

MODELO DIDÁTICO E TECNOLOGIA: UMA ABORDAGEM INCLUSIVA PARA ENSINAR ECOLOCALIZAÇÃO DE GOLFINHOS NO ENSINO MÉDIO COM USO DO ARDUINO

Diana Marcela Rodrigues Constantino ¹

Marcos Vinicius Barros Beserra ²

Naftali Camilly Fernandes de Lima ³

Regina Célia Pereira Marques ⁴

RESUMO

A abordagem tradicional no ensino de biologia, especialmente em temas complexos como a ecolocalização de golfinhos, pode ser enriquecida com metodologias inovadoras. A tecnologia, combinada com modelos práticos e acessíveis, facilita o aprendizado, tornando o conteúdo relevante e compreensível, inclusive para alunos com deficiência visual. A ecolocalização, mecanismo biológico de navegação e localização de presas por golfinhos através de ondas sonoras, integra conceitos de física, biologia e tecnologia. Este trabalho apresenta uma proposta didática inovadora que utiliza o microcontrolador Arduino para simular a ecolocalização no Ensino Médio, promovendo aprendizagem ativa, contextualizada e inclusiva. A metodologia envolveu aula teórica contextualizada, aplicação do dispositivo em situações problema e discussão em grupo. A experimentação com Arduino concretiza os princípios da ecolocalização, facilitando a compreensão de um tema abstrato. A adaptação sensorial para alunos com deficiência visual demonstrou o potencial da tecnologia para a equidade no acesso ao conhecimento científico. Os resultados indicam melhor compreensão do conceito, desenvolvimento de pensamento científico em relação à educação ambiental e preservação, promoção da inclusão educacional e desenvolvimento de habilidades de trabalho em equipe e comunicação. A proposta contribuiu para a compreensão da biologia, conscientização e preservação dos golfinhos, além de habilidades essenciais como pensamento crítico, resolução de problemas, colaboração e familiaridade com a tecnologia. Futuras pesquisas avaliarão o impacto desta metodologia em diferentes contextos educacionais.

Palavras-chave: Ecolocalização, Pensamento Científico, Metodologia Ativa, Tecnologia.

INTRODUÇÃO

O ensino de Biologia, especialmente no Ensino Médio, enfrenta desafios significativos quando se trata de abordar temas abstratos ou de difícil visualização, como a ecolocalização dos golfinhos. A adoção de modelos didáticos e tecnologias

¹ Graduando do Curso de Ciências Biológicas da Universidade Estadual do Rio Grande do Norte - UERN, supera.marcela@gmail.com;

² Graduado pelo Curso de Ciências Biológicas da Universidade Estadual do Rio Grande do Norte - UERN, vib Barros111@gmail.com;

³ Graduado do Curso de Ciências Biológicas da Universidade Estadual do Rio Grande do Norte - UERN, naftalicamilly@alu.uern.br;

⁴ Doutor pelo Curso de Ciências Biológicas da Universidade Estadual do Rio Grande do Norte - UERN, reginamarques@uern.br;



educacionais tem se mostrado uma estratégia eficaz para superar tais dificuldades, favorecendo a aprendizagem significativa e a inclusão de todos os estudantes. Segundo Moreira (2012), o uso de modelos didáticos concretiza conceitos complexos, permitindo que os alunos construam o conhecimento de forma ativa, com base em suas experiências prévias e na interação com o objeto de estudo.

A ecolocalização, fenômeno biológico em que golfinhos e outros cetáceos utilizam ondas sonoras para identificar obstáculos, localizar presas e se orientar no ambiente aquático, integra conceitos de física (ondas e som), biologia (sistemas sensoriais) e tecnologia (sensores e emissão de sinais). Esse caráter interdisciplinar favorece a utilização de abordagens didáticas inovadoras, como o ensino por investigação e a aprendizagem baseada em projetos (ABP), que, conforme Bacich e Moran (2018) estimulam o protagonismo estudantil e o desenvolvimento de competências cognitivas e socioemocionais.

O uso de tecnologias digitais e dispositivos de baixo custo, como o Arduino, reforça o caráter prático e acessível dessa proposta pedagógica. O Arduino, um microcontrolador de código aberto, possibilita simulações interativas e experimentações que transformam o aprendizado teórico em experiência concreta. Para Papert (1994), a aprendizagem é potencializada quando o estudante é capaz de “construir coisas”, pois o ato de construir objetos tangíveis leva à construção do conhecimento. Assim, a simulação da ecolocalização por meio do Arduino permite que os alunos compreendam os princípios físicos e biológicos do fenômeno, ao mesmo tempo em que desenvolvem habilidades tecnológicas e investigativas.

