de Aparecida de Goiânia (GO), na qual foram realizadas reuniões e discussões com a equipe gestora e pedagógica para implementação de atividades *maker* no ensino de CM, a fim de utilizar kits de montagem, que são blocos de encaixe adquiridos pela Secretaria de Educação e materiais eletrônicos reutilizados presentes no laboratório de informática, com o objetivo de unir experimentação e teoria.

Na fase de estudo preliminar e provisório da turma, tendo em vista a caracterização do grupo pesquisado foi escolhido um grupo de 10 alunos de 5º ano do Ensino Fundamental para o início das IP que se dispuseram a realizar a atividade no contraturno realizadas no contraturno.

Na terceira fase, análise crítica dos problemas considerados prioritários, percebeu-se junto à equipe pedagógica que a maioria dos professores não conseguia articular o uso dos *kits*

de montagem com a proposta curricular de CM. Assim, seria preciso pensar novas estratégias de articulação do uso da ferramenta com o conhecimento escolar e o conhecimento cotidiano dos alunos.

Por fim, na quarta fase foi proposta uma IP que abrangesse aspectos do conhecimento científico relacionados com os aspectos do cotidiano dos alunos, como problemas ambientais da cidade, uma vez que nela possui um Polo Industrial. Diante disso, o kit de montagem seria utilizado para manifestar as soluções que os alunos trariam para resolver os problemas discutidos anteriormente, o que culminaria na construção de um protótipo utilizando materiais alternativos realizados por eles com a mediação dos professores.

As ações foram desenvolvidas junto aos alunos do 5º ano de uma escola da rede municipal de Aparecida de Goiânia (GO), 2 Professores em Formação Continuada (PFC), 1 Professor em Formação Inicial (PFI) e um monitor de laboratório (MLab). Para a coleta dos dados foram utilizadas gravações das IP, em áudio e vídeo, para posterior transcrição dos diálogos e das atividades desenvolvidas que foram analisadas seguindo uma perspectiva qualitativa e descritiva utilizando a Análise da Conversação de Marcuschi (1986).

Resultados e Discussões

O ensino tradicional de CM comumente foca em aspectos livrescos e de resolução de exercícios por meio de fórmulas matemáticas e reprodução de definições caracterizando como bom aluno aquele que consegue repetir o roteiro dessas atividades (LUTFI, 1997). Além disso, tem-se como objetivo aprender determinado conteúdo de maneira especializada. No entanto, a aprendizagem organizada dessa forma limita o desenvolvimento da criança, pois permite a aquisição de poucas habilidades (VYGOTSKY, 2003).

Assim, neste estudo a ação foi organizada de maneira a desenvolver diferentes habilidades, visando a formação de conceitos científicos. A educação politécnica tem como objetivo o desenvolvimento omnilateral, voltado para o trabalho numa perspectiva da transformação consciente da realidade pelo homem como uma dimensão inalienável da vida humana e não como trabalho alienado, subordinado ao domínio do capital (MARX, 2004).

Porém, como o trabalho ainda não faz parte da atividade geral das crianças, organizamos o ambiente de aprendizagem de modo a mesclar elementos de brincadeira, que estão presentes no cotidiano delas, e elementos educativos explicitados pelo ensino de conceitos científicos. Para Leontiev (2004) é por meio do jogo que a criança toma posse de uma esfera

mais larga de fenômenos e relações humanas, apropriando-se da realidade material que a circunda, formando processos de imaginação ativa e raciocínio abstrato.

Em um primeiro momento foi realizada uma atividade para que os alunos escrevessem ou desenhassem suas características (como brincadeiras que gostavam de realizar, disciplinas que tinham mais afinidade e ideias que se poderiam realizar utilizando os blocos de montagem) em um papel e logo em seguida trocassem para que seus colegas adivinhassem de quem era o desenho. Tal tarefa possui características de brincadeiras de aquisição definidas por Wallon (2007), conforme apresentado nos trechos da transcrição do extrato 1.

Tabela 1: Extrato da transcrição 1

Turno	ID	Conversaço
15	A5	Eu descobri quem é meu colega pela letra!
31	A4	Eu acho que esse aqui (analisa a folha)... quem está de lapiseira aqui?
62	A6	Eu a conheci pela letra e também porque sei todos os gostos dela. Ela quer ser atriz!

