



# Alinhamento Cognitivo e Ensino Remoto: o caso do Tempo Geológico em uma disciplina de Geologia Introdutória

COGNITIVE ALIGNMENT AND REMOTE LEARNING: THE CASE OF GEOLOGICAL TIME IN AN INTRODUCTORY GEOLOGY COURSE

GISELE FRANCELINO MIGUEL<sup>1</sup>, CELSO DAL RÉ CARNEIRO<sup>2</sup>, PEDRO WAGNER GONÇALVES<sup>3</sup>

1 - DOUTORANDA, PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO E HISTÓRIA DE CIÊNCIAS DA TERRA, INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS, UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS, CAMPINAS, SP, BRASIL, BOLSISTA CAPES.

2 - DOCENTE, PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO E HISTÓRIA DE CIÊNCIAS DA TERRA, INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS, UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS, CAMPINAS, SP, BRASIL.  
E-MAIL: GISELEFMIGUEL@YAHOO.COM.BR, CEDREC@UNICAMP.BR, PEDROG@UNICAMP.BR.

**Abstract:** Introductory Geology courses from the Geology and Geography courses at the State University of Campinas seek to provide an integrated view of natural and social processes and relate the Earth System (geological knowledge) with the World System (geographical knowledge). The dynamic and integrative model combines expository classes with an intense load of practical activities and fieldwork, but the Covid-19 pandemic prevented students from accessing classrooms, laboratories and the field. This article describes a practical approach to Bloom's taxonomies and Structure of Observed Learning Outcomes (SOLO) carried out with students entering courses. The professors aimed to develop the students' cognition with a focus on acquired skills, behaviors and attitudes. By rigorously defining didactic objectives and formative assessments, motivated and engaged students can be obtained that are capable of using cognitive processes at the highest possible level, regardless of final education, geology or geography.

**Resumo:** Disciplinas de Geologia Introdutória dos cursos de Geologia e Geografia da Universidade Estadual de Campinas buscaram proporcionar uma visão integrada dos processos naturais e sociais e relacionar Sistema Terra (saberes geológicos) com Sistema Mundo (saberes geográficos). O modelo, dinâmico e integrativo, concilia aulas expositivas com intensa carga de atividades práticas e trabalhos de campo, mas a pandemia de Covid-19 impediu o acesso dos estudantes às salas de aula, laboratórios e campo. O artigo descreve uma abordagem prática, realizada com estudantes ingressantes desses cursos, das taxonomias de Bloom e *Structure of Observed Learning Outcomes* (SOLO). Os docentes concentraram-se no desenvolvimento da cognição dos discentes, levando em conta as habilidades adquiridas, comportamentos e atitudes. Ao se definir com rigor os objetivos didáticos e as avaliações formativas, pode-se obter estudantes motivados e engajados capazes de utilizar processos cognitivos no mais alto nível possível, independentemente da formação final, Geologia ou Geografia.

**Citation/Citação:** Miguel, G. F., Carneiro, C. D. R., & Gonçalves, P. W. (2021). Alinhamento Cognitivo e Ensino Remoto: o caso do Tempo Geológico em uma disciplina de Geologia Introdutória. *Terraê Didática*, 17(Publ. Contínua), 1-13, e021048. doi: 10.20396/td.v17i00.8667540.

**Keywords:** Geology, Education, Taxonomies, Educational objectives.

**Palavras-chave:** Geologia, Educação, Taxonomias, Objetivos educacionais.

**Manuscript/Manuscrito:**

Received/Recebido: 30/09/2021

Revised/Corrigido: 15/11/2021

Accepted/Aceito: 24/11/2021



## Introdução

A aprendizagem escolar é uma realização multifacetada que depende do intercâmbio social do aprendiz com outras pessoas capazes de operar como “mediadores dos conteúdos da cultura constituídos no currículo escolar” (Giannesi & Moretti, 2015). Assim, o método de aprendizagem dos alunos exige do professor um treinamento objetivo, uma visão aprazível e sábia do funcionamento das mentes de cada indivíduo e um comando muito amplo e flexível dos temas, para que o docente seja capaz de selecionar e aplicar apenas o que for necessário, quando for necessário (Dewey, 1910). Ademais, o professor desempenha o relevante papel de “acompanhar a rápida evolução do conhecimento científico” (Ferreira et al., 2015).

