

A forma e a função dos laboratórios de computação nas escolas de educação básica: plataformas para uma revolução contra-hegemônica?

Jorge Henrique Cabral Fernandes
jhcf@unb.br
Universidade de Brasília, Brasília, BR

RESUMO

O ensaio discute sobre a forma e função dos laboratórios de computação nas escolas de educação básica do Brasil. Apoiado por pesquisas bibliográficas predominantemente feitas na base de dados *Web of Science* são traçadas críticas aos argumentos contrários e favoráveis aos Laboratórios e ao acesso à Internet nas escolas, tendo em vista os fundamentos da Computação e Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação - TDICs, o histórico dos projetos de informatização de escolas no Brasil e no Mundo, e a BNCC da Computação. O arcabouço metodológico da Ciência do Projeto (*Design Science*) é brevemente adotado para uso de abordagens indutivas, dedutivas e abduativas, culminando com a proposição de funções e princípios estruturais que devem estar presentes nos Laboratórios, a prescrição dos efeitos possíveis de serem gerados por essas intervenções tecnológicas, seja sobre os currículos de formação docente, sobre a carreira e identidade docentes, bem como sobre o papel da escola na promoção da literacia e de serviços digitais junto às comunidades e territórios. É correto propagar uma suposta neutralidade do conhecimento computacional que transmitimos e que gera tanto impacto social, ou precisamos ser revolucionários?

CCS CONCEPTS

• **Social and professional topics** → Computing education.

PALAVRAS-CHAVE

Computação na Educação Básica, Laboratórios, Profissão Docente

1 LABORATÓRIOS DE COMPUTAÇÃO OU INFORMÁTICA NA ESCOLA: UMA MÁ IDEIA?

Já se passaram 33 anos desde que Salomon [117] apresentou um ensaio sobre as dificuldades com o uso efetivo de computadores nas escolas, posteriormente corroborado por Trucano [138], com foco na aparente ineficácia, inutilidade, ou até mesmo prejuízo pedagógico, decorrente da presença de laboratórios de computação ou informática em escolas. As duas primeiras das quatro suposições que embasaram [117] se encontram hoje superadas: (1) que o computador não é um objeto de conhecimento por si próprio, para a qual

Fica permitido ao(s) autor(es) ou a terceiros a reprodução ou distribuição, em parte ou no todo, do material extraído dessa obra, de forma verbatim, adaptada ou remixada, bem como a criação ou produção a partir do conteúdo dessa obra, para fins não comerciais, desde que sejam atribuídos os devidos créditos à criação original, sob os termos da licença CC BY-NC 4.0.

EduComp24, Abril 22-27, 2024, São Paulo, São Paulo, Brasil (On-line)

© 2024 Copyright mantido pelo(s) autor(es). Direitos de publicação licenciados à Sociedade Brasileira de Computação (SBC).

se demanda currículos e professores especializados, contrariamente ao que vemos em [31, 118, 139, 147, 148, 154], entre vários outros trabalhos; e (2) que o computador é uma tecnologia educacional como outra qualquer, e, portanto, não é relevante compreender o seu funcionamento interno (Pensar Computacionalmente, por exemplo), contrariamente ao que vemos em [35, 54, 86, 105, 129]. Continuam cada vez mais válidas as duas últimas suposições de Salomon [117]: (3) que computadores não devem ser adicionados ao ambiente educacional sem modificação da prática instrucional [9, 41, 71, 84, 98, 133]; e (4) que a simples introdução de computadores nas escolas, por mais avançados que sejam, não é condição suficiente, nem necessária, para produzir engajamento e aprendizagem dos estudantes [49, 55, 82, 103, 115, 134]. Curiosamente, a validade da suposição 3 aponta para a necessidade da formação de professores de computação ou que estejam aptos a trabalhar com grande proficiência com tecnologias digitais, contra a qual se insurgiu [117] em sua suposição 1. De outra forma, a validade da suposição 4 evidencia a ingênua busca pela solução tecnológica para os problemas da escola em muitos prognósticos e desenvolvimentos [10, 45, 46] no campo da informática na educação, muitos dos quais se recusam a compreender que não existe solução para os problemas da educação que não passe pelas questões que afetam a docência [96, 97, 124, 142].

1.1 O fim dos laboratórios?

Retornando à pertinente questão sobre o papel e impacto educacional dos laboratórios de computação nas escolas, é relevante pautar a atualidade da questão junto a publicações relativas à educação brasileira: [101] se arrisca a dizer que o Laboratório estaria com os “dias contados”, apontando para a necessidade de formação de professores de computação que possam lidar com as mudanças necessárias; [78], reforçando a necessidade de professores especializados, evidencia a desmotivação dos alunos que trazem em mãos *smartphones*, o que levaria à transformação dos laboratórios de computação em modelos *BYOD - Bring Your Own Device* e de *M-Learning*; [22] evidencia a importância da computação desplugada como estratégia para inclusão do pensamento computacional na EJA, o que reduz a dependência da escola e do professor perante o laboratório; e [58] mostra a ausência de impacto educacional decorrente de conexão das escolas à Internet (banda larga).

1.2 A ineficácia pedagógica da conexão à Internet e dos laboratórios

Nas escolas do Brasil são amplas as evidências de que o laboratório de computação ou informática tem sua eficácia educacional questionável: [95] mostra dificuldades para inserção de recursos

computacionais no projeto pedagógico da escola, bem como o pouco incentivo à apropriação da cultura digital por parte dos professores; Considerando que “o uso do computador, por si só é positivo”, [32] propõe que a solução para o problema do não uso de um laboratório de informática colocado à disposição de estudantes do ensino médio passa pela presença de docentes com conhecimentos pedagógicos e de computação, que possam gerir o espaço e desenvolver projetos pedagógicos aderentes ao Projeto Político Pedagógico da escola; [68] evidencia a importância da formação continuada como estratégia para reativação de laboratórios de computação em escolas; [24] prescreve um papel de gerente de laboratório de informática escolar para professores de computação; [3] mostra a dificuldade de integração do laboratório de informática a práticas pedagógicas construtivistas. Inúmeros estudos fora do Brasil mostram ineficácia dos laboratórios de computação ou do uso de computadores em escolas, no alcance de objetivos pedagógicos [49, 55, 82, 103, 115, 134].

1.3 Uma questão de política pública?

Pensar a questão dos laboratórios de informática das escolas do país parece ser menos uma questão de P&D típica da Informática na Educação [106], e mais um tema de Política Pública, e que assim sendo apresenta inúmeros fatores sociais, políticos, culturais e econômicos que comprometem sua efetividade, e que podem ser investigados no campo dos Estudos de Implementação e Governança Pública [11, 57, 60, 61, 65].

Usando uma analogia para melhor compreensão, pode-se afirmar que bons resultados de uma solução de informática educativa experimentada *in vitro*¹ não evidenciam que resultados semelhantes serão encontrados *in vivo*².

2 SOLUÇÕES E ESPAÇOS DE DISPUTA DOS LABORATÓRIOS DE INFORMÁTICA ESCOLAR

Final, o papel dos laboratórios de computação ou informática nas escolas deve ou não ser mais valorizado? E se for, de que forma? e se não for, quais as consequências, vantagens e desvantagens?

2.1 Dependência crítica da sociedade perante os computadores

Não podemos deixar de considerar que a sociedade depende criticamente dos computadores para funcionar, e que se faz necessário promover o conhecimento do Pensamento Computacional, do Mundo Digital e da Cultura Digital, como prescrevem as Diretrizes Curriculares Nacionais [31, p.17], não só partido do pressuposto de que a introdução dos computadores nas escolas tem sido positiva, não sem percalços, mas sobretudo “no direito de toda pessoa ao seu pleno desenvolvimento, à preparação para o exercício da cidadania e à qualificação para o trabalho, na vivência e convivência em ambiente educativo”. Assim sendo, a escola não pode se furtar de incorporar esses dispositivos no seu dia a dia, cabendo, entretanto, investigar quais são as formas e funções que esses dispositivos devem assumir.

¹Por exemplo, em um laboratório universitário de pesquisas, ou mesmo em uma escola parceira do laboratório.

²Isso é, no contexto diversificado das escolas públicas de educação básica de um país complexo e continental como o Brasil.

2.2 Ambientes inovadores de aprendizagem

A OECD [43] prescreveu cinco princípios promotores de ambientes inovadores da aprendizagem, e que podem inspirar a forma e função dos laboratórios de informática, assim como as salas de aula, e que são: (1) foco no aprendiz, em complemento aos professores e outros profissionais, promovendo engajamento, motivação e emoção; (2) *design* cuidadoso e com alto nível de profissionalismo, promovendo trabalhos desafiadores e *feedback* formativo; (3) profunda personalização do ambiente às características dos indivíduos e grupos atendidos; (4) inclusividade; e (5) promoção da colaboração entre os aprendizes, em relações horizontais com várias áreas do conhecimento e com a comunidade.

2.3 Espaços *maker* e robótica educacional

[27] analisa a forma ineficaz dos laboratórios de informática tipicamente implantados nas escolas do Brasil, e com base no relatório da OECD já citado [43], faz a compilação de um conjunto de “tendências internacionais na criação de espaços inovadores de aprendizagem permeados por tecnologia que permitam aos alunos desenvolver suas capacidades e autonomia”, que abordam formas e funções de laboratórios inovadores ligadas a aspectos como: mobilidade, conectividade, movimento *maker*, robótica, produção audiovisual, ambiente colaborativo e convidativo. Na mesma linha, [111] propõe o uso de atividade *maker* relacionada com a robótica educacional como forma de intensificar os usos de um laboratório universitário de tecnologias educacionais que articula-se com a rede escolar. Vários estudos internacionais [33, 74, 92, 152] evidenciam os efeitos positivos do uso de robótica educacional na motivação, interesse, engajamento e aprendizagem de estudantes em projetos e carreiras em STEM³, e especificamente em Computação. No Brasil, a coletânea de trabalhos de [130] mostra que efeitos positivos também são sentidos nas experiências brasileiras. A evidente eficácia da robótica educacional, frente à dúvida que paira sobre o laboratório de informática, parece repousar nos estímulos eminentemente [23] construtivistas e construcionistas das experiências pedagógicas com a robótica, algo que é apenas uma possibilidade limitada quando se tratando de um laboratório de informática conectado à Internet, com suas infinitas possibilidades de exploração da informação e comunicação digital, mas com dispositivos de entrada e saída que pouco exploram o universo físico. Ou seja, a Robótica Educacional prescreve as possibilidades criativas e pedagógicas [23, 130], enquanto que as possibilidades infinitas dos laboratórios de uso geral são mais intimidadoras, pois o caminho pedagógico a ser seguido não é estrito.

