

Estudos do meio ambiente a partir de técnicas de sensoriamento remoto

RESUMO

O presente estudo é classificado como uma metanálise qualitativa, e trata do uso do sensoriamento remoto no ensino de ciências. Visa a explorar, por meio de revisão bibliográfica de artigos científicos, como são utilizados tais recursos no contexto educacional, identificando as contribuições da utilização dessas técnicas. Para tanto, foram selecionados oito artigos relacionados com o uso de sensoriamento remoto e a temática ambiental. Os dados revelaram que: o *site Google Earth™* é o mais comumente utilizado; o desenvolvimento desse tipo de trabalho tem aumentado, e; são aplicados mais no ensino fundamental do que no ensino médio. Os trabalhos evidenciam, ainda, que essas atividades podem contribuir para os processos de ensino e de aprendizagem, com potencial para geração de conhecimento por meio de análises de imagens, discussões e reflexões no que diz respeito à vida cotidiana dos alunos, favorecendo assim a desalienação e a disseminação de uma cultura de cidadania entre os estudantes.

PALAVRAS-CHAVE: Educação Ambiental Remota; *Google Earth™*; Meio Ambiente via Satélite.

Alisson Passos Schleich

<http://orcid.org/0000-0001-5080-9084>

alisson.schleich@acad.pucrs.br

Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul - Porto Alegre, RS, Brasil.

João Bernardes da Rocha Filho

<http://orcid.org/0000-0002-5058-3107>

jbrfilho@pucrs.br

Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul - Porto Alegre, RS, Brasil.

Regis Alexandre Lahm

<http://orcid.org/0000-0002-1102-5655>

ralahm@hotmail.com

Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul - Porto Alegre, RS, Brasil.

INTRODUÇÃO

O avanço tecnológico tem proporcionado aumento no número de estudos que utilizam ferramentas como computadores, *tablets* e *smartphones* em sala de aula. Seja por meio de *softwares* (via *PC/desktop*) ou aplicativos (via dispositivos móveis), a utilização das técnicas de sensoriamento remoto se apresenta como fonte de informação, obtenção de dados e produção de conhecimento.

A pesquisa evidenciou que a utilização do sensoriamento remoto é considerada ainda algo de novo, embora seja crescente o número de trabalhos publicados, e que sua utilização influencia positivamente a motivação dos estudantes.

Nesse contexto, o programa computacional mais utilizado para esse tipo de estudo é o *Google Earth™*, embora hoje exista uma versão mais atual e com mais recursos, o *Google Earth Pro™*. Ambos permitem a realização do mapeamento da superfície terrestre por meio de satélites, e assim possibilitam a análise remota dos locais a serem estudados, ou seja, sem que o observador necessite estar fisicamente presente na região de estudo.

Essas ferramentas podem ser de grande valia para professores e estudantes, uma vez que são eles quem executam as tarefas nos meios digitais, não apenas com repasse de conteúdo, mas sim com desenvolvimento de ações e pesquisas que façam sentido e sejam capazes de gerar reflexão entre os estudantes (VALENTE, 1998).

Este trabalho é resultado de um estudo teórico realizado com a finalidade de promover o conhecimento acerca de algumas técnicas de sensoriamento remoto utilizadas para fins educacionais, ultimamente disseminadas na literatura da área. O objetivo central foi o de realizar um estudo que evidenciasse os pontos positivos do uso de sensoriamento remoto, assim como os desafios para sua aplicação.

A seguir são apresentadas a fundamentação teórica deste estudo, os procedimentos metodológicos adotados, os resultados encontrados, uma discussão sobre esses resultados, as conclusões alcançadas e, por fim, as referências bibliográficas.

METODOLOGIA

A pesquisa consistiu em um estudo caracterizado como uma metanálise qualitativa (PINTO, 2013). O objetivo foi verificar e posteriormente analisar como tem sido utilizado o sensoriamento remoto como ferramenta em estudos relacionados à temática ambiental. O trabalho visou, ainda, a investigar o processo de construção de conhecimentos com o auxílio de novas tecnologias (software *Google Earth™*) nos diferentes trabalhos. Nos estudos selecionados os alunos tiveram contato com imagens via satélite e fizeram análises delas, explorando o *site* e elaborando produções, discussões, reflexões e críticas.

A busca foi realizada nos bancos de dados *Scielo* e *Google Acadêmico*, por serem bases confiáveis e com grande número de produções, sendo referências para estudos acadêmicos. Foram selecionados oito artigos científicos, todos publicados em periódicos ou eventos nacionais da área educacional a partir de 2005, para a fundamentação teórica desse estudo. Naquele ano ocorreu o advento

do *software Google Earth™*, principal ferramenta utilizada para a construção de conhecimento com a utilização de sensoriamento remoto. O estudo visou mostrar a evolução da utilização dessas técnicas na temática ambiental no cenário brasileiro.