O Brasil possui 33 cursos de Geologia e três de Engenharia Geológica (Reis et al., 2020), conforme dados do Ministério da Educação (e-MEC), sendo 30 ofertados por instituições públicas (federais ou estaduais) e seis por instituições privadas (Rodrigues, 2018). As regras de funcionamento ou de criação de novos cursos devem observar o disposto nas Diretrizes Curriculares Nacionais (DCN) para os cursos de graduação na área da Geologia aprovadas pelo Conselho Nacional de Educação (CNE), em 2012 (Brasil, 2012). O documento elaborado pelo relator (Curi, 2012) determina, dentre outros aspectos, que parcela relevante da carga horária total seja dedicada às atividades de campo, o que atendeu às preocupações e anseios de docentes, estudantes e profissionais vinculados ao Fórum Nacional de

Cursos de Geologia (FNCG). Persiste, contudo, a dificuldade de se equilibrar a quantidade de horas de disciplinas profissionalizantes e de disciplinas instrumentais ao longo do curso (Carneiro, 2014). Persiste ainda certa dificuldade de proporcionar aos estudantes a capacidade de explorar conceitos oriundos de campos interdisciplinares de conhecimento e elaborar, com autonomia, suas próprias conclusões.

As dificuldades dos docentes em disciplinas introdutórias de Geologia e Geografia foram agravadas pela pandemia de Covid-19, até mesmo pela necessidade de ministrar aulas apenas em ambiente remoto. Há um desafio na constante necessidade de melhorar o processo de aprendizagem dos discentes; não basta dominar o conhecimento especializado, pois “ao ensinar, o professor transforma, escolhe e recorta o currículo” (Cruz, 2017).

As taxonomias dos objetivos educacionais, como as de Bloom (Bloom et al., 1956) e *Structure of the Observed Learning Outcome* (SOLO) (Vaughan, 1980, Biggs & Collis, 1982) são ferramentas potentes na elaboração de estratégias de atividades de campo e na formulação dos objetivos a serem atingidos pelos estudantes, tanto durante a avaliação, como na própria formulação do conteúdo teórico e prático aplicado, a fim de permitir que o estudante atinja uma aprendizagem profunda ou significativa.

A atenção dada ao funcionamento e aos currículos dos cursos de Geologia é apenas uma face da moeda. O aprendizado dos conteúdos de Geologia na educação básica gradualmente perde espaço, desde a extinção do curso de História Natural no Brasil, nos anos 1950. A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (Brasil, 2018) alterou a organização e estrutura curricular dos cursos da educação básica. A redução dos conteúdos de Geociências nos níveis pré-universitários (atual ensino médio) fragmentou os tópicos e eliminou o potencial de tratamento integrado do ambiente terrestre: *o conhecimento geológico permanece ausente e ignorado da educação básica* (Carneiro et al., 2020, grifo nosso). Na atualidade, o ensino de Geociências é “*invisível nos currículos escolares*” (Ernesto et al., 2018, p. 333, grifo nosso): os estudantes chegam aos cursos superiores desprovidos de uma visão do planeta em conjunto, pois desconhecem sua origem e evolução, os processos internos e externos, as interações das esferas e a relação entre o meio físico e os seres vivos (Carneiro et al., 2004).

Este trabalho apresenta resultados de atividade prática extracurricular, aplicada a estudantes de Geologia e Geografia, matriculados em disciplina regular

de Geologia Introdutória (GI), com o propósito de estabelecer objetivos a serem adquiridos pelos estudantes em determinado conteúdo. O tema escolhido foi Tempo Geológico ou Tempo Profundo, porque permite extrapolar a dimensão meramente humana da vida, da vida, proporcionando um exercício de raciocínio geológico, ao fazer uso de eventos que ocorreram há milhares, milhões ou bilhões de anos. O artigo discute as vantagens da estratégia didática, que é adaptável e aplicável a diversos níveis escolares.

## Geologia, Geociências e Ciência do Sistema Terra

O termo Geociências, considerado sinônimo de Ciências da Terra, reúne um conjunto de disciplinas ou especialidades científicas que primordialmente buscam compreender a Terra, sua dinâmica, processos naturais e evolução histórica desde a origem do Sistema Solar (Cordani, 1995, Toledo, 2005). As Geociências incluem Geologia, Geofísica, Meteorologia, Geodésia, Paleontologia, Geoquímica, Geografia Física e Ciência do Sistema Terra, mas a Geologia se destaca das demais áreas (Toledo, 2005) por ser considerada uma ciência histórica da natureza, na aceção de autores como Frodeman (2010) e Potapova (2008).

