



Ensino, Meio Ambiente e Sensoriamento Remoto: análise das atividades desenvolvidas no ensino de ciências

Teaching, Environment and Remote Sensing: analysis of activities developed in science teaching

¹ Alisson Passos Schleich  

² Regis Alexandre Lahm 

³ João Bernardes da Rocha Filho 

RESUMO

O presente estudo é atualmente classificado como história da arte, e trata do uso do sensoriamento remoto no ensino de ciências. Visa a explorar, por meio de revisão bibliográfica de artigos científicos, como estão sendo utilizados tais recursos no contexto educacional, identificando as contribuições e limitações de uso dessas técnicas. Para tanto, foram selecionados e analisados oito artigos que tinham alguma relação com o uso de sensoriamento remoto e a temática ambiental. Os dados revelaram, por meio de metanálise, que: o *site Google Earth*™ é o mais comumente utilizado; o desenvolvimento desse tipo de trabalho tem aumentado; abrangem mais o ensino fundamental em relação ao médio. Os trabalhos evidenciam ainda que essas atividades podem contribuir no processo de ensino e de aprendizagem, com potencial de gerar conhecimento por meio de análises de imagens, discussões e reflexões.

Palavras-chave: Sensoriamento Remoto. *Google Earth*™. Ensino de Ciências.

ABSTRACT

The present study is currently classified as art history, 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 being used in the educational context, identifying the contributions and limitations of using these techniques. Eight articles were selected that had some relation with the use of remote sensing and the environmental theme. The data revealed that: Google Earth™ site is the most commonly used site; The development of this kind of work has increased; cover more elementary school than high school. The works also show that these activities can contribute to the teaching and learning process, with the potential to generate knowledge through image analysis, discussions and reflections

Keywords: Remote Sensing. *Google Earth*™. Science teaching.

1 Doutorando do Programa de Pós Graduação em Educação em Ciências e Matemática -EDUCEM PUCRS. Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul - Porto Alegre, RS, Brasil.

2 Professor Doutor do Programa de Pós Graduação em Educação em Ciências e Matemática -EDUCEM PUCRS. Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul - Porto Alegre, RS, Brasil.

3 Professor Doutor do Programa de Pós Graduação em Educação em Ciências e Matemática -EDUCEM PUCRS. Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul - Porto Alegre, RS, Brasil.

1 INTRODUÇÃO

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 realizar um estudo que evidenciasse, por meio de metanálise, os pontos positivos do uso de sensoriamento remoto, assim como os desafios para sua aplicação. Os autores dos artigos pesquisados nesse estudo fizeram constatações semelhantes em sua maioria, embora algumas divergências também tenham sido relatadas.

A pesquisa realizada por Santos e Lahm (2007), por exemplo, mostrou que a utilização do sensoriamento remoto é considerada ainda algo de novo na área da educação. Embora seja crescente o número de trabalhos publicados, e que sua utilização influencia positivamente a motivação dos estudantes, confirmando estudos preliminares desenvolvidos sobre o tema (Koepe; Lahm; Borges, 2013).

Para Almeida (2011), há indícios de que o avanço tecnológico e o crescente interesse dos professores no uso de tecnologias são alguns dos fatores que têm proporcionado aumento no número de estudos que utilizam computadores, *tablets* e *smartphones* como ferramentas em sala de aula, seja por meio de *softwares* ou aplicativos. Isso corrobora a utilização das técnicas de sensoriamento remoto como fontes de informação, obtenção de dados e produção de conhecimento (Pereira et al. 2012).

Nesse contexto, esse trabalho concluiu que um dos programas mais utilizados para esse tipo de estudo é o *Google Earth*TM - 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. A primeira versão foi disponibilizada de forma gratuita no ano de 2005. Hoje já existem diversas publicações científicas ilustrando as potencialidades de uso desses aplicativos em ambientes escolares, onde são apresentadas diferentes formas de uso destes recursos (Gomes, 2010; López, et al. 2013; Silva, 2013).