As palavras-chave utilizadas para a busca dos artigos foram “Sensoriamento remoto e ensino de ciências”, “Sensoriamento remoto e meio ambiente”, “Ensino e *Google Earth*”. Os artigos encontrados passaram por análise de seus resumos e posterior filtragem, com base nos objetivos dessa pesquisa. Os critérios adotados para a seleção foram trabalhos que utilizaram o *Google Earth™* como fonte de informações de sensoriamento remoto em suas atividades, cujo tema estava vinculado ao estudo do meio ambiente. Ao final, foram contemplados um total de oito artigos, sendo a maioria Qualis A ou B (Capes).

A INVESTIGAÇÃO

Meio ambiente, Educação e Sociedade

O tratamento do tema ambiental na escola tende a ser precário (MACHADO, 2008), mesmo sendo um conteúdo transversal proposto já nos Parâmetros Curriculares Nacionais e presente nos currículos escolares de algumas escolas desde o início dos anos 1970 (VALLA *et al.*, 2014). Parece que escolas e professores podem não estar preparados para incluir ações efetivas nesta direção, já que as licenciaturas podem não enfatizar a capacitação para o ensino desse tópico (CAMPOS; CAVALARI, 2017). Desse modo, o enfrentamento da questão exige disposição por parte dos professores, que desde o início devem estabelecer junto a seus alunos um compromisso de respeito e uso sustentável dos recursos (todos oriundos, em última instância, de fontes naturais), formando uma identidade pessoal já vinculada às questões ambientais.

Assim, torna-se necessário que os professores utilizem com parcimônia metodologias que contemplem o simples repasse de informações, abdicando do caráter reflexivo e crítico, pois essa atitude pedagógica pouco contribui para o processo educativo, bem como para a formação de um cidadão conscientemente inserido no contexto político, econômico e social (DEMO, 2000). É preciso enfrentar a temática com o reconhecimento de que “[...] o que se aprende na escola deve aparecer na vida” (DEMO, 1998, p.17). Ou seja, as atividades escolares devem buscar um viés relacionado com o cotidiano discente e de sua comunidade, a fim de gerar interesse e atitudes capazes de levar os estudantes a se tornarem agentes de mudança em seus meios sociais.

Isso se torna especialmente crítico em um momento histórico no qual as mudanças climáticas parecem ocorrer em uma velocidade alarmante, provavelmente vinculadas a origens antrópicas, especialmente o desmatamento das florestas tropicais para expansão dos pastos de criação de gado e dos gases de efeito estufa liberados por esse mesmo gado e pela queima de combustíveis fósseis (SANTOS; FÁVARO; ROCHA FILHO, 2022). As nações já não podem ignorar esse fenômeno mundial, pois os degelos especialmente da Antártida e da Groenlândia estão fazendo os oceanos subirem seus níveis, invadindo terras costeiras onde se situam a maior parte das grandes cidades e muitas das áreas agricultáveis do planeta. Para além das questões econômicas envolvidas, as

sociedades também têm que conviver cada vez mais com mudanças nos regimes de chuvas, além de eventos climáticos extremos que arrasam plantações, causam deslizamentos de terra e inundam cidades (ibidem).

Tanto no sentido macro, da busca por soluções para impedir que o processo das mudanças climáticas siga em marcha acelerada no planeta, quanto no sentido micro, dos governos locais que necessitam informações de qualidade para se tornarem capazes de tomar decisões corretas e planejarem estratégias de mitigação de danos, protegendo suas populações de perigos maiores, as ferramentas do sensoriamento remoto têm sido úteis, o que justifica sua utilização também no ensino. Partindo de indicadores econômicos, Valeretto e Constantino (2020), por exemplo, concluíram que o agronegócio é o atual causador do aumento das emissões de gases de efeito estufa no planeta, e vem ampliando suas emissões, ao contrário dos outros setores econômicos, que as vêm diminuindo, como os transportes e a geração de energia. A conclusão semelhante se poderia chegar, provavelmente, partindo-se da análise de imagens orbitais do desmatamento e da expansão dos pastos no Brasil e no sudeste asiático.

Por isso, a educação tem um papel decisivo na formação de novas gerações que alcancem condições de adaptarem seus hábitos e ajustarem suas necessidades para dentro de limites éticos razoáveis, que na pós-modernidade vêm sendo largamente ignorados em nome de uma globalização que só existe quanto à informação, mas não quanto aos meios de produção ou riqueza. Em um mundo cada vez mais desigual e com pessoas cada vez mais individualistas e egocentradas as dificuldades para solucionar problemas globais se tornam maiores e podem se tornar insolúveis (GONÇALVES; LOPES; SIVA SILVEIRA, 2021). De fato, em se tratando de educação para a ciência, apenas uma atitude transdisciplinar pode ser capaz de conduzir a humanidade ao deslindamento da problemática ambiental, pois a intuição persistente de que a tecnologia proverá uma solução parece não se aplicar nesse caso (ALBUQUERQUE; ROCHA FILHO, 2022), que envolve hábitos arraigados e vícios.