A Geologia procura entender os materiais, processos e produtos da evolução do planeta em suas múltiplas relações. O objeto de pesquisa da Geologia é o processo histórico-geológico e seu objeto de investigação, a crosta terrestre (Potapova, 2008). Martins et al. (2011) aplicam tal distinção na prática, mostrando que ela ajuda a identificar a “concepção de ciência presente em materiais didáticos” desde a educação fundamental até o nível superior. Tal característica peculiar da Geologia é fundamental em Educação, pois articula todos os aspectos da dinâmica da Terra, tanto no espaço, quanto no tempo. A visão docente em relação às Geociências deve ser holística, pois todos os processos que ocorrem na Terra estão interligados (Carneiro et al., 2004, Cordani, 1995).

Carneiro et al. (2004) analisam a pertinência de se fortalecer na educação básica a presença de conteúdos de Geologia e Geografia e assinalam que a medida contribuirá para que o estudante compreenda o planeta como um sistema interativo, ou seja, proporcionará uma visão sistêmica dos processos naturais. Piranha & Carneiro (2009) consideram a necessidade de formar cidadãos aptos para compreender as questões que afetam a vida e o planeta, essencial para construção de uma educação voltada à sustentabilidade.

## Disciplinas Ciência do Sistema Terra I e II

O Instituto de Geociências da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp) oferece os cursos de graduação de Geologia (modalidade bacharelado, período integral) e Geografia (modalidade bacharelado e licenciatura no período integral e licenciatura no período noturno). As disciplinas Ciência do Sistema Terra I e Ciência do Sistema Terra II (CST I e CST II) compunham parte dos conteúdos geológicos ministrados no primeiro e segundo semestres, respectivamente, das graduações em Geologia e Geografia. Correspondiam à disciplina de Geologia Introdutória de outras universidades, ou seja, uma introdução à visão integrada de funcionamento do planeta Terra que pode receber diversas denominações, p.ex., Geociências, Geologia, Geologia Geral, Geologia Física (muitas vezes acompanhada dos termos Introdução, Elementos de etc.).

Os componentes curriculares faziam parte do chamado núcleo comum, no qual estudantes dos dois cursos de graduação cursavam diversas disciplinas ligadas a Geologia e Geografia. Reformas curriculares reduziram a carga horária; assim, as disciplinas Ciência do Sistema Terra I e II se condensaram em uma única disciplina do primeiro semestre do núcleo comum de Geologia e Geografia. No curso de Geografia (diurno e noturno) ainda há o oferecimento da disciplina Ciência do Sistema Terra II, como eletiva, desde 2020.

O desafio para os docentes que ministram as disciplinas de Ciência do Sistema Terra I e II continua sendo construir um currículo que permita ao estudante compreender o planeta (Carneiro et al., 2007, Carneiro et al., 2008) e desenvolver o raciocínio geológico sob a perspectiva, a abrangência e o alcance propostos por diversos autores, como por exemplo Potapova (2008). A abordagem metodológica das disciplinas Ciência do Sistema Terra trata da inter-relação das diferentes esferas, no espaço e no tempo, a fim de oferecer aos estudantes um arcabouço teórico-conceitual e prático dos processos e produtos geológicos e geográficos, bem como ferramentas para discerni-los (Carneiro et al., 2007, Carneiro et al., 2008).

As disciplinas CST I e CST II rejeitam um aprendizado mecânico e superficial, ao estabelecer claramente objetivos de conteúdo, comportamento e atitude para ministrar os temas de Geologia Introdutória, valorizando a interdisciplinaridade principalmente com o material de Geografia Física e Humana. Constituem objetivos de conteúdo a própria concepção de Geologia, seus fundamentos e conceitos básicos.

## Pedagogia por objetivos

O docente sempre ensina com algum objetivo (Anderson et al., 2001); o ensino é um ato intencional e racional que busca facilitar a aprendizagem do estudante (Carneiro & Negrão, 1995). Nas pesquisas sobre aprendizagem significativa, é preciso dispor de objetivos e metas educacionais (Miguel, 2018), que explicitam o que se espera que o aluno aprenda. A redação deve ser clara, abrangendo a descrição do comportamento esperado do aluno e das condições esperadas para verificação de comportamentos (Preti, 2011). Os verbos empregados devem evocar ações específicas e precisas, facilitando a mensuração e verificação dos objetivos (Heinsfeld & Pena, 2017). A pedagogia por objetivos trata de um conjunto de princípios e técnicas que buscam clarificar e facilitar as tarefas, planificações, execuções e avaliações do processo de ensino-aprendizagem (Pombo, 1984). Taxonomias ou classificações, como as de Bloom e SOLO, podem facilitar a tarefa do professor, pois hierarquizam os objetivos de modo cumulativo, de acordo com níveis interdependentes e de complexidade crescente, em função dos processos mentais de aprendizagem envolvidos (Miguel, 2018).