No contexto da educação inclusiva, o uso de tecnologias assistivas e metodologias ativas é fundamental para promover equidade no acesso ao conhecimento científico. De acordo com Mantoan (2006), a inclusão requer práticas pedagógicas que respeitem as diferenças e ofereçam meios alternativos de aprendizagem. A adaptação sensorial do modelo de ecolocalização para alunos com deficiência visual, por exemplo, permite que esses estudantes percebam o conteúdo por meio do tato e da audição, assegurando sua participação plena nas atividades.



A combinação entre modelo didático, tecnologia e inclusão concretiza o conceito de aprendizagem significativa de Ausubel (2003), na medida em que o novo conhecimento se ancora em estruturas cognitivas pré-existentes, tornando-se relevante e duradouro. Além disso, segundo Freire (1996), a prática pedagógica crítica e dialógica promove a autonomia e a consciência do educando sobre sua realidade, o que é essencial em temas que envolvem educação ambiental e conservação dos golfinhos.

Portanto, a proposta didática baseada no uso do Arduino para simular a ecolocalização de golfinhos articula conceitos científicos, tecnológicos e sociais, promovendo a aprendizagem ativa, inclusiva e contextualizada. Essa abordagem estimula o desenvolvimento do pensamento crítico, da colaboração e da resolução de problemas, competências essenciais no ensino de ciências contemporâneo. Além disso, amplia as possibilidades de ensino de Biologia, mostrando que a tecnologia pode ser uma ferramenta potente para a democratização do saber e para a formação de cidadãos conscientes e sensíveis à preservação ambiental.

METODOLOGIA DA APLICAÇÃO

A atividade foi desenvolvida com o objetivo de demonstrar, de forma prática, o princípio de funcionamento da ecolocalização, utilizando o microcontrolador Arduino como ferramenta de experimentação. Para isso, foram empregados os seguintes materiais: um sensor ultrassônico (HC-SR04), responsável pela emissão e recepção das ondas sonoras; um monitor LCD 16x2, utilizado para exibir a distância detectada; além de cabos jumpers e uma placa Arduino Nano (figura 1), que serviram para realizar as conexões elétricas e o processamento dos dados coletados.

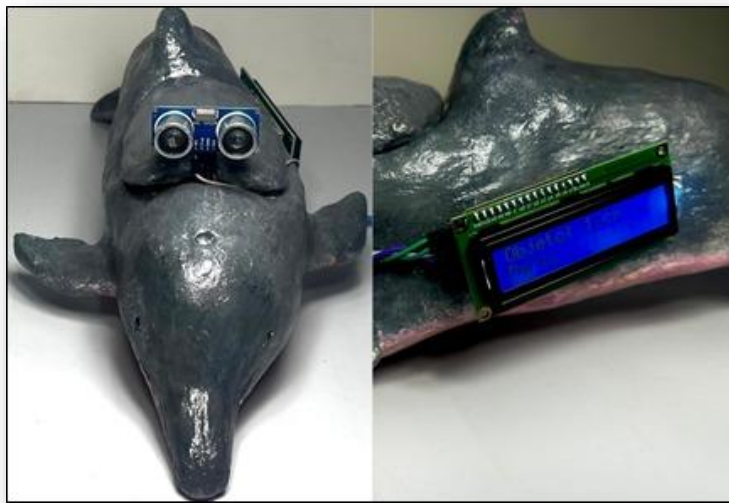
Esse trabalho é o resultado de uma iniciação na prática de pesquisa de modelos tecnológicos usando o Arduino, desenvolvido pelos alunos da Universidade Estadual do Rio Grande do Norte, e pela professora e orientadora Regina Marques, a fim de reforçar o uso de modelos para aprimorar o ensino de biologia nas escolas.

Inicialmente, realizou-se uma explicação teórica sobre o conceito de ecolocalização e o princípio físico de propagação e reflexão das ondas sonoras, de modo que os alunos compreendessem o fenômeno antes de manipularem o equipamento. A atividade foi



desenvolvida em uma escola pública do município de Mossoró/RN durante a fase de estágio dos autores. Em seguida, procedeu-se à montagem do circuito em grupo, orientando os estudantes na identificação dos pinos de entrada e saída (trigger e echo) do sensor ultrassônico e na correta ligação ao Arduino. Essa etapa teve caráter colaborativo, estimulando a troca de conhecimentos e a resolução conjunta de dificuldades técnicas.