2.4 Abordagem *hacker*

Os efeitos positivos da robótica educacional, com sua ênfase não apenas na lógica do pensamento computacional, mas em sua manifestação concreta junto a um *hardware* a ser construído e um mundo físico a ser explorado sugerem que a abordagem *hacker* pode ser a chave para a criação de laboratórios de informática que promovam educação digital eficaz. Analisando os argumentos de [14] acerca de fatores que tem dificultado a constituição da cultura digital nas escolas brasileiras, tais como [14, p. 499] a “falta de articulação entre

³Acronímico para Science, Technology, Engineering and Mathematics, ou em português: Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática

os projetos e programas, a fragilidade na formação de professores e a transformação do computador numa máquina pedagógica, em vez de uma máquina de comunicação e de produção de sentidos”, [99] pondera que a adoção da perspectiva da educação *hacker* pode ser solução para a questão, postos os princípios formulados por [109, p.61-62], dentro os quais se destacam: (1) “O acesso a todo e qualquer meio de ensino deve ser total aos que querem aprender”; (2) “professores, livros e quaisquer fontes de informação devem ser lidos com desconfiança...”; (3) aprendizagem centrada na criação e produção de culturas e conhecimentos e não no consumo; (4) “diversidade de saberes, culturas e conhecimentos trazidos para a escola por alunos, professores, mídia e materiais didáticos.”; (5) “A cópia é parte do processo de aprendizagem”; (6) “O erro não deve ser criminalizado e nem mesmo evitado, pois ele faz parte dos processos de aprendizagem”; e (7) “A arquitetura das escolas deve possibilitar que as atividades se deem de forma mais livre e coletiva”.

Há imensa dificuldade na implementação de uma educação *hacker*, e em geral de qualquer abordagem reformadora ou revolucionária, posta a sólida formação, experiência e apoio que precisa ter um professor de escola que se dispõe a promover junto aos seus estudantes alguma desconfiança inicial sobre suas próprias palavras, maior flexibilidade no calendário e conteúdo escolar, além de respostas rápidas a questões inesperadas [70, p.225-235].

2.5 O papel das bibliotecas escolares

Adentrando um pouco mais nas possibilidades do mundo *hacker*, em suas dimensões que vão além do *maker* do mundo físico e de seus vínculos à robótica, e tratando da amplitude da produção de cultura e de novas teias de produção de significado, é pertinente inserir no papel dos laboratórios de informática escolar o diálogo com as bibliotecas escolares. Não só em decorrência do importante papel do livro e da biblioteca na promoção de uma sociedade letrada [89], mas também pela tradição e reconhecimento milenar que cerca a profissão de Bibliotecário, a demanda legal pela universalização das bibliotecas escolares precede a demanda dos laboratórios de informática, não por várias décadas como deveria ter ocorrido, mas por apenas 12 anos no caso do Brasil [19].

Assim como a robótica induz ao construtivismo por atuar sobre grandes possibilidades de ação e reflexão no mundo físico, não se deve subestimar a suprema importância do livro físico e o acesso a uma biblioteca igualmente física na promoção de uma cidadania saudável. Cabe entretanto acrescentar que as funções das bibliotecas e dos bibliotecários vão bem além da gestão de um acervo. A promoção da literacia, física e digital [132], das habilidades de gestão e preservação da informação registrada e da memória [137], do consumo e produção da comunicação científica e tecnológica [135], bem como o combate à desinformação e ao uso ético da informação [51] são responsabilidades inerentes às bibliotecas e aos bibliotecários, que não deverão de ser substituídas por iniciativas isoladas de professores e laboratórios de informática.

Há que se considerar ainda que a intensa parceria que se estabelece ou pode ser estabelecida entre a biblioteca escolar e os professores da escola [39], que em muitos países ocorre [8, 127] na figura de um professor-bibliotecário há que ser também buscada ativamente entre os (professores?) responsáveis pelos laboratórios de informática e a docência da escola.

3 TECNOLOGIA: A TRANSCENDÊNCIA DA COMPUTAÇÃO PARA O MUNDO E SEU IMPACTO SOBRE A CULTURA DIGITAL

Como penúltimo fator a ser trazido a essa discussão sobre a forma e função dos laboratórios, antes de que este autor se atreva a prescrever funções e formas objetivas para o futuro do laboratório de informática nas escolas, é preciso tratar da natureza não apenas científica e matemática da computação expressa nos conceitos do Pensamento Computacional [151] e de sua aparente ingenuidade perante à natureza da humanidade.

3.1 A natureza da ciência e da tecnologia

Podemos e devemos desenvolver o Pensamento Computacional, aprendendo a criar modelos computacionais que implementam algoritmos produzidos a partir da análise e compreensão de sistemas, e que podem coletar e organizar dados para solucionar problemas. Mas a questão para a qual a escola não pode se furtar de responder é para qual propósito esses modelos computacionais estão sendo usados no mundo real, e qual o efeito que eles estão produzindo na sociedade e na humanidade? A resposta à essas questões, que a escola deve formular e para o qual o laboratório de informática pode exercer importante papel, repousa nos estudos críticos sobre a Ciência, Tecnologia e Sociedade [21, 44] e sobre a Natureza da Ciência e da Tecnologia [145, 146], já mais avançadas nos fóruns de professores de ciências no Brasil [13, 113], mas ainda pouco exploradas na formação de professores de computação.

3.2 Crítica à tecnologia

As Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação - TDICs não são artefatos ingênuos e muito menos neutros [67], pois para serem bem sucedidas e de fácil disseminação precisam incorporar as formas mais avançadas de acumulação de capital e assimetria, exercendo poder, influência e coordenação sobre seus usuários, sejam elas em uso em uma rede de computadores local, sejam em uso na rede global da Internet. Não é por acaso que 7 dentre as 10 empresas detentoras de maior capital no mundo, todas criadas nos últimos 45 anos, estejam no domínio das TDICs⁴.

3.3 Colonização digital

O mundo “desenvolvido” se encontra digitalmente colonizado pelas TDICs, na medida em que as pessoas dos territórios se comunicam de forma cada vez mais intensa com entidades do mundo que lhes são fisicamente distantes, e assim sendo consomem e produzem cada vez mais para a esfera global que para a esfera local, quando comparada ao que ocorria anteriormente. A quem interessa que a atenção e cuidado gerados a partir dos diálogos entre as populações se voltem mais para o global e menos para as condições de vida em família, comunidade, bairro e cidade? Os seres humanos, desde a mais tenra idade, atualmente tendem mais a um viver global que um viver local, e ainda não compreendemos plenamente as consequências dessas mudanças.

A escola e o sistema educacional em geral se encontram em vias de colonização digital, e não podemos subestimar as possibilidades

⁴Ver <https://companiesmarketcap.com/>

de consequências drásticas e perversas, dos pontos de vista pedagógico, cultural, político, econômico, ambiental ou de saúde mental e pública. As atenções dos que estão em idade escolar durante a infância, adolescência e juventude, assim como as dos adultos e idosos que dependem de um Aprendizado ao Longo da Vida (*Life-long Learning*) se voltam para o consumo de mídia digital de grande atratividade, em sua quase totalidade produzida em outros países, outras cidades ou outras comunidades, em decorrência de sistemas algorítmicos que promovem engajamento e espetáculo a partir de interações e conteúdos gerados cada vez mais parcialmente pela comunidade.

3.4 Escola é espaço de crítica e reflexão

Escola e educação são espaços de crítica e reflexão, e sem crítica perante o que ocorre ou pode ocorrer se pode estar gerando imensa riqueza para os detentores do capital digital, mas pouca produção sustentada de valor social no local. As etapas do processo de desenvolvimento cognitivo das crianças podem estar sendo atropeladas, pois as mesmas consomem cada vez mais produtos de operações formais automatizadas (sistemas de computador, como *smartphones* e *tablets*) cuja lógica e mecânica lhes é incompreensível no início do desenvolvimento cognitivo, pois podem não ter experimentado no tempo necessário os brinquedos e outros instrumentos de mediação física, nem realizado as operações cognitivas que lhes são essenciais para os desenvolvimentos sensório-motores, pré-operacionais e operatórios-formais, inclusive compreender o que é e o que não é um computador. Computador não é um brinquedo de plástico do tipo “caixa-encaixa”, sobre o qual alguém detém propriedade. Está se tornando cada vez mais um meio de prestação de serviço tecnológico integrado de forma *on-line* a uma rede que representa uma cadeia produtiva complexa e internacionalizada, cujo hardware e software operam níveis de abstração elevados, versionados, construídos por centenas de milhares de pessoas ao longo de décadas, e que está em operação 24x7.

A escola não é a responsável direta pelas transformações do mundo digital, que são originadas dos próprios espaços familiares, comunitários e urbanos, já profundamente colonizados pelo digital, no qual pais e tutores de crianças, pressionados por situações cada vez mais precárias, estressantes e ansiosas de consumo de mídias digitais, decorrentes de questões de emprego e trabalho, moradia, alimentação e serviços públicos, se entregam juntamente com suas crianças ao consumo de conteúdos em suas telas de *smartphone*. Não podemos subestimar as consequências de toda essa situação para a saúde mental e o futuro da humanidade, inclusive os iminentes avanços da Inteligência Artificial.

3.5 A escola precisa enfrentar a situação

O poder inerentemente transformador das TDICs é uma realidade da qual a escola não pode fugir. Urge à educação e aos educadores abraçarem as mídias digitais e se apropriar dessas tecnologias com toda a crítica, interesse, profundidade e assertividade necessárias e suficientes, para uma transformação digital contra-hegemônica. Mas para enfrentar esse desafio a sociedade precisa dar às escolas as condições necessárias.

Depois do breve argumento crítico desta seção, fruto da preocupação com a pouca discussão que as dimensões da sociedade e

cultura digital ainda atraem para os fóruns de formação docente em computação, tratarei de um último aspecto que afeta a forma e função dos laboratórios: A Carreira e Profissão Docente.

4 CARREIRA E PROFISSÃO DOCENTE

A Força Tarefa Internacional da UNESCO voltada à solução do problema da falta de professores para as escolas de educação básica do mundo estima que em 2030 o mundo terá uma carência de 44 milhões de professores [140]. Curiosamente, este número também se aproxima das previsões de falta de mão de obra qualificada em outros campos de atividade profissional pelas quais passarão países que não investem sabiamente em seus sistemas educacionais e de formação de professores [73].

A falta de professores é mais grave que a falta de outros profissionais, pois um professor mal qualificado multiplica seu impacto negativo centenas de vezes ao longo de várias décadas. O Brasil, pela natureza de sua cultura colonial e escravocrata, ao contrário de alguns outros países, não tem conseguido promover uma escolarização de alta qualidade, indicando que a situação tende a piorar, tendo em vista que 80 % da futura classe docente brasileira está sendo formada em cursos de licenciatura a distância, muitos de qualidade duvidosa.