## Taxonomia de Bloom

Em 1948, durante convenção da Associação Americana de Psicologia (APA), em Boston, um grupo de psicólogos manifestou interesse por um quadro teórico de referência que facilitasse a comunicação entre examinadores e estimulasse a pesquisa sobre avaliação (Trevisan & Amaral, 2016). O grupo liderado pelo psicólogo cognitivo Benjamim Bloom pretendeu elaborar um processo de classificação de objetivos educacionais. O trabalho afiançou técnicas baseadas em conceitos de classificação como forma de organizar e estruturar instruções, com base na necessidade dos estudantes (Miguel & Carneiro, 2019).

A pesquisa apresentou três objetivos principais ordenados segundo *domínios: cognitivo* (conhecimento e habilidades intelectuais), *afetivo* (sentimento de emoção, grau de aceitação ou rejeição) e *psicomotor* (habilidades motoras e manipulação de objetos) (Bloom et al., 1956, Vaughan, 1980). Os domínios cognitivo e afetivo foram inteiramente desenvolvidos e publicados, enquanto o domínio psicomotor ficou incompleto. Posteriormente outros pesquisadores fizeram esforços para finalizar a técnica (Anderson et al., 2001, Krathwohl, 2002, Mager, 1984).

Mesmo tendo sido formulada na década de 1950, a Taxonomia de Bloom não está obsoleta, sendo revisitada por muitos pesquisadores que a veem não apenas como ferramenta de elaboração de avaliações e testes, mas também como recurso útil e eficaz no planejamento e implementação de aulas, centrada no desenvolvimento de competências e habilidades dos alunos (Galhardi & Azevedo, 2013).

## Taxonomia SOLO

John Biggs e Kevin Collis desenvolveram, nos anos 1970 e 1980, uma classificação da atividade mental requerida por estudantes baseada em atributos qualitativos, quantitativos e no trabalho realizado pelos discentes. A taxonomia, descrita pela primeira vez em 1982, ficou conhecida como SOLO (Hattie & Brown, 2004). Biggs e Collis (1982) sugerem que a qualidade da aprendizagem depende de recursos externos ao aluno (como a estratégia e qualidade da instrução) e de recursos intrínsecos ao estudante (como a motivação, conhecimento prévio e estágio de desenvolvimento). Em suma, a aprendizagem é uma relação entre perspectiva do professor e a do aluno. A aprendizagem profunda resulta do ensino apoiado em atividades apropriadas para alcançar os resultados de aprendizagem desejados (Biggs, 2003, 2006) ou seja, os conteúdos, tarefas e avaliações devem estar ajustados para ajudar os discentes a atingir os níveis cognitivos mais altos. O método, chamado Alinhamento Construtivo (seguindo o

nome estabelecido por Biggs) ou Alinhamento Cognitivo (Simas et al., 2021), tem a função de otimizar as condições para um aprendizado de qualidade. Por outro lado, em um sistema no qual o ensino e a avaliação não estão integrados o resultado será um aprendizado superficial, já que não se alcançará altos níveis de cognição (Fig. 1).

## Objetivos

Para alcançar o alinhamento cognitivo o docente precisa fazer reflexões como as seguintes: O que eu estou avaliando? O que eu quero que os alunos aprendam? Para que os estudantes alcancem uma aprendizagem profunda ou significativa deve haver respostas claras; não se pode exigir que os discentes adquiram habilidades e competências se as atividades, conteúdos e avaliações previstas não contemplarem o que se pretende ao final do curso. As taxonomias SOLO e de Bloom podem ser trabalhadas de forma conjunta. A atividade extracurricular, com objetivos pré-estabelecidos para estudantes ingressantes dos cursos de Geologia e Geografia da Unicamp, buscou avaliar a eficácia da aplicação de técnicas de pedagogia por objetivos no aprimoramento do conhecimento de conteúdos geocientíficos.

A atividade selecionada trata do assunto Tempo Geológico ou Tempo Profundo; o conteúdo foi escolhido porque exercícios relacionados ao tema exigem raciocínio geológico e associação a conhe-