Tecnologias de Sensoriamento Remoto aliadas ao Meio Ambiente

A partir da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (Lei nº 9.394, de 1996), a escola passou a ser responsável pela inserção de modos de ensino que qualifiquem ainda mais a formação dos estudantes. Em resposta a essa diretriz, a introdução de geotecnologias em sala de aula pode ser útil e de grande valia no que diz respeito à educação ambiental crítica e transformadora.

A geotecnologia consiste, basicamente, no uso de técnicas de sensoriamento remoto que se apoiam nas imagens do *Google Earth™*, por exemplo, programa esse de largo uso fora do âmbito da educação. Nele é possível localizar, visualizar, identificar, girar, tracejar e obter uma série de dados por meio de imagens, inclusive em 3 dimensões. Barros (2012) argumenta que a utilização desse tipo de recurso traz contribuições no que diz respeito aos estudos ambientais e ocupação da Terra.

As aplicações de conhecimentos oriundos da geotecnologia têm aumentado significativamente em diferentes campos do saber, incluindo a educação. Segundo Mendes e Refosco (1999, p.41) “[...] o Sensoriamento Remoto é uma ferramenta auxiliar na identificação das áreas degradadas, inclusive aquelas de pouco acesso”.

Essa possibilidade permite a um professor contextualizar o ensino pela exploração da problemática ambiental em sua cidade e entorno escolar, utilizando estratégias criativas, próprias para o desenvolvimento da prática investigativa e da criticidade dos estudantes.

A observação remota de imagens e a possibilidade de analisar grandes extensões são as principais características dessa tecnologia, que permite o acompanhamento sistemático de manchas urbanas, crescimento desordenado de cidades e populações, fontes poluidoras de rios e arroios, desmatamento, reflorestamento, ocupação e uso do solo. Apesar disso, essas técnicas têm ainda pouca difusão nas salas de aulas, havendo indicações de que seus potenciais como auxiliares aos estudos relacionados ao meio ambiente não têm sido suficientemente explorados. Isso provavelmente ocorre, entre outros fatores, devido a falhas na formação inicial docente, associada à ausência de formação continuada desses profissionais, sem a qual se torna difícil acompanhar os avanços tecnológicos (FLORENZANO, 2002).

O sensoriamento remoto é considerado técnica de baixo custo, fácil manuseio, e acessível para a educação (SANTOS, 2008), e pode contribuir para a aprendizagem sobre temas relativos ao meio ambiente, como ecossistemas, biomas, queimadas e desmatamentos. Conforme Brunner (2004), a educação vive um tempo revolucionário, em parte porque a escola agora tem acesso a novas tecnologias, cada vez mais úteis. Nesse contexto, a utilização de geotecnologias visa a oportunizar aos alunos o estabelecimento de relações entre o homem e a natureza, e, a partir disso, ampliar seus sentidos críticos, com base em dados em tempo real sobre a modificação de rios, o desrespeito aos limites da mata ciliar, as cheias, o assoreamento, os aterros, a mineração, a perda de áreas verdes, o desmatamento, as queimadas e o crescimento urbano (SCHLEICH, 2015).

Essa possibilidade contemporânea pode gerar discussões entre professores de diferentes disciplinas, envolvendo seus alunos em atividades interdisciplinares. Como ressalta Baker (1986), o recente e rápido desenvolvimento da tecnologia de sensoriamento remoto contribui para a evolução das próprias ciências ambientais, ao mesmo tempo em que facilita a inter-relação desta com as demais ciências.

Resultados e Discussão

Para cada um dos artigos selecionados foi elaborado um parecer, buscando evidenciar a relação entre o sensoriamento remoto, educação, meio ambiente, e a interação com os sujeitos envolvidos nas pesquisas. A Tabela 1 traz as referências completas dos artigos analisados. Posteriormente, há uma descrição do material apreciado.

Tabela 1. Artigos selecionados para apreciação e discussão

Artigo	Ano	Referência bibliográfica
1	2007	Santos Jr., D. N. e Lahm, R. A. (2007) Proposta de oficina pedagógica: os recursos do <i>software Google Earth™</i> da (re) escrita e do desenho na educação espacial. <i>Ciência & Ensino</i> , 2 (1), 1-14.
2	2011	Almeida, R. S. (2011) O uso do <i>Google Maps™</i> e <i>Google Earth™</i> para o estudo do meio e trabalho de campo no parque municipal de Maceió. In: Anais do V Colóquio