Figura 1: Sensor ultrassônico e monitor LCD medindo a distância de 11cm (perto) em modelo de boto



Fonte: Autores, 2025.

Na sequência, foi introduzido o código de programação desenvolvido na IDE do Arduino, com instruções simples para medir a distância entre o sensor e um obstáculo— utilizamos um peixe como a presa —, exibindo o valor obtido em centímetros no monitor LCD. O código foi explicado linha a linha, destacando-se as funções principais — como a emissão do pulso, a leitura do tempo de retorno e o cálculo da distância pela relação entre velocidade do som e tempo de percurso. Essa prática permitiu que os alunos relacionassem os conceitos teóricos da física com sua aplicação direta na programação e na interpretação dos dados.

Durante a realização dos testes, os estudantes foram incentivados a variar a distância e os materiais dos objetos, observando as diferenças nos resultados e relacionando-as com propriedades como absorção e reflexão do som. Além disso, foram discutidas possíveis adaptações do experimento para fins inclusivos, como o uso de alertas sonoros ou



vibrações para representar a distância, possibilitando a participação de alunos com deficiência visual.

Figura 2: Sensor ultrassônico e monitor LCD medindo a distância de 11cm (perto) no modelo.



Fonte: Autores, 2025.

REFERENCIAL TEÓRICO

O ensino de Biologia, especialmente no Ensino Médio, enfrenta desafios significativos quando se trata de abordar temas abstratos ou de difícil visualização, como a ecolocalização dos golfinhos. A adoção de modelos didáticos e tecnologias educacionais tem se mostrado uma estratégia eficaz para superar tais dificuldades, favorecendo a aprendizagem significativa e a inclusão de todos os estudantes. Segundo Moreira (2012), o uso de modelos didáticos concretiza conceitos complexos, permitindo que os alunos construam o conhecimento de forma ativa, com base em suas experiências prévias e na interação com o objeto de estudo.

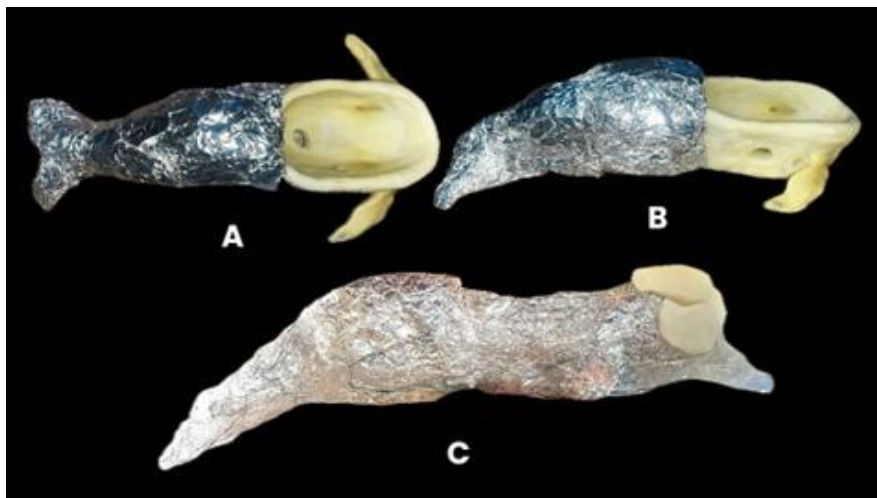
A ecolocalização, fenômeno biológico em que golfinhos e outros cetáceos utilizam ondas sonoras para identificar obstáculos, localizar presas e se orientar no ambiente aquático, integra conceitos de física (ondas e som), biologia (sistemas sensoriais) e tecnologia (sensores e emissão de sinais). Esse caráter interdisciplinar favorece a utilização de abordagens didáticas inovadoras, como o ensino por investigação e a aprendizagem baseada em projetos (ABP), que, conforme Bacich e Moran (2018),



estimulam o protagonismo estudantil e o desenvolvimento de competências cognitivas e socioemocionais.