Como apontam as Nações Unidas [141], o fator individual mais determinante da eficácia da escola é o professor. Entre outros fatores importantes no Brasil, se destaca [4, p. 494] a liderança do diretor. Cabe ao docente o exercício da maior parte dos fatores responsáveis pela eficácia escolar, como assiduidade, primazia do ensino-aprendizagem, passar e avaliar deveres de casa, cumprir o conteúdo curricular, nível de exigência docente, além do interesse e dedicação à profissão. Mesmo que a educação de professores esteja presente nas licenciaturas e na formação continuada, docentes de alta qualidade não se fazem presentes de forma persistente sem a presença de fatores cada vez mais escassos na escola no mundo inteiro: carga de trabalho adequada, boas condições de trabalho e salários condizentes [140].

No caso da docência de computação na educação Básica, a situação apresenta um fator que reduz ainda mais o engajamento de docentes na carreira, já extensivamente apresentado em trabalhos, e que é a demanda por empregos na indústria e a dificuldade de formação da identidade docente [101, 119].

5 UMA PROPOSTA DE FUNÇÕES INICIAIS PARA OS LABORATÓRIOS

Apresentado o contexto de problemas ocupados pelo laboratório de informática na escola, nesta última seção de desenvolvimento deste ensaio se buscará apontar o laboratório de informática da escola como um artefato de design a ser construído de forma interativa dentro dos espaços escolares, adotando como base o arcabouço metodológico de ciência do projeto, como apresentado por [106] e [149]. À guisa de não estender muito mais este ensaio, propõem-se algumas funções gerais que deveriam ser atendidas pelo Laboratório, em suas diversas manifestações:

- O laboratório de informática escolar deve operar como um sistema sociotécnico, crítico-revolucionário, contra-hegemônico e auto-gestionário no interior da escola, com a missão de engajar a docência na promoção do acesso e apropriação

das TDICs pela comunidade escolar e pelos cidadãos. Assim atuando, deve empoderar a classe docente com o domínio das TDICs, aumentando seu prestígio junto às comunidades e territórios nos quais atua. Assim sendo, o laboratório de informática escolar deve tratar da questão da sustentabilidade;

- O laboratório de informática escolar deve atuar de forma integrada com as bibliotecas, adotando postura propositiva e construtiva de forma complementar à abordagem de mediação entre fontes e usuários de informação que é usual na Ciência da Informação [156]. Assim sendo, o laboratório de informática escolar deve operar em rede integrada com laboratórios e bibliotecas de outras escolas da Rede. Para isso, não deve ser liderado por técnicos de informática, mas sim por professores licenciados, sobretudo em computação;
- O laboratório de informática escolar deve atuar para superar as dificuldades na introdução das TDICs na educação, facilitando o formação continuada de professores [144], e intensificando os canais de intercâmbio com a formação inicial. As soluções para a introdução de TDICs na educação básica não são simples, não só na formação inicial [75, 83, 112], mas especialmente na formação continuada [1, 69, 72, 81, 87, 102, 128, 143] de professores, seja no caso dos docentes que necessitam de maior domínio de tecnologias digitais, seja para docentes que tem como foco o ensino de computação [17, 18, 62, 77, 88, 90, 93, 155]. Assim sendo, o laboratório de informática escolar deve ser visto como componente estratégico da melhoria da formação docente, e não apenas como ferramenta de aprimoramento da formação discente;
- O laboratório de informática escolar deve atuar para descolonizar digitalmente a escola [50] e a comunidade frente ao avanço de sistemas digitais nacionais e globais que adentram de forma dominante nos espaços escolares e na sociedade, com propostas uniformizadoras da cultura, e sem respeito aos territórios [104, 125, 153]. Assim sendo, os laboratórios devem apoiar o desenvolvimento de tecnologias digitais junto às próprias comunidades nas quais se inserem, em um modelo de Escola Aberta [40, 136] com oferta de equipamentos e recursos de TDICs aos finais de semana;
- O Laboratório deve potencializar a educação enquanto “atividade mediadora no seio da prática social global,” [120, p. 95], com o uso de sistemas digitais autônomos que fortaleçam o “espaço próprio da educação ... na intersecção do individual e do social, do particular e do geral, do teórico e do prático, da reflexão e da ação.” [120, p. 96]. Assim sendo, o laboratório precisa promover os pensamentos transdisciplinar, sistêmico e complexo, além do pensamento computacional algorítmico frequentemente ensinado desconectado da realidade social;
- O laboratório de informática escolar deve fortalecer o “trabalho como princípio educativo frente às novas tecnologias” [121], com ênfase no uso de TDICs **socialmente adequadas** às necessidades dos educadores, estudantes e trabalhadores, não para atender às necessidades do mercado atual, mas para emprego das TDICs como emancipadoras das comunidades e territórios, o que só se faz por processos de descolonização;
- O laboratório de informática escolar deve promover a construção de uma educação, sobretudo a que ocorre no ensino

médio, voltada à formação de politécnicos, pois como in-forma [122, p. 39]

O horizonte que deve nortear a organização do ensino médio é o de propiciar aos alunos os domínios dos fundamentos das técnicas diversificadas utilizadas na produção, e não o mero adestramento em técnicas produtivas. Não a formação de técnicos especializados, mas de politécnicos. A concepção acima formulada implica a progressiva generalização do ensino médio como formação necessária para todos, independentemente do tipo de ocupação que cada um venha a exercer na sociedade Ou seja, a apropriação dos aqui propostos laboratórios, pelas escolas de educação básica, contribuirá para a unificação da organização do ensino médio, pois como aborda Saviani em sua Pedagogia Histórico-Crítica [123, p. 165]:

pode-se afirmar que o trabalho foi, é e continuará sendo o princípio educativo do sistema de ensino em seu conjunto. Determinou o seu surgimento sobre a base da escola primária, o seu desenvolvimento e diversificação e tende a determinar, no contexto das tecnologias avançadas, a sua unificação.

- O laboratório de informática escolar deve promover para inovação pedagógica transdisciplinar, trazendo questões educativas em direção a uma nação soberana [12], a começar pela apropriação das tecnologias digitais para construção de uma legítima cultura digital cívica e inclusiva [20, 126], junto à comunidade na qual se insere.

6 BASES DE CONHECIMENTO PARA PROPOSIÇÃO DE FORMAS

Adotando uma lógica de compreensão dos fundamentos de conhecimento que subsidiam um conjunto de requisitos de alto nível formulados na seção anterior, estes fundamentos são a seguir brevemente declarados.

6.1 Sistemas sociotécnicos

TDICs são geralmente inseridas em seus contextos de uso pela atividade projetiva de cientistas e engenheiros de computação, que adotam uma abordagem tipicamente positivista e de engenharia. Segundo [25, p. 784], um dos grandes problemas dos sistemas tecnológicos construídos por engenheiros é a pouca atenção dada aos aspectos sociais envolvidos no projeto desses, o que compromete o seu funcionamento e sustentação.

A fim de solucionar problemas inerentes a uma visão positivista do mundo, Cherno adota a premissa de que organizações humanas são sistemas sociotécnicos, compostos por dois elementos que precisam se amoldar mutuamente: o sistema social e o sistema tecnológico. Cherno postula a necessidade de que sistemas sociotécnicos possuam os quatro atributos de subsistemas sociais propostos pelo sociólogo Talcott Parsons:

- (1) Contribuir para o alcance das metas da organização humana na qual se insere, isso é em nosso caso, as escolas de educação básica, e aqui agora destaco o papel das universidades que atuam na formação de professores;
- (2) Adaptar-se ao ambiente, no caso os ambientes da escola de educação básica e universidades, envolvidas na educação de

seus estudantes bem como na formação inicial e continuada de professores, com suas diversidades sociais, regras e sistemas tecnológicos já em uso;

- (3) Integrar as atividades das pessoas na organização, inclusive em relação à resolução de conflitos em torno de realização de tarefas e questões interpessoais. No caso da proposta aqui em discussão, professores, comunidade e estudantes que representam uma juventude cheia de aspirações presentes e futuras [79];
- (4) Prover contínua ocupação dos papéis sociais essenciais à sua operação, por meio de recrutamento e socialização. No caso específico esses papéis são especialmente ligados à formação docente inicial e continuada.

O difícil, para Cherns [25, p. 785-791], é de que forma conceber, desenvolver e sustentar esses sistemas sociotécnicos. Para isso ele apresenta nove princípios a serem seguidos na criação de sistemas sociotécnicos, que não serão abordados em outras oportunidades.

6.2 Adequação sócio-técnica

Criticando a forma ingênua com a qual políticas científicas e tecnológicos são propostas e tentam ser implementadas em abordagens *top-down*, por cientistas e gestores públicos dotados de boas intenções mas pouco conhecedores da natureza dos sistemas sociotécnicos, [36] propõe a abordagem tecnocientífica de Adequação Sócio-Técnica, em oposição às abordagens do Determinismo Tecnológico, Otimista; do Substantivismo, Pessimista; e do Instrumentalismo, Liberal.

Disseminar uma suposta neutralidade do conhecimento computacional quando transmitindo esse conhecimento no sistema educacional, como é comum durante a formação de profissionais de computação inclusive durante a formação de professores, é no mínimo uma posição alienante, senão eticamente questionável [67].

A Adequação Sócio-Técnica (AST) é alinhada aos conceitos de **Tecnologia Apropriada** e de Teoria Crítica da Tecnologia [94] com a promoção de sistemas e empreendimentos autogestionários, e prescreve a operacionalização em sete modalidades, incrementalmente aplicadas:

- (1) Uso da tecnologia;
- (2) Apropriação dos meios de produção tecnológica;
- (3) Revitalização ou repotencialização de máquinas e equipamentos;
- (4) Ajustes do processo de trabalho, com adaptação da organização do trabalho à “propriedade coletiva” dos meios de produção;
- (5) Alternativas tecnológicas, com emprego de novas tecnologias alternativas à convencional;
- (6) Incorporação do conhecimento científico-tecnológico existente, com inovação incremental, em parceria com centros de P&D;
- (7) Incorporação de conhecimento científico-tecnológico novo, com exploração na fronteira do conhecimento.