		Internacional. "Educação e Contemporaneidade". São Cristóvão, SE, 1-15.
3	2012	Pereira, T. R. D. S.; Nascimento, F. S.; Pereira, I. B. e Anjos, T. D. S. (2012) Potencial social de articulação entre ensino médio e a engenharia articulação universidade e ensino médio: as potencialidades das geotecnologias e o conhecimento científico na escola. Revista Dynamis. FURB, Blumenau, 12 (2), 29-35.
4	2013	Koeppe, C. H. B.; Lahm, R. A.; Borges, R.M.R. Usina hidrelétrica de belo monte: uma polêmica atual para despertar a educação ambiental crítica. Experiências em Ensino de Ciências (UFRGS), v. 8, p. 17-28, 2013.
5	2014	Kripka, R. M. L.; Viali, L., Lahm, R. A. Utilização dos recursos do <i>Google Earth™</i> e do <i>Google Maps™</i> no ensino de ciências. Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa, v. 13, p. 89-101, 2014.
6	2015	Schleich, A. P.; Rocha Filho, J. B.; Lahm, R. A. Construção de conhecimentos sobre meio ambiente, utilizando geotecnologias. Renote. Revista Novas Tecnologias na Educação, v. 13, p. 10-20, 2015.
7	2017	Puhl, C. S.; Muller, T. J.; Viali, L.; Lahm, R. A. Resolução de problemas e sensoriamento remoto: em busca de uma aprendizagem ativa com estudantes do 9º ano. Renote. Revista Novas Tecnologias na Educação, v. 15, p. 1-10, 2017.
8	2018	Puhl, C. S.; Muller, T. J.; Viali, L.; Lahm, R. A. Uma experiência com o <i>Google Earth™</i> : em busca de uma aprendizagem ativa e ao comprometimento social de estudantes do ensino fundamental. Experiências em Ensino de Ciências (UFRGS), v. 13, p. 19-32, 2018.

Fonte: Elaborado pelo autor

O artigo 1, de Santos e Lahm (2007), traz em sua proposta uma série de oficinas, utilizando o *Google Earth™* como ferramenta em aulas para estudantes de Ensino Médio. As atividades descritas no artigo consistem na exploração dos recursos do *site* e posterior produção de textos, com o objetivo de que os estudantes reflitam criticamente sobre os impactos sociais de alterações ambientais que ocorreram naqueles locais, ao longo do tempo.

Os autores constataram que as atividades desenvolvidas geraram atenção e interesse, provavelmente devido ao fato de serem incomuns no cotidiano e de utilizarem o contexto geográfico dos alunos como fonte de informações para as tarefas. Também concluíram que este tipo de tecnologia utilizada nas oficinas permite o estudo de outros eventos, constituindo-se em uma aliada nos estudos relacionados ao meio ambiente, como focos de incêndio, desmatamentos, crescimento urbano, entre outros, podendo ampliar a consciência ambiental dos participantes.

O artigo 2, de Almeida (2011), descreve um desenvolvimento envolvendo estudantes do Ensino Fundamental de escolas estaduais da cidade de Maceió, em Alagoas. Teve por objetivo aplicar uma proposta diferenciada de ensino, utilizando sensoriamento remoto, que pudesse produzir conhecimento e ao mesmo tempo fomentar atitudes responsáveis frente aos problemas do cotidiano dos estudantes. O *software* mais utilizado foi o *Google Earth™*, e os estudantes exploraram diferentes localidades, visando ao estudo da realidade que os cerca. O autor relata que o uso dessa técnica foi positivo, auxiliando os estudantes na construção de

conhecimentos e produzindo efeitos não apenas cognitivos, mas também emocionais, gerando motivação e, por conseguinte, maior interesse e aprendizagem.

O artigo 3, de Pereira e outros (2012), aborda o uso de geotecnologias de sensoriamento remoto, como o *Google Earth™* e o *Google Maps™*, em atividades desenvolvidas para estudantes do ensino médio de Salvador, na Bahia. O estudo foi proposto pela Universidade do Estado da Bahia, por meio de atividades extraclasse, e teve como objetivo oportunizar o uso de novas tecnologias e contribuir para a educação científica dos estudantes. Os autores defendem a inovação em sala de aula, buscando novas formas de aprender e de ensinar, tendo em vista a constante evolução científica e tecnológica da atualidade. As atividades identificaram as transformações sociais relacionadas aos espaços urbanos, à poluição, ao desmatamento e ao uso e ocupação do solo, entre outros assuntos.

Os autores evidenciaram que as geotecnologias têm trazido boas contribuições à educação, como recursos didáticos que favorecem a interatividade, aproximando objetos de estudo e estudantes. Além disso, segundo os autores, são inovações que favorecem o despertar de novas formas de pensar e de analisar criticamente a realidade, contribuindo para a formação de agentes conscientes e multiplicadores de informações em diferentes áreas.

O artigo 4, de Koeppe, Lahm e Borges (2013), aborda a influência da mídia sobre a formação de opinião nos participantes, educandos de uma escola da cidade de Gravataí, no Rio Grande do Sul. O tema foi a construção da usina hidrelétrica de Belo Monte, no Pará, trazendo à discussão os benefícios e malefícios associados à obra, principalmente para os povos indígenas que habitam o local.

Após a proposição de uma série de atividades, tais como a realização de pesquisas individuais e trabalhos em grupos, assim como a visualização de imagens orbitais por meio do *software Google Earth™* e também de vídeos, os participantes foram avaliados. Os autores constataram evidências de que houve ampliação da criticidade dos estudantes com relação às informações veiculadas pelas diferentes mídias, assim como da capacidade de emissão de opiniões tecnicamente embasadas. Isso favorece o engajamento em causas sociais e, por conseguinte, a própria cidadania (SILVA; ARAÚJO; SANTOS, 2016).