O uso de tecnologias digitais e dispositivos de baixo custo, como o Arduino, reforça o caráter prático e acessível dessa proposta pedagógica. O Arduino, um microcontrolador de código aberto, possibilita simulações interativas e experimentações que transformam o aprendizado teórico em experiência concreta. Para Papert (1994), a aprendizagem é potencializada quando o estudante é capaz de “construir coisas”, pois o ato de construir objetos tangíveis leva à construção do conhecimento. Assim, a simulação da ecolocalização por meio do Arduino permite que os alunos compreendam os princípios físicos e biológicos do fenômeno, ao mesmo tempo em que desenvolvem habilidades tecnológicas e investigativas.

Figura 3: Produção inicial do modelo de boto-cinza - A. Visão superior inicial; B. Visão lateral direita; C. Modelo revestido em papel alumínio e início da aplicação externa de massa biscuit.



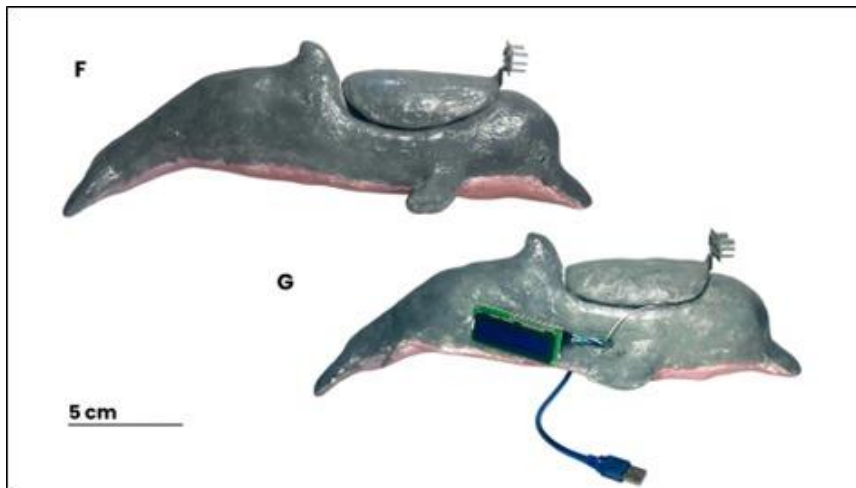
Fonte: Diana Marcela, 2025.

No contexto da educação inclusiva, o uso de tecnologias assistivas e metodologias ativas é fundamental para promover equidade no acesso ao conhecimento científico. De acordo com Mantoan (2006), a inclusão requer práticas pedagógicas que respeitem as diferenças e ofereçam meios alternativos de aprendizagem. A adaptação sensorial do modelo de ecolocalização para alunos com deficiência visual, por exemplo, permite que



esses estudantes percebam o conteúdo por meio do tato e da audição, assegurando sua participação plena nas atividades.

Figura 4: Modelo do boto-cinza - F. visão da lateral esquerda; G. Visão da lateral direita



Fonte: Diana Marcela, 2025.

A combinação entre modelo didático, tecnologia e inclusão concretiza o conceito de aprendizagem significativa de Ausubel (2003), na medida em que o novo conhecimento se ancora em estruturas cognitivas pré-existentes, tornando-se relevante e duradouro. Além disso, segundo Freire (1996), a prática pedagógica crítica e dialógica promove a autonomia e a consciência do educando sobre sua realidade, o que é essencial em temas que envolvem educação ambiental e conservação dos golfinhos.

Portanto, a proposta didática baseada no uso do Arduino para simular a ecolocalização de golfinhos articula conceitos científicos, tecnológicos e sociais, promovendo a aprendizagem ativa, inclusiva e contextualizada. Essa abordagem estimula o desenvolvimento do pensamento crítico, da colaboração e da resolução de problemas, competências essenciais no ensino de ciências contemporâneo. Além disso, amplia as possibilidades de ensino de Biologia, mostrando que a tecnologia pode ser uma ferramenta potente para a democratização do saber e para a formação de cidadãos conscientes e sensíveis à preservação ambiental.



A aplicação do Arduino em sala de aula tem se mostrado uma ferramenta valiosa para professores que buscam tornar o ensino mais interativo, contextualizado e acessível. Com essa inserção, pode-se observar uma maior interação por parte dos alunos, de modo que o nosso trabalho fosse contemplado com êxito. Ademais, por ser um recurso de baixo custo e fácil manipulação, o Arduino permite que docentes construam, junto com os alunos, modelos práticos que aproximam a teoria da realidade, como foi o caso da simulação da ecolocalização de golfinhos. Com sensores e uma programação simples, é possível demonstrar como ondas sonoras funcionam na navegação desses animais, tornando um conceito abstrato mais compreensível e significativo.