Os conceitos de sistemas sociotécnicos e o modelo de Adequação Sócio-Técnica (AST) de Dagnino sugerem uma sequência para a promoção e aprimoramento dos laboratórios de informática escola na abordagem aqui proposta. Essa sequência é a seguir interpretada

até o passo 4, a partir do qual a comunidade escolar começa a desenvolver a gestão autônoma dos seus laboratórios:

Uso da Tecnologia Nesse passo ocorre a montagem dos laboratórios recebidos ou o resgate dos laboratórios encostados, para que possam ser usados nas escolas em atividades pedagógicas regulares;

Apropriação dos Meios de Produção Nesse passo a comunidade escolar se apropria da organização dos laboratórios, e passa a produzir inovações pedagógicas utilizando-o de forma mais avançada em relação à inicialmente prevista;

Revitalização ou Repotencialização Nesse passo a escola começa a readequar os laboratórios às suas necessidades, especialmente visando a construção de um instrumento crítico, reflexivo e contra-hegemônico;

Ajustes do Processo de Trabalho Nesse passo ocorre a adaptação da organização do trabalho à “propriedade coletiva” dos meios de produção, isso é, a comunidade escolar passa a desenvolver seus processos pedagógicos inovadores de forma autônoma, com intensa participação da comunidade, e forte presença no território.

6.3 Redes abertas, complexas e emergentes

A partir da ampla disseminação da Internet ocorrida nas três últimas décadas e da mais recente disseminação das redes de computação móvel celular, o processo de desenho, implementação e evolução de sistemas sociotécnicos adquire dimensões ainda mais complexas, evolutivas e emergentes, quando comparadas à sociotécnica clássica.

Na medida em que se ampliam os limites geográficos, culturais e econômicos dos sistemas de informação, de controle e comunicação da informação, os sistemas sociotécnicos adquirem conformação de redes sociais geograficamente dispersas, permitindo vislumbrar o potencial das TDICs na implementação de políticas públicas transformadoras [6, 56].

As propriedades das redes complexas passam então a ser elucidadas na forma de análises algorítmicas [42, 85] que permitem grande celeridade no emprego de métodos de intervenção e investigação social [37], hoje dominados por grandes corporações privadas estrangeiras detentoras de *big data* ou por Estados-Nação com culturas de elevado controle social.

Os laboratórios de informática das escolas devem almejar uma articulação em redes abertas, complexas e emergentes, e as propriedades dessas redes precisam ser compreendidas pela categoria dos professores, para seu empoderamento e reconhecimento social.

6.4 Serviços e objetos de aprendizagem digitais

Os laboratórios de informática escolar devem ser estruturados em redes distribuídas, promover a inclusão digital de professores e estudantes com fundamento nos seus processos de desenvolvimento profissional e de ensino-aprendizagem nas escolas, bem como promover uma rede de produção e oferta de serviços digitais [48] e objetos de aprendizagem digitais [15, 16], construídos a partir da vivência contextualizada de cada estabelecimento de educação pública em suas articulações no território.

Mais uma vez se reforça a importância dos laboratórios de informática escolar lançarem olhares sobre as práticas de constituição de

redes de informação e conhecimento promovidas tradicionalmente no campo das bibliotecas, tomando-se como exemplo no Brasil a constituição da Rede Cariniana [63] pelo IBICT, que trata da questão da preservação digital. Abordagem similar relacionada com um *upgrade* dos possíveis papéis dos laboratórios de informática escolar poderia ser promovida em conjunto com a Rede Brasileira para Educação e Pesquisa - RNP e a SBC - Sociedade Brasileira de Computação.

6.5 Comunidades de Prática, Intersetorialidade e Bairro-Escola

Os laboratórios de informática escolar devem produzir e fornecer serviços e conteúdos especializados, desenvolvidos em comunidades dentro da escola em parceria com universidades, departamentos e faculdades envolvidos com a formação docente inicial e continuada, compartilhados em rede aberta, acessados de forma presencial ou *on-line*, para dar suporte ao trabalho pedagógico de professores da rede pública de educação básica, de professores de cursos de licenciatura, de membros do corpo administrativo escolar e universitário, e a estudantes de educação básica e universitários, além de comunidades escolar e universitária.

O conceito e a prática de “Bairro-escola” [131] vem se desenvolvendo ao longo dos últimos 25 anos, em torno do uso de comunidades de prática, e da promoção da intersetorialidade, e compreende:

um sistema de corresponsabilidade entre escolas, famílias e comunidades com foco na garantia de condições para o desenvolvimento das pessoas, especialmente as crianças e os jovens. Na perspectiva de um sistema, o Bairro-Escola interconecta elementos de modo a fomentar um todo integrado: o território educativo.

[114] aborda de que forma podem ser constituídas comunidades de prática para promoção de inovações em escolas.

Esses argumentos sugerem que os laboratórios de informática escolar podem ser operados em um “sistema de corresponsabilidade entre escolas, famílias e comunidades.”

6.6 Pensamento computacional, STEM, STEAM

A introdução do Pensamento Computacional junto à escola pode propiciar grandes e importantes avanços que contribuem para a própria autonomia e maior protagonismo social da escola. Mas essa introdução deve predominantemente ocorrer no contexto de abordagens STEM e STEAM⁵, e quase **nunca** dentro de uma pedagogia desintegrada do restante da docência. Além da questão pedagógica, trata-se aqui da importância da unidade da categoria e identidade profissional docente. [26] investiga a relevância da atividade de modelagem e meta-modelagem para o desenvolvimento de competência científica e propõe o desenvolvimento de modelos de avaliação formativa da capacidade de modelagem de estudantes. [105] mostra de que forma o uso do pensamento computacional por meio da computação desplugada auxilia na compreensão de conceitos científicos, especialmente relacionados com visão sistêmica e pensamento complexo. [116] mostra que o uso de modelagem

⁵STEAM, acrônimo para Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics, ou em português: Ciência, Tecnologia, Engenharia, Artes e Matemática, representa uma evolução da proposta STEM, evidenciando a necessidade de considerar os aspectos das artes e linguagens como elementos essenciais à formação de um ser criativo e crítico

e simulação de sistemas físicos e químicos que permite a melhor apreensão de conceitos de sistemas complexos e pensamento computacional, e facilita a transposição de conceitos de complexidade para outros domínios de conhecimento. [80] apresenta uma síntese das práticas instrucionais desenvolvidas por professores que adotam a proposta de educação STEM, e que são:

- Integração de conteúdos;
- Foco na solução de problemas;
- Método investigativo;
- Design e modelagem de soluções;
- Trabalho em equipe;
- Aprendizagem centrada no estudante;
- Atividades práticas (mão na massa);
- Avaliação autêntica baseada na interconexão de conceitos de múltiplos domínios.

[7] mostra de que forma o pensamento computacional com uso de computação desplugada impacta positivamente a aprendizagem de modelos científicos, no caso específico sobre o sistema digestório. [76] postula de que forma o pensamento computacional pode se tornar um importante elemento de ligação entre várias áreas do conhecimento, no contexto da educação STEM. [84] descreve uma experiência de integração de conhecimentos entre três professores de uma escola de ensino fundamental na realização de um trabalho de educação em pensamento computacional no contexto da educação em STEM, no qual ficou evidenciada a importância de integrar conhecimento de conteúdo, conhecimento pedagógico e conhecimento da tecnologia no alcance de aprendizagem mais significativa e inclusiva.

Os argumentos acima sugerem que o laboratório de informática escolar pode ser um espaço multidisciplinar e interdisciplinar de promoção de abordagens STEM e STEAM.

6.7 Agenda 2030, sustentabilidade, pensamento complexo e transdisciplinaridade

A Agenda 2030, representada pela estrutura de 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, apresenta-se como grande vetor de inovação educacional em projetos e programas universitários no Brasil [108, 110], de governos estaduais [52, 53], do movimento estudantil [34] e de ONGs - Organizações Não-Governamentais [47, 100]. É importante, entretanto, considerar que a Agenda 2030 também é um arcabouço tecnológico que pode ser usado para finalidades além das educacionais, como apresenta [2] acerca de discursos e concepções neoliberais de uniformização e padronização.

Assim como já ocorre no campo do desenvolvimento de sistemas de informação por meio da abordagem sociotécnica [25] e suas releituras [59, 150], abundante investigação científica recente evidencia que o tema da sustentabilidade exige o uso de abordagens transdisciplinares, seja no campo das políticas públicas, inclusive na educação.

[5] evidencia a necessidade de promoção da interdisciplinaridade para investigar problemas de desenvolvimento sustentável. [107] informa ser característica da pesquisa transdisciplinar a incorporação de conhecimento de atores da sociedade não acadêmica, para que se obtenha o almejado aprendizado social que leva à integração do conhecimento e à transição social para solucionar os problemas de sustentabilidade. Ele propõe o emprego de uma abordagem de

aprendizado social que combine deliberações baseadas em reflexão e consenso, com ações transformativas orientadas à inovação social. [129] apresenta um modelo pedagógico de inserção simultânea do pensamento sistêmico e do pensamento computacional em espaços no ensino médio (*high-school*) com vistas à elaboração de modelos voltados à questão da sustentabilidade local e global. [66] mostra por meio de estudo bibliográfico a grande pertinência da educação STEM para alcance dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da Agenda 2030, em particular referência ao objetivo 4: Educação de Qualidade.

Os argumentos acima sugerem que o laboratório de informática escolar - frente a todos os conceitos e práticas que possibilita operar - pode ocupar papel de destaque na implementação da Agenda 2030 nas escolas e nas comunidades.

7 CONCLUSÃO: NOVOS PAPÉIS PARA A DOCÊNCIA, A ESCOLA E O LABORATÓRIO DE INFORMÁTICA ESCOLAR, EM UM MUNDO EM TRANSFORMAÇÃO

Na conclusão desse ensaio cabe postular que os avanços da tecnologias digitais colonizadoras, impostas para a construção de uma sociedade do consumo, juntamente com as transformações culturais negativas decorrentes de sua contínua e quase exclusiva utilização, combinados com o esgotamento dos recursos do planeta e a insegurança política que vivemos no atual momento da história da humanidade clamam pela transformação da profissão docente e da escola, para que o docente se forme “para a mudança e a incerteza” [64].

Para que a docência possa oferecer resistência crítica aos movimentos de regulação externa e precarização de sua profissão; para que a escola consiga “que outras instâncias sociais se envolvam e a ajudem no processo de educar” [64, p. 8], é necessária a apropriação adequada das TDICs. É para ajudar na construção dessa resistência que devem se estruturar esses Laboratórios.

A geração de sentido para os laboratórios de informática escolar parece estar correlacionada à carreira do docente de computação nas escolas. Devem ser revisitadas - e quem sabe revolucionadas - as abordagens de formação docente [38] visando um emprego transformador desse importante recurso, o qual deve também contribuir com as diretrizes de formação docente [28–30], bem como para gerar propósito holístico e humanístico para a computação escolar, acelerando o desenvolvimento das pedagogias para implementação da BNCC da Computação [91].