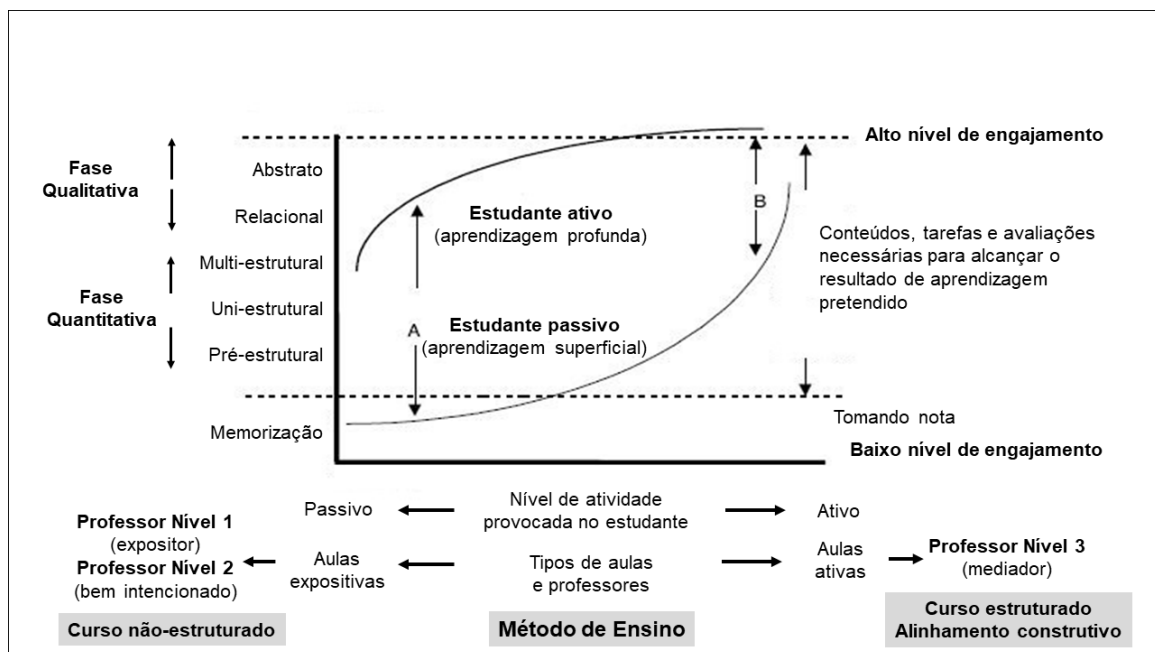


Figura 1. Tipos de professores e alunos, método de ensino e nível de envolvimento (Baseado em Biggs & Tang, 2011)

cimentos básicos de Geologia, portanto a resolução não é imediata e não permite atalhos, ou seja, requer que o indivíduo acesse em sua memória conhecimentos previamente adquiridos, o que facilitará a aquisição de uma aprendizagem profunda.

## Contexto e metodologia

O estudo adotou uma abordagem qualitativa, com grupo específico (Gil, 2008). O método de investigação combinou uma análise observacional (na fase de aplicação da atividade) e comparativa (na fase de análise das respostas de exercício para nota, aplicado em disciplina regular). Buscou-se averiguar se a formulação dos objetivos (Bloom et al., 1956, Anderson et al., 2001) facilita o Alinhamento Cognitivo (Biggs & Collis, 1982, Biggs & Tang, 2011), já que os estudantes podem adquirir aprendizagem superficial ou profunda; os resultados obtidos têm caráter descritivo.

O público alvo foram estudantes de Geologia e Geografia da Unicamp (Universidade Estadual de Campinas), do primeiro semestre de seus cursos, a fim de que a amostragem fosse condizente com o perfil dos estudantes que cursavam as disciplinas CST I e II. A prática foi realizada no Sistema Remoto, teve duração de duas horas e contou com a participação de 16 estudantes ingressantes nos cursos de Geologia e Geografia da Unicamp. Para testar a aplicação de objetivos em disciplinas de Geologia Introdutória, a atividade escolhida tratou da determinação de Idade Relativa e Sequência de Eventos principalmente por envolver conceitos básicos de Geologia e raciocínio geológico. Segundo Carneiro e Gonçalves (2017), o conceito de Tempo Geológico abrange tempos distantes da observação humana cotidiana e desperta uma nova maneira de olhar a natureza, ao combinar o tempo contínuo e linear com o tempo cíclico.

Os estudantes que participaram da atividade já tinham conhecimento prévio do assunto (como os princípios de Steno e tipos de discordância entre estratos), já que o mesmo foi tratado em aula remota expositiva, na mesma semana em que os estudantes participaram da atividade extracurricular. O interesse em participar da atividade extracurricular esteve vinculado a um exercício que tratava do mesmo assunto e deveria ser entregue para a atribuição de nota.