Esse tipo de abordagem que utilizamos transforma a aula tradicional em uma experiência de aprendizagem ativa, em que os alunos se tornam protagonistas do próprio processo. Ao lidar com montagem de circuitos, testes e resolução de problemas em grupo, desenvolvem-se não apenas competências cognitivas ligadas aos conteúdos de biologia e física, mas também habilidades socioemocionais como colaboração, comunicação e perseverança diante dos desafios. O professor assume um papel de mediador, guiando a investigação e estimulando a curiosidade científica.

Um dos maiores méritos dessa proposta está na sua capacidade de incluir diferentes perfis de alunos, especialmente aqueles com deficiência visual. Ao adaptar os estímulos sensoriais, como sons e vibrações, o Arduino possibilita uma participação mais equitativa, permitindo que todos os estudantes tenham acesso ao conteúdo de forma significativa. Essa inclusão vai além da acessibilidade física: ela promove o pertencimento, o respeito às diferenças e o reconhecimento das potencialidades de cada aluno..

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A aplicação da proposta didática baseada na simulação da ecolocalização de golfinhos com o uso do microcontrolador Arduino demonstrou resultados amplamente satisfatórios. A prática realizada com a turma revelou alto engajamento dos estudantes, que participaram de forma ativa, colaborativa e curiosa em todas as etapas da atividade. Segundo Morán (2015), a tecnologia é crucial para "mudar a educação", sendo o Arduino um recurso que transforma o ensino de Biologia em uma experiência interativa e animada, propiciando o aprendizado significativo.



A utilização da tecnologia como ferramenta pedagógica mostrou-se eficiente para tornar o ensino de Biologia mais dinâmico, acessível e significativo, favorecendo a compreensão de um tema abstrato e interdisciplinar. De acordo com Mantoan (2006), a inclusão exige práticas pedagógicas que respeitem as diferenças. A adaptação sensorial do modelo de ecolocalização para alunos com deficiência é um exemplo de como o Arduino pode atender a essa necessidade, oferecendo um meio alternativo de aprendizagem.

A aplicação do Arduino em sala de aula tem se mostrado uma ferramenta valiosa para professores que buscam tornar o ensino mais interativo, contextualizado e acessível. Com essa inserção, pode-se observar uma maior interação por parte dos alunos, de modo que o nosso trabalho fosse contemplado com êxito. Ademais, por ser um recurso de baixo custo e fácil manipulação, o Arduino permite que docentes construam, junto com os alunos, modelos práticos que aproximam a teoria da realidade, como foi o caso da simulação da ecolocalização de golfinhos. Com sensores e uma programação simples, é possível demonstrar como ondas sonoras funcionam na navegação desses animais, tornando um conceito abstrato mais compreensível e significativo. O projeto reforça o que a literatura aponta sobre a eficácia do uso de tecnologias assistivas de baixo custo. A utilização do Arduino, com sua capacidade de emitir alertas sonoros para medir distância, reduz barreiras sensoriais, promovendo a equidade no ensino.

Os resultados obtidos durante a aplicação da metodologia evidenciaram avanços consideráveis na aprendizagem dos estudantes, com melhor assimilação dos conceitos biológicos, maior interesse pela temática ambiental e desenvolvimento de habilidades cognitivas e socioemocionais, como pensamento crítico, cooperação e resolução de problemas. De acordo com Moran (2015), a inserção da tecnologia na educação deve ser compreendida como um meio de potencializar aprendizagens criativas e significativas.

Esse tipo de abordagem que utilizamos transforma a aula tradicional em uma experiência de aprendizagem ativa, em que os alunos se tornam protagonistas do próprio processo. Ao lidar com montagem de circuitos, testes e resolução de problemas em grupo, desenvolvem-se não apenas competências cognitivas ligadas aos conteúdos de biologia e física, mas também habilidades socioemocionais como colaboração, comunicação e



perseverança diante dos desafios. O professor assume um papel de mediador, guiando a investigação e estimulando a curiosidade científica.

Outro ponto de destaque foi o caráter inclusivo da proposta. A adaptação do dispositivo para alunos com deficiência visual demonstrou o potencial inclusivo da proposta, comprovando que o uso de tecnologias acessíveis pode reduzir barreiras e promover equidade no ensino, conforme destacam Santos e Freitas (2021). A interação entre os colegas reforçou a empatia, a colaboração e o senso de pertencimento, aspectos indispensáveis para a formação cidadã e ética no ambiente escolar.