REFERÊNCIAS

- [1] M. Adelsten, C. Lauridsen, B. Noer, and L. Dirckinck-Holmfeld. 2018. How a One-to-One Computing Learning Environment Challenges Teacher-Student Relations. In *Edulearn18: 10th International Conference on Education and New Learning Technologies*, L. G. Chova, A. L. Martinez, and I. C. Torres (Eds.). Iated-Int Assoc Technology Education & Development, València, 2973–2982. ISSN: 2340-1117 WOS:000530893703012.
- [2] Abdeljalil Akkari. 2017. A agenda internacional para educação 2030: consenso “frágil” ou instrumento de mobilização dos atores da educação no século XXI? *Revista Diálogo Educacional* 17, 53, 937–958. Publisher: Pontifícia Universidade Católica do Paraná - PUCPR.
- [3] Aparecida Maria Costa de Albuquerque, Alisandra Cavalcante Fernandes, and José Aires Castro Filho. 2011. Investigando Práticas Educativas Com O Uso De Computadores Na Escola: Uma Abordagem Construcionista Ou Instrucionista?. In *Anais do Workshop de Informática na Escola (WIE)*. SBC, Aracaju - SE, 1324–1333. ISSN: 0000-0000.
- [4] Maria Tereza Gonzaga Alves and Cresco Franco. 2008. A pesquisa em eficácia escolar no Brasil: evidências do efeito das escolas e fatores associados à eficácia escolar. In *Pesquisa em Eficácia Escolar: origem e trajetórias*, Nigel Brooke and José Francisco Soares (Eds.). UFMG, Belo Horizonte - MG, 482–500.
- [5] Fatima Annan-Diab and Carolina Molinari. 2017. Interdisciplinarity: Practical approach to advancing education for sustainability and for the Sustainable Development Goals. *The International Journal of Management Education* 15, 2, 73–83.
- [6] Chris Arney and Kate Coronges. 2015. Categorical Framework for Complex Organizational Networks: Understanding the Effects of Types, Size, Layers, Dynamics and Dimensions. In *Complex Networks VI: Proceedings of the 6th Workshop on Complex Networks CompleNet 2015*, Giuseppe Mangioni, Filippo Simini, Stephen Miles Uzzo, and Dashun Wang (Eds.). Number 597 in Studies in Computational Intelligence. Springer-Verlag, Germany, 191–200.
- [7] Merve Arık and Mustafa Sami Topçu. 2022. Computational Thinking Integration into Science Classrooms: Example of Digestive System. *Journal of Science Education and Technology* 31, 1, 99–115.
- [8] MM Asselin. 2001. Factors of effective school libraries: A survey of perspectives of teachers, teacher-librarians, and principals. In *University of British Columbia*, P Hughes and L Selby (Eds.). International Association of School Librarianship, Auckland, NZ, 1–16.
- [9] Armağan Ateşkan and Deniz Ortatepe Hart. 2021. Demystifying computational thinking for teacher candidates: A case study on Turkish secondary school pre-service teachers. *Education and Information Technologies* 26, 5, 6383–6399.
- [10] J Baggaley. 2013. When prophecy fails. *Distance Education* 34, 1, 119–128.
- [11] Eugene Bardach. 1979. *The Implementation Game: What happens after a bill becomes a law*. MIT Press, USA.
- [12] J. W. Bautista Vidal. 1987. *De Estado Servil a Nação Soberana: Civilização Solidária Dos Trópicos*. Universidade de Brasília, Brasília.
- [13] Djalma de Oliveira Bispo Filho, Maria Delourdes Maciel, Ricardo Pereira Sepini, and Ángel Vázquez Alonso. 2013. Alfabetização científica sob o enfoque da ciência, tecnologia e sociedade: implicações para a formação inicial e continuada de professores. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias* 12, 2, 313–333. http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen12/reec_12_2_5_ex649.pdf
- [14] Maria Helena Bonilla and Nelson De Luca Pretto. 2015. Política educativa e cultura digital: entre práticas escolares e práticas sociais. *Perspectiva* 33, 2, 499–521. Number: 2.
- [15] Juliana Braga (Ed.). 2014. *Objetos de Aprendizagem Volume 1 - Introdução e Fundamentos*. Inteligência em Tecnologias Educacionais e Recursos Acessíveis, Vol. 1. Universidade Federal do ABC, Santo André - SP. <http://pesquisa.ufabc.edu.br/intera/wp-content/uploads/2015/12/objetos-de-aprendizagem-v1.pdf>
- [16] Juliana Braga (Ed.). 2015. *Objetos de Aprendizagem Volume 2 - Metodologia de Desenvolvimento*. Inteligência em Tecnologias Educacionais e Recursos Acessíveis, Vol. 2. Universidade Federal do ABC, Santo André - SP. <http://pesquisa.ufabc.edu.br/intera/wp-content/uploads/2015/12/objetos-de-aprendizagem-v2.pdf>
- [17] Ofra Brandes and Michal Armoni. 2019. The Effects of a Professional Development Workshop Focusing on Action Research on the Practice of High-School Computer Science Teachers. In *Proceedings of the 14th Workshop in Primary and Secondary Computing Education (wipsce)*, Q. Cutts and T. Brinda (Eds.). Assoc Computing Machinery, New York. WOS:000534284800013.
- [18] Ofra Brandes and Michal Armoni. 2019. Using Action Research to Distill Research-Based Segments of Pedagogical Content Knowledge of K-12 Computer Science Teachers. In *Proceedings of the 2019 ACM Conference on Innovation and Technology in Computer Science Education (iticse '19)*. Assoc Computing Machinery, New York, 485–491. WOS:000532563500128.
- [19] Brasil. 2010. LEI Nº 12.244 DE 24 DE MAIO DE 2010 - Dispõe sobre a universalização das bibliotecas nas instituições de ensino do país. https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12244.htm
- [20] Michael Byrne. 2017. A Plea for Multispace, the DIY Civic Internet That Will Never Exist. *Motherboard*. https://motherboard.vice.com/en_us/article/mgm5jy/a-plea-for-multispace-the-diy-civic-internet-that-will-never-exist
- [21] Fernando Cajas. 2001. Alfabetización científica y tecnológica: la transposición didáctica del conocimiento tecnológico. *Enseñanza de las ciencias* 19, 3, 243–254. <https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/21737>
- [22] Adao Cambraia and Uianes Rockenbach Biondo. 2019. Construção do Conhecimento Profissional do Professor de Computação pela pesquisa-ação. *Anais dos Workshops do Congresso Brasileiro de Informática na Educação* 8, 1, 1. Number: 1.
- [23] Flávio Campos and Gláucio Libardoni. 2019. Investigação em robótica na educação brasileira: o que dizem as dissertações e teses. In *Robótica Educacional: Experiências Inovadoras na Educação Brasileira*, Rodrigo Barbosa e Silva and Paulo Blikstein (Eds.). Penso Editora, São Paulo - SP, 21–45. Google-Books-ID: PnCrDwAAQBAJ.
- [24] Marilena Dayse do Nascimento Castro, Marciana Lima Góes, and Claudir Oliveira. 2023. Estágio Supervisionado em Gerenciamento de Laboratório de Informática: uma experiência em uma Escola pública de Ensino Médio. In *Anais do Congresso sobre Tecnologias na Educação (Ctrl+e)*. SBC, 330–339. ISSN: 0000-0000.