A realização dessa atividade deixou a atenção das crianças centrada em alguns elementos, como dito por A5 “a letra do colega”, e o material com quem cada um estava escrevendo, como dito por A4 “quem está de lapiseira aqui?”. Além disso, elas conheceram umas às outras pelo grau de intimidade já desenvolvido no relacionamento escolar “sei todos os gostos dela”, como apontado por A6. Essa atividade fez com que as crianças ficassem “todos olhos e ouvidos (...), [ela] se esforça para perceber e compreender: coisas e seres, cenas, imagens e relatos” (WALLON, 2007, p.55).

Também é importante salientar que as respostas das crianças possuem elementos que envolvem alguma atividade relacionada à uma brincadeira como “jogar futebol”, “jogar *free fire*”, “montar peças”, “ir no Mutirama” e “montar robzinhos” demonstrando como a atividade de brincar é central para as crianças, parecendo dominá-las por inteiro, contribuindo para o seu desenvolvimento intelectual e sensorio-motor. Nota-se, também, que já há um interesse por “montar peças” e “montar robzinhos” demonstrando um domínio dessas atividades, ainda que sejam realizadas de maneira livre e com ausência de regras (WALLON, 2007).

No curso da IP, seguiu-se perguntando aos alunos elementos presentes ao seu cotidiano, como os meios de transportes que utilizam para chegar à escola, quais as atividades econômicas são desenvolvidas no entorno da escola, bem como os transtornos que elas causam à sociedade, para induzi-los à uma problematização da realidade, apresentando questões ambientais que eles conseguissem identificar, conforme apresentado no extrato 2.

Tabela 1: Extrato da transcrição 2

Turno	ID	Conversaço
65	A6	Fogo e fumaça de queimadas. Fumaça dos carros...
68	A3	Gente que fica desmantando o meio ambiente, destruindo árvores.
72	PF	Muito deles afetam a fauna e a flora.
73	A1	E o Solo.
76	A4	No Amazonas, a gente vê que as florestas queimaram e os bichinhos, tudo queimou.
84	PFC1	As atividades industriais causam diversos problemas. Aqui, por exemplo, tem alguma empresa aqui por perto?
85	Todos	O Polo Industrial.

As IPs aconteceram na estação mais seca do Centro-Oeste, época em que os incêndios são frequentes e a cidade é tomada por fumaça, como mostra a aluna A6 “Fogo e fumaça de queimadas”. Essas queimadas ocorrem devido à baixa umidade e a vegetação seca, ambiente propício para o início de um incêndio de maneira natural. No entanto, a maioria dos incêndios se dá por ação antrópica e desses, a maioria é criminoso, feito sem controle e com o intuito de criação de pastagem para atividade agropastoril (FIEDLER, MERLO, MEDEIROS, 2006).

Além de atingir a região do Cerrado, os incêndios, recentemente, têm atingido as regiões do Pantanal e da Floresta Amazônica, como relata A4 “No Amazonas, a gente vê que as florestas queimaram e os bichinhos, tudo queimou”, destruindo a fauna e a flora, cobrindo de fumaça diversas regiões do país e do mundo (DALY, 2019).

Os problemas ambientais relatados pelos estudantes muitas vezes estão distantes de suas realidades, como as queimadas da Floresta Amazônica, mas eles não enxergam como problema a presença de um polo industrial localizado próximo à escola e de suas casas, o fato só é posto em questão mediante a intervenção da professora. Conhecer fatos de sua realidade é de extrema importância para se pensar localmente, para assim se transformar aquela realidade. Somente conhecendo-a é que se pode aumentar a participação social, essencial para o desenvolvimento de uma sociedade democrática e sustentável do ponto de vista ambiental (JACOBI, 1999).

As crianças quando indagadas sobre o porquê tais fatos aconteciam, mesmo sendo prejudicial à saúde humana, responderam no sentido de associar tais atos à maldade das pessoas, com demonstrado no extrato 3.

Tabela 1: Extrato da transcrição 3.

Turno	ID	Conversaço
88	PFC1	Porque vocs acham que as pessoas desmatam, colocam fogo na floresta e todos esses problemas que vocs citaram?
89	A2	Não tem amor na vida.
91	A7	Maldade mesmo, tia.
92	A5	Ou porque não estudou e não sabe que pode!
95	PFC1	O que pode ser feito para evitar essas situaço
99	A9	Conscientizar elas.

