

AGIR COM A MÃO E O ROBÔ: AS PERSPECTIVAS INOVADORAS DA TELEROBÓTICA NA PRÁTICA PEDAGÓGICA

Oussama Naouar – UFPE

Antonio Carlos Xavier - UFPE

RESUMO:

Neste artigo, os autores abordam a chegada da telerobótica e suas potenciais aplicações ao ensino/aprendizagem. Após discutir o surgimento progressivo desta tecnologia e suas consequências epistemológicas, os autores apontam as possibilidades inovadoras que a telerobótica oferece e como seus usos se adequam à proposta da pedagogia ativa. O artigo combina as perspectivas filosófica, pedagógica e tecnológica desta inovação, explorando tanto as dimensões simbólicas, quanto as prático-pedagógicas da questão.

PALAVRAS-CHAVE: tele-epistemologia, telerobótica, inovação, pedagogia, novas tecnologias.

RÉSUMÉ:

Dans cet article, les auteurs abordent la question de la télérobotique et de ces possibles usages dans l'enseignement. Après développement autour de l'avènement progressif de cette technologie et de ses conséquences épistémologiques, les auteurs montrent les possibilités qu'offre la télérobotique et comment ses aspirations recoupent celles de la pédagogie active. L'article conjugue ainsi une approche philosophique, pédagogique et technologique du problème explorant tant les dimensions symboliques que pragmatiques du problème.

MOTS-CLÉS : télérobotique, téléépistémologie, innovation, pédagogie, nouvelles technologies.

0.Introdução

Distância e conhecimento mantêm relações estreitas quando se pensa a inovação. Assim foi o que aconteceu com o telefone, a televisão e o telescópio a partir do século XVII, com Galileu e Newton. Esta última ferramenta, por exemplo, permitiu captar e elaborar conhecimentos sobre lugares inalcançáveis e claramente hostis. Várias são as vantagens de, no conforto de um observatório, estudar à distância lugares inviáveis ao ser humano, inatingíveis e até mesmo perigosos. A figura romântica do explorador cede o espaço ao educador estudioso e criativo.

1. Distância e telerobótica no prisma da internet

Todo progresso científico, seja na perspectiva de Popper (1959), seja na perspectiva de Kuhn (2003)¹, tem como consequência inexorável a redefinição de conhecimento, de método e de suas novas aplicabilidades. Assim, o progresso científico suscita inevitáveis considerações epistemológicas, mas especificamente elementos relativos à passagem de uma relação de observação direta a uma observação mediada pelas tecnologias.

A questão central formulada pela epistemologia clássica foi “o que podemos saber?” Esta inquietação gnoseológica básica carregava os interesses científico-filosóficos de pensadores como Aristóteles, Platão e mais amplamente dos céticos, cruzando a história, chegando a Descartes, Hume, Locke, Kant e aos mais próximo de nós, Bachelard, Popper e Kuhn. Com o advento do avanço tecnológico e do crescimento exponencial do volume de informação e sua circulação aberta acessível a qualquer um, os limites do que podemos ou não saber foram rompidos. Essa ruptura se dá porque as informações, a *commodity* para todo conhecimento, estão

¹ A Estrutura das revoluções científicas por Thomas Kuhn (1963) pôs em xeque a questão do progresso científico, ou seja, como as ciências progridem ao longo do tempo. Até então dominava a tese de Karl Popper amplamente desenvolvida em seus *Conjectura e Refutações* (1959). Neste trabalho, Popper vincula a noção de verdade à de progresso científico. Para ele, a refutabilidade de uma teoria é sua condição de aceitabilidade, já que só teorias submetidas a testes que poderiam constatar sua falsidade poderiam ser consideradas lógicas e metodologicamente sólidas e, por isso, atingiam a exigência da cientificidade. Kuhn, no entanto, advogava que só revoluções podem promover progresso nas Ciências. A partir da análise de fenômenos ocorridos na história da Ciência, os quais revelavam situações similares que se repetiam sempre que uma teoria consagrada entre cientistas não conseguia explicar acontecimentos, abrindo espaço para outras perspectivas de explicação. Assim nascia uma nova teoria fazendo o saber progredir.

fartamente disponíveis, fazendo emergir uma sensação de que podemos saber tudo o que quisermos saber. Inaugura-se assim uma nova maneira de pensar o conhecimento, não mais como algo a descobrir, mas apenas a ser acessado, posto que o conhecimento se mostra n muito acessível, mesmo que estejamos distantes fisicamente dele.