O *software* permite localizar e visualizar praticamente qualquer lugar da terra, por meio de imagens de satélite de alta resolução. Possibilita avaliar a dinâmica de processos geomorfológicos ao longo do tempo, por meio da comparação temporal da visualização de imagens em diferentes períodos históricos e avaliar a dinâmica de processos geomorfológicos ao longo do tempo. Possibilita ainda visualizar imagens em 3D de lugares habitados ou não, girar as imagens, marcar locais, medir distâncias entre pontos, marcar trajetos, traçar polígonos, bem como possibilita determinar a altitude e a longitude e latitude dos locais visualizados e permite fazer passeios virtuais em 3D, em grandes cidades, por meio do recurso do *Street View*. (Kripka; Viali; Lahm, 2014). Esses autores definem o *Google Earth*TM como um tipo de geotecnologia que foi “[...] concebida para realizar mapeamentos de superfícies terrestres, permitindo a obtenção de informações relacionadas à análise ambiental e de espacializações de diversos dados geográficos. Além destas funções, utilizadas por usuários em geral, seus recursos de mapeamento possibilitaram a elaboração de atividades de ensino diferenciadas. Por meio da técnica do sensoriamento remoto, é possível explorar imagens de satélite de alta resolução, de diferentes regiões do planeta, conhecer realidades além do entorno da escola, ampliando perspectivas sobre a compreensão dessas, especialmente no que diz respeito ao estudo do meio ambiente”.

Kripka, Viali, e Lahm (2014) destacam ainda que as 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. 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).

Schleich, Rocha Filho e Lahm (2015) constataram que, a partir da visualização e interpretação de imagens orbitais, foi possível aos estudantes construir conhecimentos. Além disso, as atividades motivaram mais os alu-

nos, em comparação às outras aulas. Já Puhl e outros (2017) evidenciaram esses e outros recursos tecnológicos trouxeram também motivação aos estudantes, além de proporcionar conhecimentos conceituais e desenvolvimento da autoria. Outro estudo, dos mesmos autores, destacou a oportunidade de expressão da criatividade, criticidade e autonomia pelos estudantes (Puhl et al. 2018).

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.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Meio Ambiente e Educação

O tratamento do tema ambiental na escola tende a ser precário (Machado, 2007). Mesmo que o meio ambiente já seja um dos temas transversais, previsto nos Parâmetros Curriculares Nacionais, e presente nos currículos escolares de algumas escolas desde o início dos anos 1970, o assunto é, muitas vezes, negligenciado (Valla et al. 2014).

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 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, 1998). 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.

2.2 Sensoriamento Remoto e 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 é tarefa contemporânea e útil à educação ambiental crítica.

A geotecnologia consiste, basicamente, no uso de técnicas de sensoriamento remoto que se apoiam nas imagens do *Google Earth*TM, programa 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. No decorrer do texto são apresentadas algumas imagens referentes aos recursos encontrados na plataforma.

Figura 1. Página inicial



Fonte: O autor (2022)

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.

Figura 2. Imagens de mudanças na paisagem ao longo do tempo, de 2006 a 2013



Fonte: Kripka; Viali; Lahm (2014)

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).

Figura 3. Desmatamento e crescimento urbano de 1984 a 2020



Fonte: O autor (2022)

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.