Baseado na revisão da Taxonomia de Bloom, realizada por Anderson et al. (2001), inicialmente foram elaboradas quatro perguntas que geraram

uma reflexão que contribuiu para a organização dos objetivos da prática; são elas:

1. Referente à aprendizagem: O que é importante para os alunos aprenderem no tempo disponível para a atividade?
2. Referente à instrução: Como planejar, dar instruções e aplicar o exercício, para obter como resultado uma aprendizagem profunda?
3. Referente à avaliação: Como selecionar o material de maneira que os alunos possam correlacionar o conhecimento adquirido com outras atividades de mesma natureza?
4. Referente ao alinhamento: Como garantir que os objetivos, instruções e avaliações sejam consistentes?

Após responder às reflexões, os objetivos da atividade prática (baseados em Carneiro & Gonçalves, 2017) de Idade Relativa pretendiam que os estudantes estivessem aptos a:

1. Correlacionar tempo e evento.
2. Conhecer os princípios de Steno (superposição, horizontalidade original, continuidade lateral, relações de interseção).
3. Conhecer os tipos de descontinuidades (angular, erosiva, para-conformidade, não-conformidade).
4. Conhecer estruturas geológicas básicas (como por exemplo, os tipos de falhas).
5. Conhecer os métodos de datação dos estratos rochosos (datação relativa e datação absoluta).
6. Aplicar os princípios de Steno para reconstituição de eventos geológicos.
7. Classificar os tipos de descontinuidades encontradas na atividade.
8. Diferenciar rochas sedimentares, ígneas e metamórficas de acordo com os eventos.

## Resultados

### Aplicação da atividade de Idade Relativa e Sequência de Eventos

O encontro ocorreu por meio de Sistema Remoto, mediante *Google Meet* (serviço de comunicação por vídeo do *Google*) e teve duração de duas horas. Contou com a participação de 16 estudantes, no entanto



12 pessoas participaram ativamente na resolução conjunta do exercício.

Inicialmente foram apresentados os objetivos da atividade e uma breve conversa para que os alunos tomassem ciência da importância de apreenderem os conceitos e saber aplicá-los. Em seguida foi feita uma exposição dos conteúdos que seriam necessários para a resolução do exercício (Fig. 2). Como dito anteriormente, os participantes já haviam assistido aulas que tratavam dos assuntos em disciplina regular do Instituto de Geociências, portanto, a explanação foi apenas um reforço e teve uma duração máxima de 30 minutos, respeitando o ritmo e dúvidas dos alunos.

Ao final da parte expositiva uma atividade em grupo foi proposta para aplicar os temas expostos. Os estudantes foram convidados a ingressar na ferramenta *Jamboard*, que é uma tela inteligente do *google cloud* acessível por tablet, smartphone ou computador (Fig. 3). O aplicativo possibilita a interação simultânea de muitas pessoas, pois com o *link* todos podem acessar e editar a página, se o organizador permitir; é um modo colaborativo e ativo de aprendizagem. A ferramenta não identifica o nome dos participantes, dando certa liberdade para os mais tímidos escreverem na tela inteligente.

Na prática houve uma participação ativa de 12 alunos (75%) das 16 pessoas; os outros três estudantes (25%) preferiram não escrever na tela do *Jamboard*, ou nem o acessaram. As edições foram acompanhadas na tela do *Google Meet* (local onde ocorria o encontro) ou na tela do próprio *Jamboard*. Muitas dúvidas foram escritas no próprio aplicativo e outros estudantes tomaram a liberdade de responder, por escrito ou por microfone aberto do *Google Meet*, o que permitiu um nível de independência e autonomia aos alunos (Fig. 4). O pesquisador 1 deste trabalho assumiu um papel de mediador, apenas tratando dos conceitos equivocados ou de dúvidas que os colegas não sabiam solucionar.

Alguns estudantes manifestaram o desejo de usar a ferramenta em outros exercícios, pois a consideraram divertida; também disseram que a resolução em grupo facilitou a atividade. Nesta fase da pesquisa verificaram-se os níveis alcançados na Taxonomia de Bloom nos domínios Afetivo e Psicomotor, devido à proximidade e interação entre os alunos e entre estes e os pesquisadores. O clima de descontração da atividade também contribuiu para a obtenção de respostas (Tabs. 1 e 2).