Com essa acessibilidade ilimitada às informações pelos novos meios tecnológicos, surge a necessidade de aventarmos um tipo de epistemologia sem fronteiras, desterritorializada, espalhada por toda parte, uma espécie de *tele-epistemologia*, ou como vem sendo chamada no mundo anglo-saxão “telepistemology” (VELTMAN, 2006). O estudo do conhecimento que pode ser adquirido à distância deve-se voltar para os momentos de interação homem-homem e homem-máquina, em especial, o computador cujas formas e conteúdo das trocas são fenômenos a descrever. Adquirir conhecimento à distância é uma das formas de se viver um tipo de experiência ubíqua de construção de saberes. Como esse conhecimento é elaborado remotamente e como é utilizado pelos que o adquirem são os objetos dessa nova epistemologia viabilizada pelos dispositivos digitais. Esta experiência transcende à mera apreensão cognitiva e ganha contornos de concretude nas pontas dos dedos, estendendo-se pelas mãos e braços dos sujeitos se encontram geograficamente distantes do local onde os efeitos dos movimentos são constatados.

Em outras palavras, a inventividade humana fez surgir uma série de inovações tecnológicas que podem fazer funcionar equipamentos, mesmo que seu operador esteja bastante afastado de seus interlocutores beneficiários de tal intervenção. Desse agir deriva um ganho cognitivo, um saber que chega de longe e realiza mudanças no sujeito e no ambiente. O controle remoto é o primeiro e mais simples dos dispositivos “mágicos”, que media a mudança de estado do sujeito e do ambiente, ativando a televisão, abrindo portas, ligando/desligando aparelhos, enfim, funcionando como uma extensão dos braços, mãos e dedos do homem. O controle remoto fez surgir, portanto, a possibilidade de um agir à distancia sem necessidade do sujeito operador do controle se deslocar e tocar nos equipamentos sobre os quais deseja intervir (GOLDENBERG, 2001).

Em tempos de internet das coisas (OLIVEIRA, 2017; MANCINI, 2018), vislumbra-se a conexão de todos os aparelhos e utensílios de um ambiente doméstico ou profissional, cujo acionamento se dê por um aplicativo instalado no

smartphone. A passividade na recepção de informações como assistir televisão vem perdendo espaço cada vez mais a um agir potencialmente possível. A observação inerte do sujeito tem dado lugar a suas ações efetivas, limitada, inicialmente, pouco operacional, mas segura, alargando o caminho da tele-operação, que passa agora a conectar todos a todos e tudo a tudo.

Atualmente muitas máquinas hospitalares interligadas podem minimizar distâncias e realizar procedimentos de consultas, monitoramento de equipes médicas, realização de exames, acompanhamento de pacientes e até intervenções cirúrgicas por meio da telerobótica (SOUZA, 2020). Está em andamento um processo cada vez mais crescente de complexificação de interações efetuadas entre interlocutores fisicamente separados, mas mobilizados para o êxito da mesma atividade, fato este que os aproxima.

De um simples dispositivo de teleoperação, o controle remoto eletrônico, evoluímos para sistemas complexos de telerobótica que demandam ações sincronizadas e precisas. Essas inovações foram progressivamente introduzidas nas estruturas, inicialmente, sustentadas por conjuntos mecânicos, relação entre o acionador e o sistema, retornos hápticos, comando direto, assistência para volta do esforço (COIFFET, 2002). Nitidamente, hoje, várias atividades essenciais são, assim, regidas por sistemas de tele-operação, seja para a gestão de uma central hidroelétrica, para o acionamento de faróis costeiros de navegação ou para abertura de cancelas de estacionamentos de acesso a grandes e pequenos edifícios.