As respostas dos alunos vão em direção a justificar tais agressões ao meio ambiente por um viés emocional, como se as pessoas que fizessem tais ações fossem inescrupulosas e agissem de maneira isolada, como mostra a fala de A2 “Não tem amor na vida.” e de A7 “Maldade mesmo, tia”. No entanto, as crianças não relacionam tais acontecimentos com o modelo de produção da sociedade capitalista que atua por meio da acumulação de capital imediato e que, para isso, é preciso expandir a produção de mercadorias, cada vez mais rápido e em maior quantidade (MARQUES, 2015).

Além disso, as crianças relacionam as causas da destruição do meio ambiente à falta de consciência das pessoas, mesmo eles próprios apresentando soluções que poderiam ser utilizadas para diminuir o impacto do meio ambiente, como mostra o extrato 4.

Tabela 1: Extrato da transcrição 4.

Turno	ID	Conversaço
96	Alguns alunos	Não jogar lixo, não colocar fogo, não poluir, não jogar garrafa Pet...
97	A4	Levar os lixos para o aterro sanitário e não levar para o lixão, porque o líquido do lixo polui, mata os peixes.
103	A9	Tia, o petróleo!
104	A1	É do petróleo que faz a gasolina. Então, o petróleo é um problema!
105	PF	Se o petróleo que está poluindo, o que poderíamos fazer para não usá-lo?
106	A9	Um carro elétrico!
118	A6	Seria bom porque com a energia solar dá pra carregar o celular.

As respostas demonstram que os alunos apresentam ideias que podem diminuir o impacto ambiental da ação antrópica, como a realização correta de um descarte dos resíduos produzidos, levando o lixo para um adequado tratamento nos aterros sanitários, como mostra A4 quando diz “Levar os lixos pro aterro sanitário e não levar para o lixão, porque o líquido do lixo polui, mata os peixes”. Ademais, há uma preocupação das crianças com relação ao petróleo como fonte de energia não renovável, e uma demanda dos alunos para que se substitua essa por energia renovável, como a energia solar capaz de produzir a energia elétrica de um carro, presente nas falas de A9 e A6.

Todas essas discussões foram possíveis de se realizarem tendo como ponto de partida

uma brincadeira de aquisição. Em seguida, foi proposta aos alunos a elaboração de um protótipo que simulasse um carro elétrico "sustentável", como sugerido por A9 na discussão. Tal dinâmica se aproxima do conceito de brincadeira de fabricação, proposto por Wallon (2007), em que as crianças se divertem combinando objetos entre si, modificando-os e criando novos objetos. Neste caso, com o foco na formação de conceitos de CM.

No primeiro momento de planejamento do protótipo, objetivamos construir um carrinho com peças do *kit* de montagem utilizando um carrinho de brinquedo como modelo. Após elencar as peças necessárias, foi feito um levantamento de quantas peças de cada cor e formato seriam necessários trabalhando, assim, os conceitos de fração e área de figuras geométricas planas (Figura 1A).

Após o planejamento, iniciou-se o processo de construção do carrinho encaixando as peças de montar previamente estudadas. No processo de construção foi indagado aos alunos se seria possível medir o deslocamento do carrinho pelo tamanho da roda. Assim, foram utilizados os conceitos do perímetro de uma circunferência (Figura 1B) e, posteriormente, foi apresentada a definição de deslocamento.

Após calcularem o deslocamento da trajetória do carrinho os alunos questionaram o que poderia ocasionar esse movimento, concluindo que aquele carrinho não possuía um eixo onde um motor elétrico pudesse transmitir o movimento para as rodas. Nossos resultados apontam que essa é uma característica dos trabalhos baseados na cultura *maker*: desenvolver nos alunos, sob a mediação do professor, habilidades de levantar questões e buscar soluções com interpretações coerentes e possíveis (BONWELL; EISON, 1991).