- 0000-0000.
- [25] Albert Cherns. 1976. *The Principles of Sociotechnical Design*. Human Relations 29, 8, 783–792. Number: 8 Publisher: SAGE Publications Ltd.
- [26] Mei-Hung Chiu and Jing-Wen Lin. 2019. Modeling competence in science education. *Disciplinary and Interdisciplinary Science Education Research* 1, 1, 12.
- [27] CIEB. 2017. *Criação de espaços de inovação nas escolas: repensando o laboratório de informática*. Technical Report #6. CIEB - Centro de Inovação para a Educação Brasileira, São Paulo - SP. 20 pages. <https://cieb.net.br/wp-content/uploads/2019/06/CIEB-Notas-T%C3%A9cnicas-6-criacao-de-espacos-de-inovacao-nas-escolas-repensando-o-laboratorio-de-informatica-2019.pdf>
- [28] CNE - Conselho Nacional de Educação. 2015. Parecer CNE/CP Nº 2/2015: Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação Inicial e Continuada dos Profissionais do Magistério da Educação Básica. 61 pages. http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=17625-parecer-cne-cp-2-2015-aprovado-9-junho-2015&category_slug=junho-2015-pdf&Itemid=30192
- [29] CNE - Conselho Nacional de Educação. 2019. Resolução CNE/CP Nº 2, de 20 de dezembro de 2019: Define as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação Inicial de Professores para a Educação Básica e institui a Base Nacional Comum para a Formação Inicial de Professores da Educação Básica (BNC-Formação). <http://portal.mec.gov.br/docman/dezembro-2019-pdf/135951-rcp002-19/file>
- [30] CNE - Conselho Nacional de Educação. 2020. Resolução CNE/CP Nº 1, DE 27 DE OUTUBRO DE 2020: Dispõe sobre as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação Continuada de Professores da Educação Básica e institui a Base Nacional Comum para a Formação Continuada de Professores da Educação Básica (BNC-Formação Continuada). http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=164841-rcp001-20&category_slug=outubro-2020-pdf&Itemid=30192
- [31] CNE - Conselho Nacional de Educação. 2022. Parecer CNE/CEB Nº2/2022: Normas Sobre Computação na Educação Básica – Complemento à BNCC. http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=182481-texto-referencia-normas-sobre-computacao-na-educacao-basica&category_slug=abril-2021-pdf&Itemid=30192
- [32] Bruno Costa, Carla Delgado, and Filipe Oliveira. 2019. Análise e Fomento ao Uso do Laboratório de Informática na Escola: Um Estudo de Caso. In *Anais do Workshop de Informática na Escola (WIE)*. SBC, 1159–1163. ISSN: 0000-0000.
- [33] P Coufal. 2022. Project-Based STEM Learning Using Educational Robotics as the Development of Student Problem-Solving Competence. *MATHEMATICS* 10, 23.
- [34] Ergon Cugler. 2021. Uma proposta da Agenda 2030 para a educação e a ciência paulistana. <https://jornal.usp.br/artigos/uma-proposta-da-agenda-2030-para-a-educacao-e-ciencia-paulistana/> Section: Artigos.
- [35] Maria Cutumisu, Cathy Adams, and Chang Lu. 2019. A Scoping Review of Empirical Research on Recent Computational Thinking Assessments. *Journal of Science Education and Technology* 28, 6, 651–676.
- [36] Renato Dagnino. 2009. "Ciência e tecnologia para a cidadania" ou adequação sócio-técnica com o povo? *Revista Tecnologia e Sociedade* 5, 8. Number: 8.
- [37] Wouter de Nooy, Andrej Mrvar, and Vladimir Batagelj. 2005. *Exploratory Social Network Analysis with Pajek*. Routledge, USA.
- [38] Luiz Fernando de Paiva, Pietro Bompert, Emilayne Feitosa Corlett, Eivaldo Matos, and Anna Schwarzelmuller. 2017. A formação, o trabalho e a identidade profissional do Professor de Computação: um mapeamento sobre a Licenciatura em Computação, Vol. 6. 893. Issue: 1.
- [39] EG de Souza, VRS dos Santos, and HF Mafra. 2021. School library, mediation and information literacy. *REVISTA IBERO-AMERICANA DE CIENCIA DA INFORMACAO* 14, 2, 600–616.
- [40] Julia Dietrich. 2016. Aberta à comunidade, escola assume papel na transformação do território. <https://educacaointegral.org.br/reportagens/aberta-a-comunidade-escola-assume-papel-na-transformacao-territorio/>
- [41] Wei Dong, Yongjie Li, Lihui Sun, and Yiran Liu. 2023. Developing pre-service teachers' computational thinking: a systematic literature review. *International Journal of Technology and Design Education*.
- [42] S. N. Dorogovtsev and J. F. F. Mendes. 2003. *Evolution of Networks: From Biological nets to the Internet and WWW*. do Autor, Oxford - UK.
- [43] Hanna Dumont, David Instance, and Francisco Benavides (Eds.). 2010. *The Nature of Learning: Using Research to Inspire Practice*. OECD, France. <https://www.oecd.org/education/ceeri/thenatureoflearningusingresearchtoinspirepractice.htm>
- [44] José Antonio Acevedo Díaz, Ángel Vázquez Alonso, and Maria Antonia Manasero Mas. 2003. Papel de la educación CTS en una alfabetización científica y tecnológica para todas las personas. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias* 2, 2, 80–111. http://rec.webs.uvigo.es/volumenes/volumen2/REEC_2_2_1.pdf
- [45] EDUCAUSE. 2023. *2023 EDUCAUSE Horizon Report: Holistic Student Experience Edition*. EDUCAUSE, USA. <https://library.educause.edu/-/media/files/library/2023/9/2023hrholisticstudentexperience.pdf>
- [46] EDUCAUSE. 2023. *2023 EDUCAUSE Horizon Report: Teaching and Learning Edition*. EDUCAUSE, USA. <https://library.educause.edu/-/media/files/library/2023/4/2023hrteachinglearning.pdf>
- [47] Escolas2030.Org. 2023. Escolas 2030 - Conheça o Escolas2030, programa global de pesquisa-ação que busca desenvolver e disseminar boas práticas para a educação de crianças e jovens. <http://escolas2030.org.br/>
- [48] Jorge H C Fernandes. 2016. A Organização e a Tecnologia da Informação - TI: Sistemas de Informação, Infraestrutura, Organização e Serviços. In *Gestão da memória: Diálogos sobre políticas de informação, documentação e comunicação para a Universidade de Brasília*, Elmira Simeão and Cynthia Roncaglio (Eds.). Universidade de Brasília, Brasília - DF, 213–258. <https://goo.gl/KoK3ZD>
- [49] M Fernández-Gutiérrez, G Gimenez, and J Calero. 2020. Is the use of ICT in education leading to higher student outcomes? Analysis from the Spanish Autonomous Communities. *COMPUTERS & EDUCATION* 157.
- [50] Bruno Ferreira. 2018. Descolonizando a Escola: Em Busca De Novas Práticas. *Avá. Revista de Antropologia* 33, 165–184. <https://www.redalyc.org/journal/1690/169062373008/html/>
- [51] Maria Mary Ferreira (Ed.). 2017. *Livro, leitura e biblioteca em tempos sombrios*. UFMA, São Luis - MA. <https://bibliotecasma.org/wp-content/uploads/2018/07/Livro-leitura-e-bibliotecas-em-tempos-sombrios-e-book-1.pdf>
- [52] Governo da Bahia. 2018. Agenda 2030 para o desenvolvimento sustentável na Educação é apresentada no Virtual Educa Bahia 2018. <http://institucional.educacao.ba.gov.br/noticias/agenda-2030-para-o-desenvolvimento-sustentavel-na-educacao-e-apresentada-no-virtual-educa-b>
- [53] Governo da Paraíba. 2021. Programas e Projetos: Programa Celso Furtado. <https://paraiba.pb.gov.br/diretas/secretaria-da-educacao/ciencia-e-tecnologia/programas-e-projetos>
- [54] Scott E. Grapin, Lorena Llosa, Alison Haas, and Okhee Lee. 2022. Affordances of computational models for english learners in science instruction: conceptual foundation and initial inquiry. *Journal of Science Education and Technology* 31, 1, 52–67.
- [55] B Hassler, L Major, and S Hennessy. 2016. Tablet use in schools: a critical review of the evidence for learning outcomes. *JOURNAL OF COMPUTER ASSISTED LEARNING* 32, 2, 139–156.
- [56] Igor Hawryszkiewicz. 2013. Architectures for Evolving System of Systems in Complex Environments. In *Building Sustainable Information Systems: Proceedings of the 2012 International Conference on Information Systems Development*, Henry Linger, Julie Fisher, Andrew Barnden, Chris Barry, Michael Lang, and Christoph Schneider (Eds.). Springer, USA, 193–204.
- [57] Francisco G. Heidermann and José Francisco Salm (Eds.). 2006. *Políticas Públicas e Desenvolvimento: bases epistemológicas e modelos de análise*. Editora da Universidade de Brasília, Brasília - DF.
- [58] AL Henriksen, AC Zoghbi, M Tannuri-Pianto, and R Terra. 2022. Education outcomes of broadband expansion in Brazilian municipalities. *INFORMATION ECONOMICS AND POLICY* 60.
- [59] Alan Hevner and Samir Chatterjee. 2010. *Design Research in Information Systems: Theory and Practice*. Springer, USA.
- [60] Michael Hill and Peter Hupe. 2002. *Implementing Public Policy: Governance in theory and in practice*. SAGE, London - UK.
- [61] Robert Hoppe. 2010. *The governance of problems. Puzzling, powering, participation*. The Policy Press, Bristol, UK.
- [62] Aleata Hubbard and Katie D'Silva. 2018. Professional Learning in the Midst of Teaching Computer Science. In *Icer'18: Proceedings of the 2018 Acm Conference on International Computing Education Research*. Assoc Computing Machinery, New York, 86–94. WOS:000544051500010.
- [63] IBICT. 2024. Cariniana | Rede Brasileira de Serviços de Preservação Digital. <https://cariniana.ibict.br/>
- [64] Francisco Imberón. 2017. *Formação docente e profissional: formar-se para a mudança e a incerteza*. Cortez, São Paulo.
- [65] IPEA. 2015. *Políticas Sociais: Acompanhamento e análise*. Technical Report 23. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, Brasília - DF. http://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/politicas_sociais/bps_23_14072015.pdf
- [66] Seyedh Mahboobeh Jamali, Nader Ale Ebrahim, and Fatemeh Jamali. 2023. The role of STEM Education in improving the quality of education: a bibliometric study. *International Journal of Technology and Design Education* 33, 3, 819–840.
- [67] Simon Jones. 2016. Doing the right thing: computer ethics pedagogy revisited. *Journal of Information, Communication and Ethics in Society* 14, 1, 33–48. Publisher: Emerald Group Publishing Limited.
- [68] Ricardo Jullian, Flora Prata Machado, and Ana Cristina Costa. 2018. Computador na Educação: artefato capaz de auxiliar na problematização das práticas de ensino e aprendizagem?. In *Anais do Workshop de Informática na Escola (WIE)*. SBC, 451–458. ISSN: 0000-0000.
- [69] Agnese Karaseva. 2017. Manifestations of Teacher Professional Agency in Relation to Integration of ICT in Teaching. In *Society, Integration, Education, Vol Iii*, V. Lubkina and A. Zvaigzne (Eds.). Rezekne Higher Educ Inst-Rezeknes Augstskola, Rezekne, 500–514. ISSN: 1691-5887 WOS:000566187100045.
- [70] Mary Kennedy. 2005. *Inside Teaching: How Classroom Life Undermines Reform*. Harvard University Press, USA.