A chegada mais intensa da robótica nos espaços coletivos de convivência social representa a combinação do observar à distancia ao agir à distancia. O robô vem sendo colocado para explorar o fundo do mar e embarcações afundadas a profundidades que o homem não pode alcançar com as técnicas atuais de mergulho. No momento em que este artigo está sendo escrito, por exemplo, o jipe robô espacial *Curiosity* está explorando Marte. Ele é capaz de se deslocar-se, fotografar, transmitir imagens e vídeos ao vivo, recolher amostras e analisá-las *in loco* e ainda tirar *selfies*.

Outrossim, vimos ultimamente a proliferação e democratização de Drones – FPV (*First Person View*) que conseguem, através de câmeras acopladas, colocar um piloto que se encontra na terra em configuração de voo. Essa nova geração de aeromodelos consegue monitorar e registrar detalhadamente lugares inóspitos e fazer entregas de encomendas leves em regiões de difícil acesso. A evolução

tecnológica é tamanha que já estão em fase experimental voos comerciais totalmente sem piloto².

Todo o desenvolvimento das tecnologias de tele-presença trazem conforto, rapidez e segurança à vida dos usuários contemporâneos. Para todas essas invenções funcionarem a contento, programas de computadores são desenvolvidos e grandes servidores de arquivamento de memória digital são construídos, pois ficam disponíveis ubiquamente e acessíveis a qualquer instante. Para potencializar o fluxo de dados e encaminhá-los na quantidade e volume necessários, podemos contar com o quarto meio de comunicação, a Internet, enquanto mídia digital sensível a comandos e interações de grandes e volumosos dados. A internet proporcionou uma reconfiguração vertiginosa na forma de interação e controle de ações a distância como pontuou Goldberg:

The internet dramatically extends ours scope and reach. As “real world” documentary-style shows are increasingly in demand on television, thousands of webcameras are being set up by amateurs to continuously transmit live scenes from their street corners, offices, and bedrooms. The Internet offers not only new ways of viewing, but also new ways of exhibiting. The bi-directional structure of the Internet also offers a new means for action. Telerobotic devices can be directly controlled form the internet (GOLDBERG, 2000, p.3)³.

A chegada da Internet trouxe desdobramentos inéditos aos processos de intervenção nas situações, sistematizando as quatro dimensões tecnológicas: (i) distancia, (ii) controle remoto, (iii) robótica e (iv) mídia digital. Assim, tornou-se

² No dia 18 de dezembro 2019, a empresa Airbus fez voar totalmente automaticamente um avião modelo Airbus 350-1000. As evoluções apresentadas pela empresa dessa tecnologia seria um piloto no solo monitorar vários aviões voando automaticamente, como possibilidade de tomada de controle a distancia em situação de emergência. Ver em: <https://www.midilibre.fr/2020/01/17/toulouse-un-airbus-a350-decolle-en-mode-100-automatique-sans-lintervention-du-pilote,8668915.php>, consultado em 23 de janeiro 2020 ; Outro exemplo é o Drone MQ-9 Reaper que, pilotado a partir dos EUA matou em Bagdad no Irak, o geral iraniano Qassem Soleimani. O aparelho totalmente controlado a distancia percorreu 11.154km e regressou à sua base. Ver em: <https://forbes.com.br/negocios/2020/01/a-historia-do-drone-que-matou-o-major-general-iraniano-qassem-soleimani/>, consultado em 23 de janeiro 2020.

³ “A internet estende drasticamente nosso escopo e alcance. Como os programas em estilo de documentário do ‘mundo real’ são cada vez mais procurados na televisão, milhares de câmeras na webcam estão sendo criadas por amadores para transmitir continuamente cenas ao vivo de suas esquinas, escritórios e quartos. A Internet oferece não apenas novas maneiras de ver, mas também novas maneiras de exhibir. A estrutura bidirecional da Internet também oferece um novo meio de ação. Os dispositivos telerobóticos podem ser controlados diretamente da Internet”.

possível agir fisicamente à distancia e interagir num mesmo processo a partir de diversos sujeitos geolocalizadamente bem mais longe que o alcance do controle remoto caseiro. O acesso para agir à distancia, a autoria e modalidades de tal ação fortaleceram as questões de segurança embarcada pela Tecnologia da Informação, produzindo sistemas complexos de autenticação para manter a proteção das pessoas neste processo de intervenção remota para controle de máquinas inteligentes.