Após discussão sobre as possibilidades, os alunos concluíram que o carrinho feito de blocos só poderia se deslocar com auxílio da força aplicada pelas próprias mãos. Visando uma solução para a substituição do carro movido à combustível fóssil, um dos principais poluentes e causadores do aquecimento solar, os alunos junto com o professor resolveram pensar na sugestão de A9 de construir "Um carro elétrico!". Contudo, acabaram optando por construir um carrinho a energia solar, utilizando sucata de um carrinho de controle remoto que possuía espaço para adaptação de um motor (Figura 1C).

Para integrar essas peças foram utilizados os conceitos de tipos de energia e transformação de energia. Com o uso da placa fotovoltaica, a energia solar é transformada em energia elétrica, o que faz com que o motor elétrico transforme essa energia em energia cinética (YOUNG, FREEDMAN, 2008). Após montado o protótipo este foi submetido a testes. Neles

as crianças perceberam que a eficiência de conversão de energia solar em energia cinética dependia da intensidade da luminosidade e do ângulo de inclinação da placa em relação ao Sol para uma mesma superfície. Além do mais, em superfícies mais ásperas como o concreto, o motor não conseguia transferir a energia cinética suficiente para as rodas e fazer com que o carrinho andasse. Somente em superfícies mais lisas, como o azulejo, é que o carrinho conseguia se deslocar com mais facilidade. Assim, a partir da testagem foram discutidas as ideias iniciais de atrito e angulação (Figura 1D)

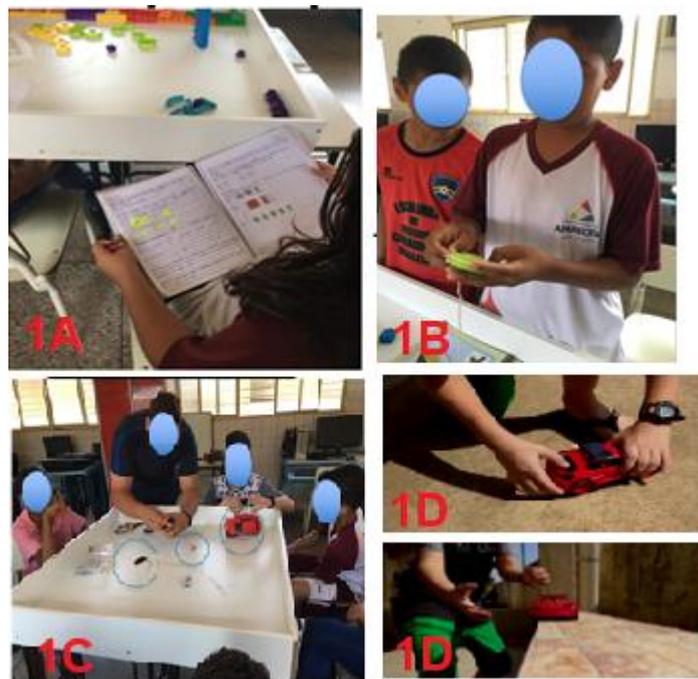


Figura 1: Imagens das atividades desenvolvidas.

Assim, a construção de um carrinho de brinquedo, que no primeiro momento seria uma atividade realizada de maneira não consciente e não volitiva se mostrou uma proposta adequada para o ensino-aprendizagem de conceitos de CM para as crianças, devido à organização do ambiente de aprendizagem realizado pelos docentes (Figura 2) para atuar na Zona de Desenvolvimento Proximal dos alunos (PALINCSAR, 1998).



Figura 2: Mapas de conceitos utilizado nas IP.

Dessa forma, foi possível a realização da discussão dos conceitos científicos explicitados pelo mapa de conceitos acima.

Considerações finais

Portanto, as contribuições dessa investigação para o campo científico da Didática em Educação em Ciências e Matemática é no sentido de mostrar possibilidades da utilização da cultura *maker* para além do aspecto pragmático e construtivista, contexto no qual ela nasce. Para isso, faz-se necessário que o ambiente de aprendizagem organizado pelo professor, possa abarcar questões que vão além do aspecto imediato da construção de algum artefato, buscando aliar questões sociais, científicas, tecnológicas e do meio ambiente.