Nesse estudo, o sensoriamento remoto foi essencial, pois os discentes puderam visualizar extensas áreas de terra e discutir, após a análise das imagens, os impactos ambientais causados por uma construção dessa magnitude - o que seria praticamente inviável em um ambiente escolar, que pode estar distante milhares de quilômetros do local em questão, com acesso apenas a interpretações mediadas pelas diferentes mídias.

O artigo 5, de Kripka, Viali, e Lahm (2014), faz uma análise das publicações sobre a utilização do *Google Earth™* e do *Google Maps™* como recursos didáticos e pedagógicos desde o ano de 2005 até 2014. Para tanto, foi preestabelecido pelos autores que esse levantamento seria elaborado a partir de 10 publicações, sendo a maioria artigos da área das tecnologias aplicadas ao ensino de ciências, matemática e geografia.

Além de evidenciar que o uso das ferramentas proporcionou avanços técnicos e práticos nas diferentes áreas, o resultado da metanálise indicou a contribuição

que os trabalhos trouxeram para a melhoria da aprendizagem dos estudantes. Ficou evidenciado que, apesar de haver certo distanciamento físico entre os estudantes e os objetos estudados, a maior parte dos trabalhos produziu algum grau de amadurecimento nos participantes.

Os autores salientam que atividades envolvendo sensoriamento remoto podem contribuir com os processos de ensino e de aprendizagem, com bom potencial de geração de discussões, reflexões e ações na sociedade. Em contraponto, destacam que alguns artigos se baseiam apenas em atividades previamente preparadas pelo professor, na qual os estudantes têm a oportunidade de usar novas tecnologias, ou seja, apenas praticar. Nesses casos, por vezes, o senso crítico é pouco explorado, uma vez que as tarefas são elaboradas previamente e os estudantes se limitam apenas a usar as ferramentas, havendo pouca ou nenhuma contextualização ou reflexão sobre os acontecimentos do cotidiano. Apesar dos recursos, assim, os alunos são passivos no processo, talvez apenas incorporando alguns conhecimentos superficiais ou pouco relevantes sob o ponto de vista do desenvolvimento da criticidade e da cidadania.

O artigo 6, de Schleich, Rocha Filho e Lahm (2015), foi desenvolvido com um grupo de estudantes do ensino fundamental, pertencentes ao Clube de Ciências de um colégio privado da cidade de Porto Alegre, no Rio Grande do Sul. O objetivo da investigação foi compreender como o uso de geotecnologias, como o sensoriamento remoto, influencia na construção de conhecimentos sobre a temática ambiental. As atividades desenvolvidas consistiram na visualização e interpretação de imagens orbitais obtidas via *software Google Earth™*, bem como oficinas com a utilização de aparelhos de *GPS*, entre outras. A investigação permitiu concluir que o uso das técnicas empregadas favoreceu a aprendizagem, motivou os alunos no processo de construção de saberes e permitiu a construção e reconstrução dos conhecimentos ao longo da pesquisa.

O artigo 7, de Puhl e outros (2017), relata uma atividade realizada com estudantes do ensino fundamental de uma escola de Bom Princípio, no Rio Grande do Sul. O objetivo do estudo foi identificar áreas que sofreram desmatamento ao longo dos últimos anos nas proximidades da instituição de ensino. Foram realizadas diversas atividades, sempre com o auxílio de tecnologias. A pesquisa fundamentou-se na resolução de problemas, em conjunto com o uso das Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC), por meio da utilização de técnicas de sensoriamento remoto.

Ao longo da experiência didática que foi incluída na investigação, os estudantes realizaram entrevistas com membros da comunidade, levantaram dados na rede mundial de computadores (*web*), e utilizaram imagens orbitais de satélites do programa *Google Earth™*. Os pesquisadores evidenciaram que a resolução de problemas associada com as TIC se confirmou como uma estratégia eficaz e sinérgica, promovendo uma aprendizagem ativa. Por fim, concluíram que os recursos tecnológicos utilizados trouxeram motivação aos estudantes e proporcionaram conhecimentos conceituais e desenvolveram uma atitude de autoria. O estudo proporcionou, ainda, oportunidade de expressão da criatividade, criticidade e autonomia - características indispensáveis na atualidade, de acordo com os autores.

O artigo 8, de Puhl e outros (2018), teve por objetivo analisar a área desmatada em um período de dez anos (2006-2016), em certa localidade onde os

participantes residem ou estudam. Neste trabalho o tema, ou problema gerador foi: “Na última década, em que proporção o desmatamento atingiu as comunidades dos estudantes da escola?”. A pesquisa, bem como a anterior, dos mesmos autores, foi baseada na resolução de problemas e nas Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC), utilizando inteligência espacial e técnicas de sensoriamento remoto. Os estudantes utilizaram o *software Google Earth™* para solucionar o problema.

Como resultado, os autores constataram que utilização de geotecnologias para solucionar um problema pode ser eficaz quando os estudos têm relação com o contexto e realidade do aluno. Também concluíram que, dessa maneira, é possível contribuir para a formação de estudantes críticos, criativos e preocupados com o meio em que vivem.