O universo das potencialidades da telerobótica não se limita às questões técnicas para oferta de soluções às necessidades de engenharia, de computação ou de sistemas automatizados. Elas também exploraram dimensões estéticas, a exemplo do projeto *The Robot in the Garden*, desenvolvido por Goldberg (2000). A originalidade da dimensão estético-performática da tele-robótica deste projeto pôs em evidência, nos anos 2000, o mundo das tecnologias, das artes e da especulação filosófica. O projeto foi protagonizado por um robô útil e comunitário que, metaforicamente, expressava uma aspiração coletiva em cuidar da Terra. Assim, podia-se acessar via internet este Robô localizado nos grandes museus do mundo, como os Guggenheim. Cada internauta podia monitorar o quintal e cuidar de uma planta, por exemplo. Essa experiência original, particularmente sedutora e peculiar, não representa a maioria dos usos que se faz hoje dessa tecnologia, mas ela quebra a lógica fria e individual da robótica, colocando-a numa dimensão coletiva e de interesse vital de uma máquina a serviço da vida.

Na perspectiva da ideia da robótica que cuida da vida, a ênfase das publicações a respeito ocorre nas aplicações para a medicina, a exemplo das cirurgias robóticas, cujo manejo do médico pode ser da sala ao lado do bloco cirúrgico ou mesmo a quilômetros de distância do paciente em cirurgia. A aplicação das vantagens da telerobótica podem também ser constatadas nas construções e obras particularmente arriscadas, nas situações de ameaça à vida humana, como no caso de exame de artefatos suspeitos de serem explosivos ou simplesmente nocivos ao homem (COIFFET, 2002).

Vários novos usos da robótica e telerobótica poderíamos citar para confirmar a funcionalidade, a praticidade e a velocidade incrementadas pelo desenvolvimento desta tecnologias em especial no cotidiano das sociedades. Mas a robótica e a telerobótica não possuem apenas aplicações na área da saúde, indústria e construção civil. Precisamos enxergar sua contribuição para a aprendizagem,

explorar seu forte potencial pedagógico nas modalidades de ensino híbrido e a distância.

2. O Robô que ajuda e o robô que elimina quem o criou

O ensino à distancia e o uso das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC) parecem paradoxais. Ambos já são uma necessidade, um imperativo sócio-técnico que não precisa mais reivindicar sua pertinência. O surgimento de Internet potencializou o ensino à distancia, introduzindo o fator interação simultânea, até então característica do ensino presencial. Ao mesmo tempo, a distância transacional (MOORE, 2002) e sua flexibilidade fortaleceram o contraste da rigidez de tempo e lugar do ensino presencial (HARASIM, 1989). Certamente, esse processo tem consequências políticas, sociais e, sobretudo, educacionais. Participam de uma integração local, regional, nacional e até internacional das modalidades de ensino, reconfigurando profundamente a geografia do ensino e da qualificação técnica, acadêmica e profissional.

Não obstante, algumas críticas continuam a expressar dificuldades para entender a pertinência e a eficiência desses processos. As críticas dirigem-se fortemente à revolução digital. Este estatuto específico no paradoxo das TDIC pode ser pensado a partir dos comentários de Jacquinet-Delaunay (1996). Segundo o autor, a lógica da tela digital é o alvo da crítica apressada que remete à Alegoria da Caverna da *República* de Platão. Tal crítica, ingênua o suficiente e por isso inconsistente, tenta ver nas telas dos computadores as sombras que representariam a realidade vivenciada pelos presos na caverna, os usuários de computadores. O perigo é a criação de uma imagem literalmente neurótica de uma Humanidade que procuraria seu próprio fim, com cada indivíduo preso à frente de sua própria tela, esquecendo-se de tudo até mesmo de alimentar-se. Esta nos parece uma interpretação particularmente fantasiosa e que pode subestimar às potencialidades de apoio educacional latentes nas TDIC.