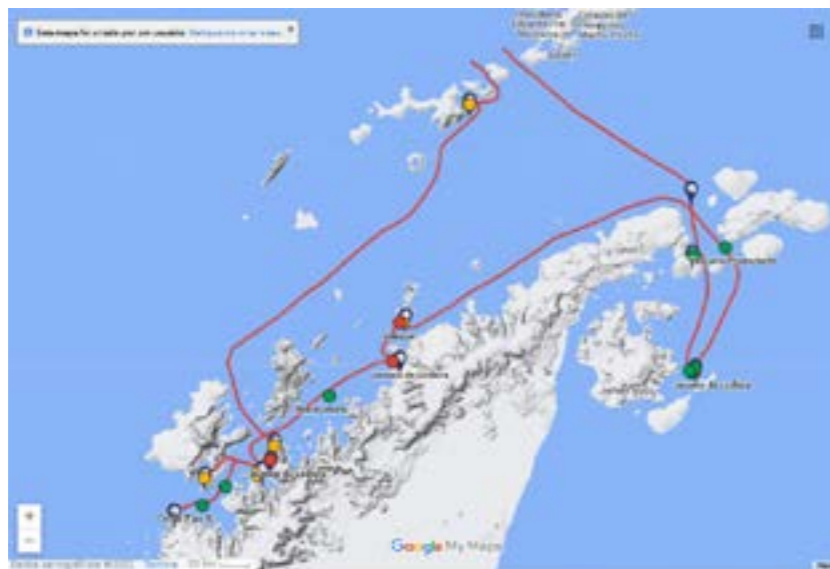
Por fim, há inúmeras possibilidades dentro da plataforma para utilização na educação. Alguns exemplos de outros recursos estão a seguir.

Figura 4. Projeção de mapas: formas e áreas



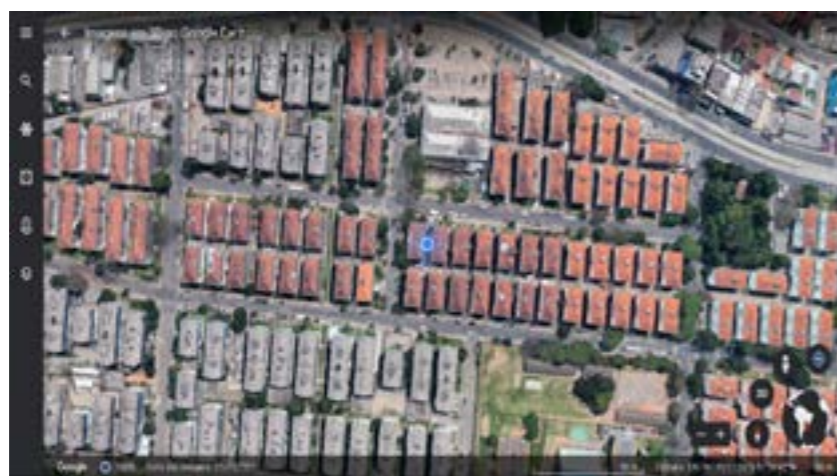
Fonte: O autor (2022)

Figura 5. Criação de rotas



Fonte: O autor (2022)

Figura 6. Visualização de imagens em modo 3D (3 dimensões)



Fonte: O autor (2022)

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A pesquisa consistiu em um estudo caracterizado como uma metanálise qualitativa (Pinto, 2013), embora possa ser muito assemelhado a um estado do conhecimento (Morosini; Fernandes, 2014), que é outro tipo de revisão sistemática. 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 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.

Após a busca nos bancos de dados *Scielo* e *Google Acadêmico*, foram selecionados oito artigos científicos, todos publicados em periódicos ou eventos da área educacional a partir de 2005, para a fundamentação teó-

rica desse estudo. Esse ano coincide com o advento do *software Google Earth™*, principal ferramenta utilizada para a construção de conhecimento com a utilização de sensoriamento remoto.

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 resultados preliminares retornaram 306 documentos, que passaram por análise e filtragem com base nos objetivos dessa pesquisa. Foram selecionados apenas 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).

4 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 software <i>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: <i>Anais do V Colóquio Internacional. “Educação e Contemporaneidade”</i> . 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. <i>Revista Dynamis. FURB, Blumenau</i> , 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. <i>Experiências em Ensino de Ciências (UFRGS)</i> , 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. <i>Revista Latinoamericana de Tecnologia Educativa</i> , 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. <i>Renote. Revista Novas Tecnologias na Educação</i> , 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. <i>Renote. Revista Novas Tecnologias na Educação</i> , 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. <i>Experiências em Ensino de Ciências (UFRGS)</i> , v. 13, p. 19-32, 2018.