De modo geral, por meio da análise dos artigos incluídos nesta metanálise foi possível compreender de que forma o sensoriamento remoto tem sido utilizado para fins educacionais, principalmente nos estudos relacionados à natureza. Também foram evidenciadas algumas vantagens e limitações associadas ao uso desta tecnologia em atividades escolares. A seguir, são discutidas algumas das conclusões a que chegaram os autores.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

De modo geral, as evidências levantadas pelos autores dos trabalhos incluídos nesta metanálise permitem concluir que o conjunto de recursos tecnológicos utilizados contribuiu significativamente para a obtenção de bons resultados nas atividades educativas associadas, promovendo a (re)construção de conhecimentos pelos participantes. A utilização de técnicas de sensoriamento remoto proporcionou abordagens dinâmicas, favorecendo o desenvolvimento de habilidades, competências e capacidades nos participantes, assim como o aprendizado.

Entre os fatores que auxiliaram os alunos na construção de conhecimentos pode-se destacar: o uso de novas tecnologias, como o sensoriamento remoto, por intermédio do *software Google Earth™*; as trocas entre alunos durante as atividades; a socialização e comunicação dos resultados, por meio de debates e discussões; além do fator emocional, percebido pela motivação, curiosidade, criatividade, interesse, coleguismo, entre outros.

Essas descobertas corroboram Kripka (2014), referindo-se às vantagens do uso do *Google Earth™* na educação, quando afirma que foram identificadas a possibilidade de dinamizar o processo de aprendizagem, permitindo associações cognitivas diretas por meio da compreensão da configuração sócio espacial da realidade; a possibilidade de promoção da motivação e de aproximação dos estudantes no ambiente escolar, ao se familiarizarem com o software e perceber suas possibilidades na aprendizagem. Também, foi possível identificar que as geotecnologias potencializam a aprendizagem de formação geral, pois possibilitam estudos que não se restringem apenas às escolas e universidades ou seus entornos.

Desse modo, esta investigação evidenciou a concordância entre os autores arrolados quanto à oportunidade benfazeja que representa a possibilidade do uso das geotecnologias em atividades destinadas à construção de saberes na educação

básica, e que o uso dessas tecnologias não demanda alto investimento. Ao contrário, os equipamentos e sistemas necessários a essa utilização estão amplamente difundidos, inclusive de forma gratuita. O *software Google Earth™*, por exemplo, é o mais comumente utilizado, e pode ser instalado livremente em computadores, *tablets* e *smartphones*. Suas imagens podem ser acessadas, também sem qualquer custo, necessitando apenas de investimento em equipamentos básicos de informática e um acesso de rede disponível, o que já é realidade na quase totalidade das escolas. Alternativamente, por meio das redes de telefonia móvel, os próprios equipamentos de uso pessoal dos estudantes podem ser utilizados.

Também foi evidenciado, por meio desta investigação, que os estudos incluídos nesta metanálise tiveram como objetivos, entre outros: proporcionar subsídios para que os estudantes percebam as transformações ambientais ocorridas ao longo tempo; criar ou despertar consciência crítico-ecológica; projetar transformações sociais, e; promover condições culturais favoráveis ao estabelecimento de relações sustentáveis entre a comunidade e o meio ambiente (SCHLEICH, 2015).

Nas pesquisas avaliadas foram ressaltadas, ainda, a ampliação da motivação e da curiosidade dos estudantes, sugerindo que as emoções despertadas por ferramentas novas e diferenciadas de ensino podem contribuir significativamente para construção de conhecimentos de maneira eficaz e prazerosa, e que sua utilização favorece o surgimento de novas ideias e conceitos mais ajustados à realidade.

Nos trabalhos, também houve relatos de que a maioria alunos disse gostar das atividades propostas, e que as tecnologias podem ser aliadas dos educadores. Além disso, houve unanimidade sobre a utilização do *Google Earth™*, que os autores apontam como capaz de tornar os encontros mais interessantes, em comparação às aulas transmissivas. Eles também salientam que nesse tipo de atividade o estudante atua vigorosamente no processo de aprendizagem, enquanto o professor apenas o orienta, incentivando a independência e a autonomia, aprimorando a construção de saberes e proporcionando a oportunidade de autoeducação.

Os estudos, em geral, revelaram que as geotecnologias podem ser recursos de grande potencial a serem explorados na educação básica, e que a demanda por esse tipo de ferramenta tende a aumentar com o passar dos anos. Com base nessa metanálise, foi possível verificar também que, até o presente momento, não são muitos os trabalhos que associam o estudo da natureza com esse tipo de tecnologia, o que significa que talvez haja uma exploração insuficiente de sua potencialidade. Contudo, essas poucas publicações já evidenciaram resultados satisfatórios, sugerindo que essas técnicas devam continuar sendo aplicadas, pois trazem contribuições para o ensino.