Além disso, as ações devem ser realizadas para que o alunos sejam sujeitos ativos no processo, desenvolvendo atividades nas quais o conhecimento científico seja utilizado como base para a tomada de decisões dos alunos. Assim, a cultura *maker* se mostra com potencial para que os alunos possam ter uma formação mais crítica e ativa. Assim, espera-se que novos trabalhos sejam realizados em outras turmas da Educação Básica, utilizando as ferramentas da cultura *maker*, sejam com a utilização de *kits* comerciais ou com materiais alternativos e que consigam aliar as questões teóricas e práticas para o ensino e aprendizagem de ciências e também novas experiências na formação de professores para nos dizer quais estratégias são mais adequadas para a formação de um profissional que saiba atuar com base na cultura *maker*.

Referências

AULER, D.; DELIZOICOV, D. Alfabetização científico-tecnológica para quê? **Ensaio** -

Pesquisa em Educação em Ciências, v. 3, n. 1, p. 1-13, 2001.

BLIKSTEIN, P. **Maker Movement in Education: History and Prospects. Handbook of Technology Education**, Springer International Handbooks of Education, 2018.

BONWELL, C. C.; EISON, J. A. **Active Learning: Creating Excitement in the Classroom. Washington. DC: ASHE-ERIC Higher Education Reports**, 1991.

DALY, N. O que os incêndios na Amazônia significam para os animais silvestres. **Natgeo**, 2019.

FIEDLER, N.C.; MERLO, A.M.; MEDEIROS, M.B. Ocorrência de incêndios florestais no Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros, Goiás. **Ciência Florestal**, v. 16, n. 2, 2006.

HALVERSON, E. R.; SHERIDAN K. M. The Maker Movement in Education. **Harvard Educational Review**, v. 84, n. 4, Winter, 2014.

JACOBI, P. Poder local, políticas sociais e sustentabilidade. **Saúde e Sociedade**, v.8, n.1, p.31-48, 1999.

LE BOTERF, G. Pesquisa participante: propostas e reflexões metodológicas. In: BRANDÃO, C. R. (Org.). **Repensando a pesquisa participante**. São Paulo: Brasiliense, 1984.

LEONTIEV, A. O desenvolvimento do psiquismo na criança. In: LEONTIEV, A. **O desenvolvimento do Psiquismo**. São Paulo: Centauro, 2004.

LUTFI, M. Abordagem sociológica do ensino de química. **Ciência & Educação**, n. 3, 1997

MARCUSCHI, L. A. **Análise da Conversação**. São Paulo: Ática; 1986.

MARQUES, L. **Capitalismo e colapso ambiental**. Campinas: Editora da Unicamp, 2015.

MARTINS, I. P.; PAIXÃO, M. de F. Perspectivas atuais ciência-tecnologia-sociedade no ensino e na investigação em educação em ciência. In: SANTOS, W. L. P. dos; AULER, D. (Orgs.). **CTS e educação científica: desafios, tendências e resultados de pesquisas**. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2011, p. 135-160.

MARX, K. & ENGELS, F. **Textos sobre Educação e Ensino**. São Paulo: Moraes, 1983.

MARX, K. **Manuscritos econômico-filosóficos**. São Paulo Boitempo, 2004.

MORAN, i. p. Punk: The Do-It-Yourself Subculture. **Social Sciences Journal**, v. 10, i. 1, 2010.

PALINSCAR, A . S. Social constructivist perspectives on teaching and learning. **Annual Review of Psychology**, v. 49, 345–375, 1998.

PAPERT, S. **A Máquina das Crianças: Repensando a Escola na Era da Informática**. Porto Alegre: Artmed Editora, 1993.

SAMAGAIA, R.; DELIZOICOV NETO, D. Educação científica informal no movimento

"Maker". In: **ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS**, 5., 2015, Águas de Lindóia, SP. Anais. São Paulo: FAPESP, 2015.

THOMSEN, A. O que é Arduino? FlipFlop, 2014. Disponível em: <https://www.filipeflop.com/blog/o-que-e-arduino/>. Acesso em: 01 de jun. de 2021

VYGOTSKY, L. S. **Psicologia pedagógica**. Porto Alegre: artmed, 2003.

VYGOTSKY, L.S. **A Formação Social da Mente**. São Paulo: Martins Fontes, 1998.

WALLON, H. **A evolução psicológica da criança**. Tradução: Claudia Berliner, São Paulo: Martins Fontes, 2007.

YOUNG, H. D.; FREEDMAN, R. A. **Física 1**. Tradução: Sonia Midori Yamamoto. São Paulo: Addison Wesley, 2008.