Fonte: Elaborado pelo autor.

O artigo 1, 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 Koeppel, 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 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, 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 pré-estabelecido 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, 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.

4.1 Análise geral dos documentos

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*TM; 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*TM 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 socioespacial 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 de benfeitoria 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 altos investimentos. Ao contrário, os equipamentos e sistemas necessários a essa utilização estão amplamente difundidos, inclusive de forma gratuita. O *software Google Earth*TM, 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*TM, 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.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nesta metanálise, envolvendo o uso do sensoriamento remoto por meio do *software Google Earth*TM 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*TM 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 consequente 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*TM 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.

REFERÊNCIAS

Almeida, R. S. (2011) **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, SE, 1-15.

Baker, V. R. (1986). 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).

Brunner, J. J. (2004). Educação no encontro com as novas tecnologias. In: Tedesco, J. C. (Org.). **Educação e novas tecnologias: esperança ou incerteza?** São Paulo: Cortez.

Campos, D. B.; Cavalari, R. M. F. (2017). 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.

Demo, P. (1998). **Educar pela Pesquisa**. 3ª ed. Campinas, SP: Autores Associados.

Florenzano, T. G. (2002). **Imagens de satélite para estudos ambientais**. São Paulo: Oficina de Textos.

Gomes, S. A. (2010) **Cartografia multimídia: possibilidade para a produção de novos conhecimentos geográficos**. Brazilian Geographical Journal: Geosciences and Humanities research médium. 1(1), 116-35.

Koepe, C. H. B.; Lahm, R. A.; Borges, R. M. R. (2013). 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.

Kripka, R. M. L.; Viali, L.; Lahm, R. A. (2014). Utilização dos recursos do Google Earth™ e do Google Maps™ no ensino de ciências. **Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa**, v. 13, p. 89-101.

López, A. A., Escolano, C. L., Solé, C. S, Antón, M. Z., Llovería, R. M. e Campos, Á. P. (2013) **El potencial de Google Earth aplicado al análisis espacial en geografía**. In: González, R. M et al (Orgs.) Innovación en la enseñanza de la geografía ante los desafíos sociales y territoriales. Institución «fernando el católico» (c.s.i.c.), zaragoza (españa).

Machado, J. T. (2007). **Um estudo diagnóstico da Educação Ambiental nas escolas do Ensino Fundamental do Município de Piracicaba/SP**. 2007. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente). Centro Universitário de Araraquara–UNIARA.

Mendes, R. H.; Refosco, J. C. (1999). Levantamento de áreas degradadas, através de técnicas de Sensoriamento Remoto. **Dynamis – FURB - Blumenau – Santa Catarina**. Vol. 6, nº 28, p 40-49.

Morosini, M. C.; Fernandes, C. M. B. (2014). Estado do Conhecimento: conceitos, finalidades e interlocuções. **Educação Por Escrito**, Porto Alegre, v. 5, n. 2, p. 154-164.

Pereira, T. R. D. S.; Nascimento, F. S.; Pereira, I. B.; 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.

Pinto, C. M. (2013). 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. (2017). 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.

Puhl, C. S.; Muller, T. J.; Viali, L.; Lahm, R. A. (2018). Uma experiência com o Google Earth: 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.

Santos, J. M.; Lahm, R. A.; Borges, R. M. R. (2008). 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.

Santos Jr., D. N.; Lahm, R. A. (2007). 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.

Schleich, A. P.; Rocha Filho, J. B.; Lahm, R. A. (2015). Construção de conhecimentos sobre meio ambiente, utilizando geotecnologias. **Renote. Revista Novas Tecnologias na Educação**, v. 13, p. 10-20.

Silva, Â. J.; Araújo, W. S.; Santos, W. L. P. (2016). A controvérsia científica como catalisadora de engajamento sociopolítico. **Indagatio Didactica**, v. 8, n. 1, p. 1901-1916.

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