Por fim, o uso de sensoriamento remoto e de outras tecnologias não tem por objetivo substituir outras ferramentas e metodologias já consolidadas e largamente difundidas no ensino, mas visam à inclusão dessas novas técnicas em complementação àquelas já utilizadas na educação. Como perspectiva, pode-se destacar que, por apresentarem baixo custo, serem de fácil acesso e manuseio, serem técnicas inovadoras e diferenciadas e motivarem os alunos, as

geotecnologias têm potencial para serem cada vez mais utilizadas para fins educacionais.

Nesta metanálise, envolvendo o uso do sensoriamento remoto por meio do *software Google Earth™* aplicado à área da educação, foram analisados oito artigos, visando identificar as contribuições e desafios da utilização dessas técnicas nos processos de ensino e de aprendizagem. Teve por objetivo, também, promover o conhecimento científico acerca da utilização do sensoriamento remoto em sala de aula, sobretudo no ensino básico.

Com base nos artigos analisados foi possível perceber que os estudantes foram capazes de utilizar o programa *Google Earth™* e explorá-lo de maneira satisfatória, atingindo os objetivos propostos, sem maiores dificuldades. Além disso, a utilização do *software* durante as tarefas mostrou-se capaz de despertar reflexões nos estudantes, contribuindo, assim, para a elaboração de novos conhecimentos e para a conseqüente evolução dos participantes, em termos de cidadania.

De uma maneira geral, a investigação permitiu concluir que o uso do sensoriamento remoto favoreceu e motivou os alunos, revelando que as geotecnologias são uma opção viável para a construção de conhecimentos no ensino. Ficou evidenciada, ainda, a impulsão que as geotecnologias podem dar aos estudos da natureza, corroborando a formação ativa, crítica e consciente dos estudantes.

Outro elemento percebido na metanálise foi o aumento gradativo do número de produções científicas ao longo dos anos. O estudo mostrou, também, que as atividades desenvolvidas com o auxílio do *Google Earth™* têm, comumente, alguma relação com a temática ambiental, fato que destaca o uso das geotecnologias nesta área. Também ficou claro que a maioria dos trabalhos desenvolvidos são de natureza qualitativa, além de mais direcionados ao Ensino Fundamental.

Os fatores limitantes à utilização do sensoriamento remoto no ensino se relacionam à falta de equipamentos e redes adequadas à realização dessas atividades, além da possível resistência ou despreparo de alguns professores frente aos recursos tecnológicos disponíveis na atualidade.

Environmental studies using remote sensing techniques

ABSTRACT

The present study is classified as a qualitative meta-analysis and deals with the use of remote sensing in science education. It aims to explore, through bibliographic review of scientific articles, how these resources are used in the educational context, identifying the contributions of the use of these techniques. To do this, eight articles were selected because are related to the use of remote sensing and the environmental theme. The data revealed that: the Google Earth™ website is the most used; the development of this type of work has increased, and; they are applied more in elementary education than in high school. The works also show that these activities can contribute to the teaching and learning processes, with the potential to generate knowledge through image analysis, discussions and reflections with regard to the students' daily lives, thus favoring the dissemination of a culture of citizenship among students.

KEYWORDS: Remote Environmental Education; Google Earth™; Environment via Satellite.

REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, N. F.; ROCHA FILHO, J. B. As pandemias contemporâneas e a ética da vida no ensino de ciências. **Debates em Educação**, v. 14, n. 34, p. 324–349, 2022.
- ALMEIDA, R. S. O uso do *Google Maps™* e *Google Earth™* para o estudo do meio e trabalho de campo no parque municipal de Maceió. In: **Anais do V Colóquio Internacional. “Educação e Contemporaneidade”**. São Cristóvão, Sergipe, p. 1-15, 2011.
- BAKER, V. R. Introduction: Regional Landforms Analysis. In: Short, N. M.; Blair, R. W. (ed.). **Geomorphology from space: A Global Overview of Regional Landforms**. Washington, DC: NASA. 717p. (NASA SP-486), 1986.
- BRUNNER, J. J. Educação no encontro com as novas tecnologias. In: Tedesco, J. C. (Org.). **Educação e novas tecnologias: esperança ou incerteza?** São Paulo: Cortez, 2004.
- CAMPOS, D. B.; CAVALARI, R. M. F. Educação Ambiental e formação de professores enquanto “sujeitos ecológicos”: processos de formação humana, empoderamento e emancipação. **REMEA-Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental**, v. 34, n. 1, p. 92-107, 2017.
- DEMO, P. **Educar pela Pesquisa**. 3 ed. Campinas, SP: Autores Associados, 1998.
- FLORENZANO, T. G. **Imagens de satélite para estudos ambientais**. São Paulo: Oficina de Textos, 2002.
- GONÇALVES, T. M.; LOPES, V.; SIVA SILVEIRA, B. Ecologia integral na hipermodernidade: a construção do sujeito sustentável em tempos de barbárie. In: FOLLMANN, J. I. **Ecologia integral: abordagens (im)pertinentes**, vol. 3. São Leopoldo: Casa Leiria, 2021, p. 181-194.
- KOEPPE, C. H. B.; LAHM, R. A.; BORGES, R. M. R. Usina hidrelétrica de belo monte: uma polêmica atual para despertar a educação ambiental crítica. **Experiências em Ensino de Ciências (UFRGS)**, v. 8, p. 17-28, 2013.
- KRIPKA, R. M. L.; VIALI, L.; LAHM, R. A. Utilização dos recursos do *Google Earth™* e do *Google Maps™* no ensino de ciências. **Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa**, v. 13, p. 89-101, 2014.
- MACHADO, J. T. **Um estudo diagnóstico da Educação Ambiental nas escolas do Ensino Fundamental do Município de Piracicaba/SP**. 2008. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente). Centro Universitário de Araraquara, UNIARA, 2008.
- MENDES, R. H.; REFOSCO, J. C. Levantamento de áreas degradadas, através de técnicas de Sensoriamento Remoto. **Revista Dynamis**. FURB, Blumenau, Santa Catarina. v. 6, n. 28, p. 40-49, 1999.
- MOROSINI, M. C.; FERNANDES, C. M. B. Estado do Conhecimento: conceitos, finalidades e interlocuções. **Educação Por Escrito**, Porto Alegre, v. 5, n. 2, p. 154-164, 2014.
- PEREIRA, T. R. D. S.; NASCIMENTO, F. S.; PEREIRA, I. B.; ANJOS, T. D. S. Potencial social de articulação entre ensino médio e a engenharia articulação universidade e ensino médio: as potencialidades das geotecnologias e o conhecimento científico