Jean-Marie Schaeffer (1999), num capítulo intitulado *Du loup imitateur au loup virtuel*⁴, reforça a crítica, afirmando que essa leitura tem a ver com a dimensão ficcional e mimética da tecnologia e que, ao final, o que se teme nas tecnologias

⁴ Referencia à expressão popular francesa, *Qui a peur du loup?* Literalmente, quem tem medo do lobo, maneira de mostrar a irracionalidade dessas apreensões.

digitais é que elas fazem “como se”, elas exploram e tiram as fronteiras entre tele-robótica (TR) e realidade virtual (VR): “... por trás do aviso contra os perigos da revolução digital, esconde-se simplesmente o antigo problema da ficção.” (SCHAEFFER, 1999, p.12). Mesmo assim, o mundo da pesquisa assim como a sociedade civil aceitaram e promoveram os potenciais de interação proporcionados por esse surgimento. O vetor de comunicação, e mais que isso, o potencial para federar comunidades de sujeitos espalhados no mundo produziram uma aspiração quase utópica, de modelização e configuração de sociedade democrática. O modo como as tecnologias foram utilizadas durante a Primavera Árabe, em 2012, reforçam esse argumento.

Pierre Levy (1995), em seu *Sur les chemins du Virtuel*,⁵ insistiu nas dimensões mais positivas das tecnologias:

O desenvolvimento da comunicação mediada por computador e pelas redes digitais planetárias surgem com a realização de um projeto mais ou menos bem formulado, o da constituição deliberada de formas novas de inteligência coletiva, mais flexível, mais democráticas, fundadas sobre a reciprocidade e o respeito às singularidades. Neste sentido, se poderia definir inteligência coletiva com uma inteligência distribuída por toda parte, continuamente valorizada e posta em sinergia em tempo real. Este novo ideal poderá substituir a inteligência com um mito mobilizador do desenvolvimento das tecnologias digitais e também receber uma reorientação das ciências cognitivas, da filosofia, da antropologia para a questão da ecologia ou da economia da inteligência (Levy, 1995).

Essa posição de Levy expressa um alinhamento com a questão da telerobótica. A coesão coletiva proporcionada por redes de inteligências consegue se materializar num agir benéfico como ocorre com a robótica e a tele-robótica que faz o bem, como Goldberg argumenta. Este agir benevolente da tecnologia deveria distanciar dela imagens negativas criadas por alguns formadores de opinião que acabam contaminando outros tantos incapazes de identificar exageros ou más interpretações sobre o papel dos equipamentos tecnológicos na sociedade, contribuindo assim para materializar aquelas ficções referidas de uma humanidade

⁵ Pierre Levy, *sur les chemins du virtuel*, Paris, 1995.

ameaçada por suas próprias criações, os robôs⁶, uma espécie de “Frankstein” contemporâneo.

A tecnologia em si é neutra. A depender do uso que façamos dela, sua potencial virtude ou falha será acentuada pelo objetivo do usuário. No campo pedagógico, carente de inovações e recursos didáticos, as soluções tecnológicas, seja robótica, tele-robótica, entre outras, são bem-vindas.

3. Ensino à distância e telerobótica: uma aplicação da Metodologia Ativa

A robótica entrou na sala de aula desde o final dos anos 1990 e vê seu lugar cada vez mais ampliado na continuidade da didática das ciências e das metodologias pedagógicas emergentes. Uma das mais propaladas hoje é a Metodologia Ativa. Esta metodologia põe o aprendiz no centro do processo pedagógico, desafiando-o a praticar a teoria e a teorizar praticando. O professor, nesta pedagogia, é muito mais articulador, provocador e consultor para dúvidas do que um expositor de conteúdos. O mestre sai do palco e anda entre as carteiras escolares, enquanto o aprendiz foca sua atenção na resolução de problemas. Para resolvê-los, cabe a consulta a outras fontes de informação, além do professor. Neste momento, a Internet e toda sua capacidade de armazenamento de informações tem um papel central no auxílio para a solução dos problemas a serem resolvidos pelo aprendiz. Também é de extrema valia nesta Metodologia contar com os kits de robótica, um conjunto de peças e dispositivo montáveis que podem ganhar movimentos autônomos, quando programados pelos aprendizes, um aprender-fazendo que exige o desenvolvimento de várias habilidades deles.