- [71] Diane Jass Ketelhut, Kelly Mills, Emily Hestness, Lautaro Cabrera, Jandelyn Plane, and J. Randy McGinnis. 2020. Teacher Change Following a Professional Development Experience in Integrating Computational Thinking into Elementary Science. *Journal of Science Education and Technology* 29, 1, 174–188.
- [72] Ivana Batarello Kocik, Ines Blazevic, and Terri L. Kurz. 2019. Primary School Teachers' Readiness for Online Professional Development. In *E-Learning: Unlocking the Gate to Education Around the Globe*, J. Beseda, L. Rohlikova, and V. Duffek (Eds.). Center Higher Education Studies, Praha 5, 370–379. WOS:000588063400035.
- [73] Korn Ferry. 2018. *Future Work: The Global Talent Crunch*. Korn Ferry, California - USA. <https://www.kornferry.com/content/dam/kornferry/docs/pdfs/KF-Future-of-Work-Talent-Crunch-Report.pdf>
- [74] HC Le, V Nguyen, and TL Nguyen. 2023. Integrated STEM Approaches and Associated Outcomes of K-12 Student Learning: A Systematic Review. *EDUCATION SCIENCES* 13, 3.
- [75] Greg C. Lee and Cheng-Chih Wu. 2006. Enhancing the Teaching Experience of Pre-Service Teachers Through the Use of Videos in Web-Based Computer-Mediated Communication (cmc). *Innovations in Education and Teaching International* 43, 4, 369–380. Place: Abingdon Publisher: Routledge Journals, Taylor & Francis Ltd WOS:000242212800005.
- [76] Irene Lee, Shuchi Grover, Fred Martin, Sarita Pillai, and Joyce Malyn-Smith. 2020. Computational Thinking from a Disciplinary Perspective: Integrating Computational Thinking in K-12 Science, Technology, Engineering, and Mathematics Education. *Journal of Science Education and Technology* 29, 1, 1–8.
- [77] Irene A. Lee, Maureen Psaila Dombrowski, and Ed Angel. 2017. Preparing STEM Teachers to offer New Mexico Computer Science for All. In *Proceedings of the 2017 Acm Sigse Technical Symposium on Computer Science Education (sigse'17)*. Assoc Computing Machinery, New York, 363–368. WOS:000468494200067.
- [78] Maici Leite, Francisco Reinaldo, and Quelli Oliveira. 2019. Ações de intervenção na formação de professores com base em metodologia tecnológica. *Anais dos Workshops do Congresso Brasileiro de Informática na Educação* 8, 1, 61. Number: 1.
- [79] Geraldo Magela Pereira Leão and Helen Cristina do Carmo. 2021. *Juventudes e escola. Fino Traço*, Belo Horizonte - MG. <https://observatoriodajuventude.ufmg.br/wp-content/uploads/2022/10/Juventudes-e-Escola.pdf>
- [80] Kuen-Yi Lin, Yi-Fen Yeh, Ying-Shao Hsu, Jen-Yi Wu, Kai-Lin Yang, and Hsin-Kai Wu. 2023. STEM education goals in the twenty-first century: Teachers' perceptions and experiences. *International Journal of Technology and Design Education* 33, 2, 479–496.
- [81] J. O. Lindberg, A. D. Olofsson, G. Fransson, and A. Hansson. 2017. Developing Awareness of Digital Competence and Skills Through Dialogue - a Methodological Reflection. In *Inted2017: 11th International Technology, Education and Development Conference*, L. G. Chova, A. L. Martinez, and I. C. Torres (Eds.). Iated-Int Assoc Technology Education & Development, Valenica, 5679–5686. ISSN: 2340-1079 WOS:000427401300085.
- [82] AC Lindholm, TB Eriksen, and SV Knudsen. 2023. Danish school pupils' perception of their learning outcomes from participating in computer-based adaptive tests: a pressure for just clicking something? *SCANDINAVIAN JOURNAL OF EDUCATIONAL RESEARCH*.
- [83] Natalia Lopes and Anabela Gomes. 2018. Experimenting with ICT in teachers' initial training. *Educatio Siglo XXI* 36, 3, 255–274. Place: Murcia Publisher: Univ Murcia WOS:000451694400011.
- [84] Feiya Luo, Stephen Abiodun Ijeluola, Jill Westerlund, Amanda Walker, André Denham, John Walker, and Cherele Young. 2023. Supporting Elementary Teachers' Technological, Pedagogical, and Content Knowledge in Computational Thinking Integration. *Journal of Science Education and Technology*.
- [85] Dean Lusher, Johan Koskinen, and Garry Robins (Eds.). 2013. *Exponential Random Graph Models for Social Networks: Theory, methods, and applications*. Cambridge University Press, USA.
- [86] Lin Lv, Baichang Zhong, and Xiaofan Liu. 2022. A literature review on the empirical studies of the integration of mathematics and computational thinking. *Education and Information Technologies*.
- [87] V. Makrakis. 1991. Computer-Resource Teachers - a Study and a Derived Strategy for Their Use in in-Service Training. *Computers & Education* 16, 1, 43–49. Place: Oxford Publisher: Pergamon-Elsevier Science Ltd WOS:A1991EU54800008.
- [88] Melanie Margaritis, Johannes Magenheimer, Peter Hubwieser, Marc Berges, Laura Ohrndorf, Sigrid Schubert, Elena Bender, and Niclas Schaper. 2015. Development of a Competency Model for Computer Science Teachers at Secondary School Level. In *Proceedings of 2015 Ieee Global Engineering Education Conference (educon)*, Ieee, New York, 211–220. ISSN: 2165-9567 WOS:000380482700031.
- [89] José Castilho Marques Neto. 2010. *Plano Nacional do Livro e Leitura - PNLL*. Cultura Acadêmica, São Paulo. https://www.gov.br/turismo/pt-br/secretaria-especial-da-cultura/assuntos/pnll/arquivos/96_pnll_textos_e_historia_2006-2010_v1.pdf
- [90] Monica Mcgill and Anni Reinking. 2022. Early Findings on the Impacts of Developing Evidence-Based Practice Briefs on Middle School Computer Science Teachers. *Acm Transactions on Computing Education* 22, 4. Place: New York Publisher: Assoc Computing Machinery WOS:000903441500013.
- [91] MEC - Ministério da Educação. 2022. *Base Nacional Comum Curricular: Computação: Complemento à BNCC*. MEC, Brasília - DF - Brasil. <http://portal.mec.gov.br/docman/fevereiro-2022-pdf/236791-anexo-ao-parecer-cneceb-n-2-2022-bncc-computacao/file>
- [92] T Meschede, Z Haque, ME Warfield, A Melchior, C Burack, and M Hoover. 2022. Transforming STEM outcomes: Results from a seven-year follow-up study of an after-school robotics program's impacts on freshman students. *SCHOOL SCIENCE AND MATHEMATICS* 122, 7, 343–357.
- [93] Yumiko Murai and Hiroyuki Muramatsu. 2020. Application of creative learning principles within blended teacher professional development on integration of computer programming education into elementary and middle school classrooms. *Information and Learning Sciences* 121, 7–8, 665–675. Place: Bingley Publisher: Emerald Group Publishing Ltd WOS:000547549600001.
- [94] Ricardo Neder (Ed.). 2010. *A Teoria Crítica de Andrew Feenberg: racionalização democrática, poder e tecnologia*. Observatório do Movimento pela Tecnologia Social na América Latina, Brasília. https://www.researchgate.net/profile/Andrew-Feenberg/publication/260983362_A_Teoria_Critica_de_Andrew_Feenberg_Racionalizacao_Democracia_poder_e_Tecnologia/links/00b7d532da8ed23244000000/A-Teoria-Critica-de-Andrew-Feenberg-Racionalizacao-Democracia-poder-e-Tecnologia.pdf
- [95] Elizandra K. Odorico, Denilson M. Nunes, Alex Moreira, Helen M. P. de Oliveira, and Andréa Cardoso. 2012. Análise do não uso do laboratório de informática nas escolas públicas e estudo de caso. In *Anais do Workshop de Informática na Escola (WIE)*. SBC, Passo Fundo - RS, 38–46. ISSN: 0000-0000.
- [96] OECD. 2012. *The Importance of Teacher Recognition*. Technical Report. OECD, Paris. 4 pages.
- [97] OECD. 2015. *Teachers Matter: Attracting, Developing and Retaining Effective Teachers*. OECD, Paris. https://www.oecd-ilibrary.org/education/teachers-matter-attracting-developing-and-retaining-effective-teachers_9789264018044-en
- [98] S.Y. Okita. 2012. Educational technology and instructional design in synchronous blended learning environments. In *Transcultural Blended Lrng. and Teach. in Postsecondary Educ.* IGI Global, USA, 170–192. Journal Abbreviation: Transcultural Blended Lrng. and Teach. in Postsecondary Educ.
- [99] Aletheia Machado de Oliveira. 2023. Reflexões sobre tecnologias digitais da informação e comunicação sob a perspectiva da educação hacker. In *Anais do Simpósio Brasileiro de Educação em Computação (EDUCOMP)*. SBC, On-line, 369–375. ISSN: 0000-0000.
- [100] Ruam Oliveira and Ana Luísa D'Maschio. 2022. Escola e território conectados aos ODS fortalecem a qualidade da educação. <https://porvir.org/escola-e-territorio-conectados-aos-ods-fortalecem-a-qualidade-da-educacao/>
- [101] Wilk Oliveira and Adão Caron Cambraira. 2020. Desafios na Formação de Professores de Computação: Reflexões e Ações em Construção. In *Anais do Workshop de Informática na Escola*. SBC, 319–328. ISSN: 0000-0000.
- [102] C. H. Orill. 2001. Building Technology-Based, Learner-Centered Classrooms: The Evolution of a Professional Development Framework. *Etr&d-Educational Technology Research and Development* 49, 1, 15–34. Place: New York Publisher: Springer WOS:000174249300002.
- [103] R Osman, MN Masran, ATM Hashim, and MNM Taib. 2011. Laptop computers outcome study at six benchmarked Malaysian Smart School, IC Torres, LG Chova, and AL Martinez (Eds.). 2266–2271.
- [104] Saulo Padilha. 2018. Soberania digital ou colonialismo digital? <https://sur.conectas.org/soberania-digital-ou-colonialismo-digital/>
- [105] Amanda Peel, Troy D. Sadler, and Patricia Friedrichsen. 2022. Algorithmic explanations: an unplugged instructional approach to integrate science and computational thinking. *Journal of Science Education and Technology* 31, 4, 428–441.
- [106] Mariano Pimentel, Denise Filippo, and Flávia Maria Santoro. 2018. Design Science Research: fazendo pesquisas científicas rigorosas atreladas ao desenvolvimento de artefatos computacionais projetados para a educação. In *Metodologia de Pesquisa Científica em Informática na Educação: Concepção de Pesquisa (Volume 1)*, Patricia Jaques, Mariano Pimentel, Sean Siqueira, and Ig Bitencourt (Eds.). Metodologia da CEIE-SBC, Vol. 1. SBC, Porto Alegre, 1–29. https://metodologia.ceie-br.org/wp-content/uploads/2018/10/cap1_5.pdf
- [107] Florin Popa, Mathieu Guillermin, and Tom Dedeurwaerdere. 2015. A pragmatist approach to transdisciplinarity in sustainability research: From complex systems theory to reflexive science. *Futures* 65, 45–56.
- [108] Portal da Universidade Estadual Paulista. 2022. A importância das universidades para as ações da Agenda 2030. <https://www2.unesp.br/portal#!/noticia/36820/a-importancia-das-universidades-para-as-acoes-da-agenda-2030/>
- [109] Nelson de Luca Pretto. 2017. *Educações, Culturas e Hackers: escritos e reflexões*. UFBA, Salvador. <https://repositorio.ufba.br/handle/ri/25327>
- [110] Pro-Reitoria de Extensão da UFSM. 2021. Relação entre Agenda 2030 e Extensão universitária foi o tema da primeira mesa do V Congresso de Extensão AUGM. <https://www.ufsm.br/pro-reitorias/pre/2021/09/14/relacao-entre-agenda-2030-e-extensao-v-congresso-de-extensao-augm>
- [111] André Raabe, André M. Santana, Luís Santana, Marli Vick Vieira, Julia Metzger, and Eduardo Gomes. 2016. Atividades Maker no Processo de Criação de Projetos por Estudantes do Ensino Básico para uma Feira de Ciências. In *Anais*