na escola. **Revista Dynamis**. FURB, Blumenau, Santa Catarina, v. 12, n. 2, p. 29-35, 2012.

PINTO, C. M. Metanálise qualitativa como abordagem metodológica para pesquisas em letras. **Atos de Pesquisa em Educação**, v. 8, n. 3, p. 1033-1048, 2013.

PUHL, C. S.; MULLER, T. J.; VIALI, L.; LAHM, R. A. Resolução de problemas e sensoriamento remoto: em busca de uma aprendizagem ativa com estudantes do 9º ano. **Renote. Revista Novas Tecnologias na Educação**, v. 15, p. 1-10, 2017.

PUHL, C. S.; MULLER, T. J.; VIALI, L.; LAHM, R. A. Uma experiência com o Google Earth: em busca de uma aprendizagem ativa e comprometimento social de estudantes do ensino fundamental. **Experiências em Ensino de Ciências (UFRGS)**, v. 13, p. 19-32, 2018.

SANTOS, F. M.; FÁVARO, C. L. J.; ROCHA FILHO, J. B. **Sobre a morte e o comer**: as implicações das tradições alimentares sobre as mudanças climáticas. Porto Alegre: Simplíssimo, 2022.

SANTOS, J. M.; LAHM, R. A.; BORGES, R. M. R. O sensoriamento remoto como recurso para a Educação Científica e Tecnológica. In: Borges, R. M. R.; Basso, N. R.; Rocha Filho, J. B. **Propostas Interativas na Educação Científica e Tecnológica**. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2008.

SANTOS JR., D. N.; LAHM, R. A. Proposta de oficina pedagógica: os recursos do software *Google Earth™* da (re)escrita e do desenho na educação espacial. **Ciência & Ensino**, v. 2, n. 1, p. 1-14, 2007.

SCHLEICH, A. P.; ROCHA FILHO, J. B.; LAHM, R. A. Construção de conhecimentos sobre meio ambiente, utilizando geotecnologias. **Renote. Revista Novas Tecnologias na Educação**, v. 13, p. 10-20, 2015.

SILVA, Â. J.; ARAÚJO, W. S.; SANTOS, W. L. P. A controvérsia científica como catalisadora de engajamento sociopolítico. **Indagatio Didactica**, v. 8, n.1, p. 1901-1916, 2016.

TRIVINÕS, A. N. S. **Introdução à pesquisa em ciências sociais**: a pesquisa qualitativa em educação. São Paulo: Atlas, 1987.

VALERETTO, G. J.; CONSTANTINO, M. Estimativa do Impacto dos Setores Produtivos nas Emissões de CO2e: Evidências para o Brasil (2000-2015). **Razão Contábil e Finanças**, v. 11 n. 2, 2020.

VALLA, D. F.; ROQUETTE, D. A. G.; GOMES, M. M.; FERREIRA, M. S. Disciplina escolar Ciências: inovações curriculares nos anos de 1950-1970. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 20, n. 2, p. 377-391, 2014.

Recebido: 06/03/2021

Aprovado: 15/06/2021

DOI: 10.3895/rts.v18n54.13039

Como citar: SCHLEICH, A.P. et al. Estudos do meio ambiente a partir de técnicas de sensoriamento remoto. **Rev. Technol. Soc.**, Curitiba, v. 18, n. 54, p. 38-52, out./dez., 2022. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/rts/article/view/13039>. Acesso em: XXX.

Correspondência:

Direito autoral: Este artigo está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.