A Metodologia Ativa (PINTO, 2020) coaduna-se muito bem com a chamada Pedagogia de Projetos (BENDER, 2014). Esta é centrada na escolha de um problema real sobre um tema de interesse abrangente, cuja solução possa ser encontrada pela esforço colaborativo de diferentes aprendizes, tratando-o sob diferentes ângulos das diversas disciplinas escolares. Esta forma de aprender está direcionada a uma forma de agir capaz de articular conhecimentos e saberes de áreas distintas voltados a um objetivo concreto e efetivo. Nesta pedagogia, redefine-se a sequência pedagógica em oposição à forma tradicional de ensino, que é

⁶ Um exemplo paradigmático é a interminável série de filme *Exterminador do futuro*.

conceitualizada como *forma escolar* (VINCENT, 1994): a ideia de uma forma de ensino escolar desvinculada da sociedade civil, com um professor falando à frente de uma turma silenciosa.

A robótica enquanto *lócus* para a materialização da Pedagogia de Projetos, por meio de fazeres ativos dos aprendizes, proporciona uma espacialização da sala de aula mais próxima de um laboratório ou de um ateliê, representa uma oportunidade de captar a atenção dos alunos e atiçar-lhes curiosidade e envolvimento nas atividades. Assim, surgem com certa frequência ensaios tratando do tema e incentivando essas atividades:

Na sala de aula com robótica, conhecimentos relacionados à programação do robô/dispositivo, aos conceitos de engenharia e eletrônica, e aos conjuntos de robótica, entre outros, integram-se aos conhecimentos pedagógicos inerentes à profissão docente e ao universo de ensino-aprendizagem. Além disso, utilizar a robótica na prática pedagógica implica organizar os alunos em grupos de trabalho, com base nos materiais e conjuntos de robótica e no tempo da aula/atividade disponíveis (CAMPOS, 2019)⁷.

Várias redes de educação municipais e estaduais brasileiras vêm investindo no citado *kit* de robótica para suas unidades escolares desde 2014. O objetivo é introduzir essas atividades na rede pública, posto que em muitas escolas da rede privada de ensino da Robótica Educacional já se encontra implantada há bem mais tempo.

Independentemente da rede onde a Robótica Educacional estiver instalada, o objetivo a cumprir será o mesmo: disseminar uma nova cultura escolar, plena de atividades inéditas que motivem e integrem aprendizes e ensinantes. Esta metodologia ativa enfatiza colaboração escolar que desenvolve habilidades essenciais ao aprendiz tais como: autoria, criatividade, socialização de saberes de maneira articulada e interdisciplinar.

Silva e Blikstein (2020), abordando experiências inovadoras com Robótica Educativa no Brasil identificam quatro categorias que recortam a variedade de utilização desta tecnologia na escola: (i) A robótica como ferramenta para abrir a “caixa-preta” das tecnologias contemporâneas. Dizem que quando os aprendizes

⁷ Flavio Rogrigues Campos, A robótica para uso educacional, São Paul: Senac, 2019

têm nas mãos interfaces abertas tais o “gago Board” e “Arduíno, ligam os conectores e cortam os cabos para usar o equipamento, percebem que estão abrindo a “caixa-preta” e lá descobrem que são pessoa que comandam a robótica; (ii) A robótica como ferramenta de construção de máquinas digitais, com destaque para a parte mais construtiva e a experiência do erro produtivo, a correção e o conserto; (iii) A robótica como base para a construção de ideias, mostrando como essa atividade vincula conceitos à realidade física, à intencionalidade e à realização efetiva; (iv) A robótica como ambiente individual e colaborativo, dimensionando a articulação do individual com o coletivo na forma colaborativa da finalidade comum e da diferenciação das tarefas.

Portanto, não é difícil reconhecer que a robótica vem potencializando novas formas de aprendizagens nas escolas que a têm adotado como recurso pedagógico que implementa no cotidiano escolar a metodologia ativa e todas as suas vantagens. Assim, pensarmos em uma epistemologia da aprendizagem a distância propiciada pelas novas tecnologias entre elas o EaD e a robótica é fundamental. Conhecimento escolar que se adquire sem a presença transacional do professor por meio de instrumento tecnológico que oferece uma experiência simulada de fazer exige dos pesquisadores um olhar mais atento para compreender trajetória percorrida pela cognição até o ancoramento do saber abstrato que se atualiza em um saber real.