Durante as discussões, observou-se maior sensibilidade em relação à preservação dos golfinhos e dos ecossistemas marinhos, alinhando-se à visão de Mitre et al. (2008) sobre o papel das metodologias ativas na formação ética e cidadã. As interações e a cooperação em grupo também refletem as concepções de Vygotsky (1998), que entende a aprendizagem como um processo mediado pela interação social.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A experiência comprovou que metodologias inovadoras, quando bem planejadas e contextualizadas, são capazes de transformar o ambiente de sala de aula em um espaço de construção coletiva do conhecimento.

Durante a atividade, os alunos mostraram entusiasmo em compreender o funcionamento da ecolocalização, aplicando conceitos de física, biologia e tecnologia de maneira integrada. Tal engajamento confirma o potencial do ensino prático como recurso de aproximação entre teoria e realidade, aspecto fundamental para o aprendizado efetivo de ciências.

Ao final, promoveu-se uma reflexão coletiva sobre o experimento, abordando a importância da interdisciplinaridade entre biologia, física e tecnologia, bem como o potencial do Arduino como ferramenta pedagógica acessível. O procedimento, além de fortalecer o aprendizado conceitual, também contribuiu para o desenvolvimento de competências como trabalho em equipe, pensamento crítico e resolução de problemas, reforçando o caráter investigativo e participativo da proposta.



Assim, o uso do Arduino mostrou-se um recurso eficaz para promover aprendizagem ativa, inclusão e o desenvolvimento de competências essenciais para o século XXI, em consonância com a BNCC (BRASIL, 2018), que propõe o uso de tecnologias digitais e práticas interdisciplinares como instrumentos de inovação pedagógica.

Portanto, conclui-se que a proposta didática aplicada contribuiu significativamente para uma aprendizagem significativa e contextualizada, reforçando a importância da tecnologia como aliada na construção do saber científico e na formação de cidadãos críticos, conscientes e inclusivos. O uso do Arduino como ferramenta didática revelou-se não apenas um recurso tecnológico, mas também um instrumento de transformação pedagógica, capaz de aproximar os alunos da realidade científica e desenvolver competências essenciais para a formação integral.

Futuras pesquisas poderão ampliar essa abordagem para outros contextos e conteúdos biológicos, fortalecendo práticas educativas criativas, colaborativas e acessíveis.

REFERÊNCIAS

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: MEC, 2018.

KRASILCHIK, M. **Prática de ensino de biologia**. São Paulo: Edusp, 2004.

MITRE, S. M. et al. Metodologias ativas de ensino-aprendizagem na formação profissional em saúde: debates atuais. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 13, n. 2, p. 2133–2144, 2008.

MORAN, J. **A integração das tecnologias na educação**. São Paulo: Papirus, 2015.

SANTOS, C. F.; FREITAS, R. L. Tecnologias assistivas e inclusão educacional: desafios e possibilidades. **Revista Educação e Tecnologia**, v. 26, n. 2, p. 112–125, 2021.



SILVA, J. M.; OLIVEIRA, P. R. Interdisciplinaridade no ensino de ciências: perspectivas e desafios. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v. 13, n. 3, p. 45–59, 2020.

VYGOTSKY, L. S. **A formação social da mente: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores**. 6. ed. São Paulo: Martins Fontes, 1998.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. **Ensinar ciências e a aprendizagem da investigação científica**. 2. ed. São Paulo: Cortez, 2018.

DEMO, Pedro. **Educar pela pesquisa**. 13. ed. Campinas: Autores Associados, 2011.

KENSKI, Vani Moreira. **Educação e tecnologias: o novo ritmo da informação**. 8. ed. Campinas: Papirus, 2012.

MANTOAN, Maria Teresa Eglér. **Inclusão escolar: o que é? Por quê? Como fazer?** 6. ed. São Paulo: Moderna, 2015.

MORAN, José Manuel. **A integração das tecnologias na educação**. São Paulo: Papirus, 2015.

MANTOAN, M. T. E. **Inclusão escolar: o que é? por que? como fazer?**. São Paulo: Moderna, 2006.

MORÁN, J. Coleção Mídias Contemporâneas. **Convergências Midiáticas, Educação e Cidadania: aproximações jovens**. Vol. II] Carlos Alberto de Souza e Ofélia Elisa Torres Morales (orgs.). PG: Foca Foto-PROEX/UEPG, 2015.