- do *Workshop de Informática na Escola (WIE)*. SBC, Uberlândia - MG, 181–190. ISSN: 0000-0000.
- [112] B. R. Robin and J. B. Harris. 1998. Correlates Among Computer-Using Teacher Educators' Beliefs, Teaching and Learning Preferences, and Demographics. *Journal of Educational Computing Research* 18, 1, 15–35. Place: Amityville Publisher: Baywood Publ Co Inc WOS:000076780600002.
- [113] Alessandra Rodrigues and Gisele Ferreira Machado. 2023. Alfabetização científica e tecnologias digitais de informação e comunicação: reflexões teóricas para a educação em ciências. *Atos de Pesquisa em Educação* 18, 9844.
- [114] Wolff-Michael Roth. 1998. *Designing Communities*. Springer Netherlands, Dordrecht.
- [115] AIL Saarinen, J Lipsanen, M Hintsanen, M Huotilainen, and L Keltikangas-Järvinen. 2021. The use of digital technologies at school and cognitive learning outcomes: a population-based study in Finland. *INTERNATIONAL JOURNAL OF EDUCATIONAL PSYCHOLOGY* 10, 1, 1–26.
- [116] Janan Saba, Hagit Hel-Or, and Sharona T. Levy. 2023. Promoting learning transfer in science through a complexity approach and computational modeling. *Instructional Science* 51, 3, 475–507.
- [117] Gavriel Salomon. 1990. The Computer Lab: A Bad Idea Now Sanctified. *Educational Technology* 30, 10, 50–52. ERIC Number: EJ417037.
- [118] Bruno Barboza dos Santos and Taciana Pontual Falcão. 2023. Pensamento Computacional e Tecnologias Digitais na Formação de Professores: uma Análise Curricular de Cursos de Licenciatura. In *Anais do Simpósio Brasileiro de Educação em Computação (EDUCOMP)*. SBC, On-line, 280–288. ISSN: 0000-0000.
- [119] Wilk Oliveira dos Santos, Lucas Hinterholz, and Célia Silva. 2017. Licenciatura em Computação: Desafios e Oportunidades na Perspectiva do Professor. In *Anais do Workshop de Informática na Escola (WIE)*. SBC, Recife - PE, 705–714. ISSN: 0000-0000.
- [120] Dermeval Saviani. 1980. *Educação: do senso comum à consciência filosófica*. Cortez; Autores Associados, São Paulo.
- [121] Dermeval Saviani. 1994. O trabalho como princípio educativo frente às novas tecnologias. In *Novas tecnologias, trabalho e educação*, Celso J Ferretti (Ed.). Vozes, Petrópolis/RJ, 151–166. http://www.ia.ufrj.br/ppgea/conteudo/conteudo-2009-2/1SF/o_trabalho_como_principio_educativo_frente_as_novas_tecnologias.pdf
- [122] Dermeval Saviani. 1997. *A nova lei da educação: trajetória, limites e perspectivas* (2 ed.). Autores Associados, Campinas - SP.
- [123] Dermeval Saviani. 1999. *Escola e Democracia*. Polêmicas do nosso tempo, Vol. 5. Autores Associados, Campinas - SP.
- [124] Andreas Schleicher. 2018. *Valuing our Teachers and Raising their Status: How Communities Can Help*. OECD.
- [125] Nathan Schneider. 2022. Governable Stacks against Digital Colonialism. *tripleC: Communication, Capitalism & Critique. Open Access Journal for a Global Sustainable Information Society* 20, 1, 19–36.
- [126] Douglas Schuler. 2017. Imagining a new public information and communication infrastructure: a DIY multispace for civic intelligence. *ACM SIGCAS Computers and Society* 47, 1, 24–31.
- [127] B Schultz-Jones. 2017. Preparing teacher-librarians for technology rich learning environments. In *University of North Texas System*, LG Chova, AL Martinez, and IC Torres (Eds.). 3183–3189.
- [128] Jiliang Shen, Chongde Lin, Xuemin Zhang, Zhao Xia, and Qingyun Niu. 2010. Knowledge Structure of Elementary School Teacher Training Based on Educational Technology: Focus on Classroom Teaching. In *Hybrid Learning*, P. Tsang, S. K. S. Cheung, V. S. K. Lee, and R. H. Huang (Eds.), Vol. 6248. Springer-Verlag Berlin, Berlin, 137–148. ISSN: 0302-9743 WOS:000286500800014.
- [129] Namsoo Shin, Jonathan Bowers, Steve Roderick, Cynthia McIntyre, A. Lynn Stephens, Emil Eidin, Joseph Krajcik, and Daniel Damelin. 2022. A framework for supporting systems thinking and computational thinking through constructing models. *Instructional Science* 50, 6, 933–960.
- [130] Rodrigo Barbosa e Silva and Paulo Blikstein (Eds.). 2019. *Robótica Educacional: Experiências Inovadoras na Educação Brasileira*. Penso Editora, São Paulo - SP. Google-Books-ID: PnCrDwAAQBAJ.
- [131] Helena Singer (Ed.). 2015. *Territórios educativos : experiências em diálogo com o Bairro-Escola*. Number 1 in Coleção territórios educativos. Moderna, São Paulo. https://www.cidadeescolaaprendiz.org.br/wp-content/uploads/2015/03/Territorios-Educativos_Voll1.pdf
- [132] DH Suwanto, B Setiawan, and S Machmiyah. 2022. Developing Digital Literacy Practices in Yogyakarta Elementary Schools. *ELECTRONIC JOURNAL OF E-LEARNING* 20, 2, 101–111.
- [133] Esra Tankiz and Nilüfer Atman Uslu. 2022. Preparing Pre-Service Teachers for Computational Thinking Skills and its Teaching: A Convergent Mixed-Method Study. *Technology, Knowledge and Learning*.
- [134] E Therias, J Bird, P Marshall, and Assoc Comp Machinery. 2015. Mas Tecnologia, Mas Cambio? Investigating an Educational Technology Project in Rural Peru. In *City University London*. 447–456.
- [135] SE Thomas. 2006. Publishing solutions for contemporary scholars: the library as innovator and partner. *LIBRARY HI TECH* 24, 4, 563–573.
- [136] Alcione Nascimento Tinoco and Giselle Alves Silva. 2016. *Programa Escola Aberta*. MEC, Brasília - DF. http://portal.mec.gov.br/secad/arquivos/pdf/proposta_pedagogica.pdf
- [137] CB Trace and UP Karadkar. 2017. Information management in the humanities: Scholarly processes, tools, and the construction of personal collections. *JOURNAL OF THE ASSOCIATION FOR INFORMATION SCIENCE AND TECHNOLOGY* 68, 2, 491–507.
- [138] Michael Trucano. 2011. School computer labs: A bad idea? <https://blogs.worldbank.org/edutech/computer-labs>
- [139] Allen Tucker. 2003. *A Model Curriculum for K–12 Computer Science: Final Report of the ACM K–12 Task Force Curriculum Committee*. Technical Report. Association for Computing Machinery, New York, NY, USA. <https://dl.acm.org/doi/pdf/10.1145/2593247> Num Pages: 45 ISBN-10: 1581138377.
- [140] UNESCO. 2023. *The teachers we need for the education we want: the global imperative to reverse the teacher shortage; factsheet*. UNESCO Digital Library, France. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000387001>
- [141] United Nations. 2023. United Nations Establishes Teaching Profession High-Level Panel to Build on Outcomes of Transforming Education Summit | UN Press. <https://press.un.org/en/2023/sga2211.doc.htm>
- [142] United Nations Transforming Education Summit. 2022. Thematic Action Track 3 on Teachers, teaching and the teaching profession discussion paper. <https://transformingeducationsummit.sdg4education2030.org/AT3DiscussionPaper>
- [143] Sonia Valbuena Duarte, Dariana Rodriguez Gonzalez, and Andrea Viviana Tavera. 2021. ICT Competency Profiles in the Teacher's Educational Practice to Respond to the Challenge of Remote Teaching. *Sophia-Educacion* 17, 2, e1052. Place: Quindío Publisher: Univ La Gran Colombia WOS:000744067100004.
- [144] Dilmeire Sant'Anna Ramos Vosgerau. 2012. A pesquisa ação-formação como instrumento de formação em serviço para integração das TIC na prática pedagógica do professor. *Formação Docente – Revista Brasileira de Pesquisa sobre Formação de Professores* 4, 7, 51–64. <https://revformacaodocente.com.br/index.php/rbfpf/article/view/63> Number: 7.
- [145] Ángel Vázquez-Alonso and María Antonia Manassero-Mas. 2012. La selección de contenidos para enseñar naturaleza de la ciencia y tecnología (parte 1): Una revisión de las aportaciones de la investigación didáctica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 9, 1, 2–31. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=92024530002> Publisher: Universidad de Cádiz.
- [146] Ángel Vázquez-Alonso and María Antonia Manassero-Mas. 2012. La selección de contenidos para enseñar naturaleza de la ciencia y tecnología (parte 2): Una revisión desde los currículos de ciencias y la competencia PISA. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 9, 1, 32–53. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=92024530003> Publisher: Universidad de Cádiz.
- [147] Kevin P. Waterman, Lynn Goldsmith, and Marian Pasquale. 2020. Integrating Computational Thinking into Elementary Science Curriculum: an Examination of Activities that Support Students' Computational Thinking in the Service of Disciplinary Learning. *Journal of Science Education and Technology* 29, 1, 53–64.
- [148] WEF - World Economic Forum. 2020. Schools of the future: defining new models of education for the fourth industrial revolution. <https://www.weforum.org/reports/schools-of-the-future-defining-new-models-of-education-for-the-fourth-industrial-revolution/>
- [149] Roel J. Wieringa. 2014. *Design Science Methodology for Information Systems and Software Engineering*. Springer, Germany.
- [150] Roel J. Wieringa. 2016. Design Science Research Methods. <http://wwwhome.ewi.utwente.nl/~roelw/DSM90minutes.pdf> Presenters: _n19055.
- [151] Jeannette M. Wing. 2014. Computational thinking benefits society. <http://socialissues.cs.toronto.edu/2014/01/computational-thinking/>
- [152] WP Yang, HR Luo, and JH Su. 2022. Towards inclusiveness and sustainability of robot programming in early childhood: Child engagement, learning outcomes and teacher perception. *BRITISH JOURNAL OF EDUCATIONAL TECHNOLOGY* 53, 6, 1486–1510.
- [153] Jason C. Young. 2019. The new knowledge politics of digital colonialism. *Environment and Planning A: Economy and Space* 51, 7, 1424–1441. Publisher: SAGE Publications Ltd.
- [154] Cristina Yáñez, Alexandra Okada, and Ramon Palau. 2015. New learning scenarios for the 21st century related to Education, Culture and Technology. *RUSC. Universities and Knowledge Society Journal* 12, 2, 87–102.
- [155] Ninger Zhou, Ha Nguyen, Christian Fischer, Debra Richardson, and Mark Warschauer. 2020. High School Teachers' Self-efficacy in Teaching Computer Science. *Acm Transactions on Computing Education* 20, 3, 23. Place: New York Publisher: Assoc Computing Machinery WOS:000575888900007.
- [156] Chaim Zins. 2007. Knowledge map of information science. *Journal of the American Society for Information Science and Technology* 58, 4, 526–535. <http://www.success.co.il>