4. Considerações finais

Como sabemos, as aplicações educacionais que hoje são feitas dos dispositivos e processos computacionais foram originalmente desenvolvidos para a indústria. Assim, as tecnologias digitais e demais equipamentos as elas vinculadas objetivaram incrementar a industrialização da sociedade, não havia foco na educação. Porém, movidos pela “necessidade que é a mãe da criatividade”, pesquisadores em educação enxergaram o grande potencial pedagógico intrínsecos à boa parte dos equipamentos desenvolvidos pela engenharia computacional e trataram de adaptá-las para fins de ensino/aprendizagem.

O agir à distancia e a manipulação simulada de objetos, que as tecnologias como telerobótica e internet viabilizam à sociedade, parecem tornar o aprender uma aventura realmente instigante e prazerosa ao aprendiz contemporâneo, pois tais parafernalias provocam-no a solucionar desafios que exigem dele o despertar

imediatamente do seu espírito empreendedor e competitivo. Suas habilidades cognitivas relacionadas à atenção, ao raciocínio lógico-dedutivo e à imaginação são desenvolvidos com intensidade, preparando-os para enfrentar com mais segurança as situações-problemas de um mundo em constante mudança.

A conversão das ferramentas tecnológicas direcionadas ao mercado em aplicações educacionais abre possibilidade para pensarmos os processos de ensino/aprendizagem em nível menos conceitual e mais pragmático. A experimentação sensorial que as tecnologias de robótica e tele-robótica proporcionam se mostram bem mais atrativas e eficazes por levarem os aprendizes a porem a mão na massa. A proposta da Metodologia Ativa que lastreia atividade que envolva aprendizagem por mídia digital não pode ser mais ignorada pelos docentes. Sua inserção nos planos de curso e de aula se revela um imperativo estratégico para uma prática pedagógica que pretende cumprir seu papel de emancipar o aprendiz pelo domínio dos conteúdos curriculares e suas respectivas habilidades e competências. Contudo, para por a termo essa metodologia promissora, será necessário também um forte investimento em infraestrutura técnica e equipamentos fundamentais para a instalação de arquiteturas de hardware, a interface entre softwares, a programação das ferramentas e o desenvolvimento do laboratório dotados de condições computacionais satisfatórias (YOU, 2012, pp.14-15)⁸.

Salientemos que os ganhos educacionais e sociais com este investimento são animadores para os pesquisadores da área (MARTINS, 2019; RAMOS E ANASTÁCIO, 2019; MINHO E ALVES, 2019), isso se considerarmos somente o nível de engajamento dos aprendizes nas atividades sugeridas. Despertar o interesse do aprendiz para acender-lhe a chama da vontade de descobrir e conhecer novas possibilidades que lhes são inéditas é a condição ideal para ensiná-lo tudo o que ele precisa saber. Fomentar nos aprendizes a curiosidade e o desejo do aprender-fazendo indica ser a pedagogia mais marcante cognitiva e experimentalmente por envolver integralmente o aprendiz com o objeto da sua aprendizagem.

⁸ Abul K.M. Azad, Michael E. Auer e V.Judson Harward, Internet Accessible Remote Laboratories: Scalable E-learning Tools for Engineering and Science Disciplines, Hershey: IGI Global, 2012

5. Referências bibliográficas

AZAD Abul K.M., AUER, Michael E. e HARWARD, V. Judson. **Internet Accessible Remote Laboratories: Scalable E-learning Tools for Engineering and Science Disciplines**, Hershey: IGI Global, 2012.

BENDER, Willian N. **Aprendizagem baseada em projetos. Educação diferenciada para o século XXI**. Tradução de Fernando Siqueira rodrigues, revisão de tradução de Maria da Graça Souza Horn. Porto Alegre: Penso, 2014.