O Domínio Cognitivo foi trabalhado na fase de observação e comparação das respostas da atividade para nota. Os verbos associados (Tab. 1) auxiliam o

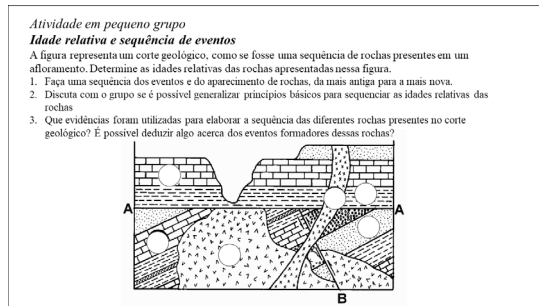


Figura 2. Exercício proposto para a parte prática da pesquisa. Baseado em Carneiro & Gonçalves (2017)



Figura 3. Tela do *Jamboard* e suas ferramentas

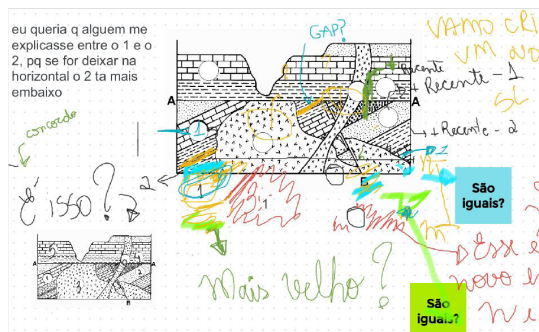


Figura 4. Comentários dos 12 participantes na tela interativa *Jamboard*

docente na observação dos níveis cognitivos a serem alcançados pelo estudante, enquanto que a coluna 4, do significado, é o próprio objetivo a ser atingido. Os níveis são as categorias do domínio. O Domínio Afetivo é difícil de ser observado pois está associado a postura, consciência, atenção e interesse, muitas vezes avaliado por meio da habilidade de ouvir e responder a determinado ambiente, também por atitudes e valores apropriados associados aquele campo de estudo (Lease, 2018). Apesar de menos utilizado que o Domínio Cognitivo, muitas vezes por sua dificuldade de observação, esse domínio é extremamente importante pois está ligado a aceitação ou rejeição; a falha no processo de ensino pode gerar comportamentos de ansiedade, estresse e até reprovação (Miguel & Carneiro, 2019).

Tabela 1. Níveis observados no Domínio Afetivo (Baseado na classificação de Thomas, 2004)

<b>Categorias do domínio afetivo</b>				
<b>Aprendizagem</b>	<b>Níveis</b>	<b>Verbos associados</b>	<b>Significado</b>	<b>Observado</b>
Profunda	Caracterização	internalizar, integrar	Comportamento consistente, previsível e característico com valores internalizados	Não
	Organização	organizar, estabelecer, hierarquizar	Conceituação e organização de um sistema de valores	Não
	Valorização	aceitar, valorizar, comprometer-se	Aceitação, preferência e compromisso com seus valores	Não
Superficial	Resposta	envolver-se, dispor-se, participar	Participação ativa, disposição e satisfação em responder	<b>Sim</b>
	Receptividade	sensibilizar, atender	Percepção e disposição para receber informações e atenção seletiva	<b>Sim</b>

Na atividade de Tempo Geológico, observou-se que os participantes alcançaram os níveis 1 e 2, não atingindo aprendizagem profunda, talvez devido ao tempo limitado, mas os dados são insuficientes para conclusão. Algumas respostas da atividade para nota parecem ter alcançado o nível de Organização, pois apresentaram os eventos em uma sequência temporal verossímil e de acordo com os conceitos apreendidos, mas a atividade foi feita sem observação direta: o estudante respondeu sozinho e em casa. Na tabela 2, os verbos associados evidenciam os níveis cognitivos atingidos e os objetivos a serem alcançados em cada categoria (nível). O Domínio Psicomotor é relacionado a habilidades motoras e manipulação de objetos, sendo mais fácil de observar.

Para a atividade de Tempo Geológico, tem-se que os participantes conseguiram alcançar o

primeiro nível de sua aprendizagem profunda, a Precisão, isto porque os próprios estudantes tiveram a iniciativa de responder dúvidas dos colegas (“realizar tarefas sem auxílio”), além de solucionar, em conjunto, a atividade no aplicativo Jamboard. Algumas respostas da atividade para nota parecem ter alcançado o nível de Articulação, mas há dúvidas, pois não houve observação direta.

### Interpretação dos resultados

Um exercício, de mesma natureza (Idade Relativa), foi entregue para obtenção de nota, dentro da disciplina regular. A atividade foi atribuída a 64 estudantes; dentre os matriculados, estavam os 16 alunos que participaram da atividade extracurricular, objeto desta pesquisa. Para análise dos níveis hierárquicos atingidos no Domínio Cognitivo da Taxonomia de Bloom foi feita uma avaliação com-

Tabela 2. Níveis observados no Domínio Psicomotor (Baseado na classificação de Dave, 1970)