BLIKSTEIN, Paulo e SILVA, Rodrigo Barbosa e Silva, Paulo. (org.) **Robótica educacional: experiências inovadoras na educação brasileira**, Porto Alegre: Penso, 2020.

CAMPOS, Flavio Rodrigues. **A robótica para uso educacional**. São Paulo: Senac, 2019.

VINCENT, Guy. **L'éducation prisonnière de la forme scolaire**. Lyon: Presses Universitaires, 1994.

GOLDEBERG, Kim. **The Robot in the garden. Telerobotic and Telespitemology in the Age of the Internet**. Cambridge: MIT Press, 2001.

SCHAEFFER, Jean-Marie, Pourquoi la fiction, Seuil: Paris, 1999

GENEVIÈVE, Jacquinot-Delaunay. Les NTIC: **Écrans du savoir ou Écrans au savoir?. Outils multimedia et strategies d'apprentissage du Français Langue Etrangère**. Lille, France: 1996.

GOLDENBERG, Ken. **The Robot in the Garden, Telerobotics and Telepistemology in the age of internet**. 2000, The MIT Press, Cambridge, Massachsetts; London, England.

HARASIM, Linda. **Online Education. A new domain**. In **Mindweave, Communication, Computers, and Distance Education**, Pergamon Press: Oxford. 1989 (50-62)

MANCINI, Mônica. **História, Conceitos, Aplicações e Desafios**. São Paulo, 2018. Disponível em: <

https://www.researchgate.net/publication/326065859_Internet_das_Coisas_Historia_Conceitos_Aplicacoes_e_Desafios> Acesso em 10 de fevereiro de 2020.

MARTINS, Daniel de Sant'anna. *Tabuleiro digital: um projeto educacional de transposição analógica motivador e engajador*. In: MEIRA, Luciano, BLIKSTEIN, Paulo. (org.), **Ludicidade, jogos digitais e gamificação na aprendizagem**. Porto Alegre: Penso, 2019.

MEIRA, Luciano, BLIKSTEIN, Paulo. (org.), **Ludicidade, jogos digitais e gamificação na aprendizagem**. Porto Alegre: Penso, 2019.

MINHO, Marcelle e ALVES, Lynn. *Jogos e produção de conteúdo: combinação que engaja e transforma*. In: MEIRA, Luciano, BLIKSTEIN, Paulo. (org.), **Ludicidade, jogos digitais e gamificação na aprendizagem**, Porto Alegre: Penso, 2019.

MOORE, M. G. *Teoria da Distância Transacional*. Publicado In: KEEGAN, D. (1993) **Theoretical Principles of Distance Education**. Tradução de Wilson de Azevedo, revisão de tradução de José Manuel da Silva. Revista Brasileira de Aprendizagem Aberta e a Distância, São Paulo, v.1, ago. 2002. (Tradução de: Theoretical Principles of Distance Education).

OLIVEIRA, Sérgio. **Internet das coisas com ESP8266**, Arduino e Raspbary Pi. São Paulo: Novatec, 2017.

COIFFET, Philippe. **Téléopération et télérobotique**. Hermès science publications, 2002

LÉVY, Pierre. **Sur les chemins du virtuel**. Paris, 1995.

PINTO, Diego de Oliveira. **Metodologias Ativas de Aprendizagem: o que são e como aplicá-las**. 2020. Disponível em < <https://blog.lyceum.com.br/metodologias-ativas-de-aprendizagem/>> Acesso em 20/02/2020.

RAMOS, Daniela Karina e ANASTÁCIO, Bruna. *Jogos digitais na escolar e o exercício das funções cognitivas: contribuições do uso do aplicativo Escola do Cérebro*. In: MEIRA, Luciano, BLIKSTEIN, Paulo. (org.), **Ludicidade, jogos digitais e gamificação na aprendizagem**. Porto Alegre: Penso, 2019.

SOUZA, J. A M. Fellipe. **Robôs na medicina**. Recife, 2020. Disponível em < http://webx.ubi.pt/~felippe/texts5/robotica_cap5.pdf>. Acesso em 20 de fevereiro de 2020.

VELTMAN, Kim. **Understand new mídia: augmented knowledge and culture**. Alberta, Canadá: University of Calgary Press, 2006.