<b>Categorias do domínio psicomotor</b>				
<b>Aprendizagem</b>	<b>Níveis</b>	<b>Verbos associados</b>	<b>Significado</b>	<b>Observado</b>
Profunda	Naturalização	construir, criar	Habilidade para realizar tarefas automaticamente, intuitivamente e inconscientemente	Não
	Articulação	conhecer, desenvolver	Habilidade para executar múltiplas tarefas, desenvolver métodos, conhecer variáveis e novos requerimentos	Não
	Precisão	associar, identificar, executar	Habilidade de realizar certa tarefa sem auxílio e com expertise	<b>Sim*</b>
Superficial	Manipulação	memorizar, manipular	Habilidade de exercer certa tarefa seguindo instruções ou por memorização	<b>Sim</b>
	Imitação	observar, imitar, replicar	Observação e replicação de uma tarefa realizada por alguém	<b>Sim</b>

\* Nem todas as pessoas alcançaram este nível.

parativa entre as respostas dos 16 alunos que participaram da atividade de Tempo Profundo e as respostas dos demais estudantes, neste exercício. Buscou-se nas respostas o tipo de pensamento exibido, ou seja, o nível de complexidade das respostas dos estudantes (Figs. 5 e 6), de acordo com os objetivos da atividade extracurricular, considerando-se que há dois tipos de aprendizagem: superficial e profunda.

Observou-se a construção de respostas mais elaboradas nas resoluções dos estudantes que participaram da prática extracurricular e que mostraram, muitas vezes, uma análise dos estratos rochosos, relação entre estas e conceitos tratados (como os princípios de Steno e tipos de discordância). Alguns estudantes buscaram apresentar hipóteses sobre o processo deposicional. Um aluno contextualizou os eventos no tempo e usou os conceitos no argumento, além de indicar o tipo de rocha que reconheceria.

Os estudantes que não participaram da atividade extracurricular apresentaram respostas diretas sobre a sequência deposicional (das rochas mais antigas para as mais jovens); poucos utilizaram nomes de estruturas, nem argumentaram utilizando os princípios de Steno. A maioria dos participantes atingiu níveis de aprendizagem mais altos, enquanto boa parcela dos que não participaram adquiriram um conhecimento superficial, provavelmente porque sabiam, antes de realizar o exercício, da importância de compreender e fazer correlações com outros materiais. Isso facilitou o raciocínio, mas há exceções, ou seja, alunos que não participaram da prática, mas apresentaram respostas completas e bem fundamentadas.

Na análise comparativa das respostas sobre níveis hierárquicos no domínio cognitivo de Bloom, adotou-se a tabela de Anderson et al. (2001), que representa uma revisão da Taxonomia original de 1956 com duas dimensões: Cognitivo (eixo x) e o Conhecimento (eixo y) (Tab. 3).

No eixo da dimensão do conhecimento (Tab. 3), os níveis de pensamento variam do concreto (Fatural) ao abstrato (Metacognitivo); o nível metacognitivo é difícil de mensurar, porque, segundo Anderson et al.,

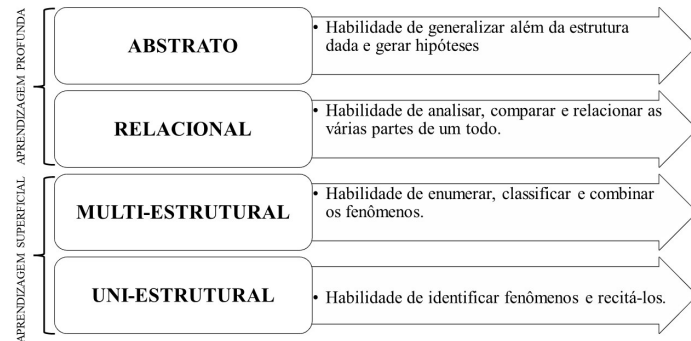


Figura 5. Níveis de complexidade de pensamento e os tipos de aprendizagem (Baseado em Biggs & Tang, 2011)

(2001), o conhecimento metacognitivo refere-se à consciência (conhecer a si próprio) e a própria cognição. O eixo que representa a dimensão do processo cognitivo varia de habilidades de pensamento simples (relembrar) a complexos (criar). Comparando as respostas dos participantes com os demais, notou-se que na dimensão do conhecimento os participantes alcançaram o nível conceitual: hierarquizaram os eventos no tempo geológico, conheciam os princípios e sabiam classificar as estruturas, atingindo o último nível de aprendizagem superficial. Os participantes atingiram, nas respostas, uma aplicação em nível de avaliação, ou seja, organizaram os eventos em ordem cronológica aplicando superposição de camadas (Princípios de Steno), tipos de estruturas e ciclo das rochas, além de diferenciar datação relativa de datação absoluta de estratos rochosos. Nesta dimensão os estudantes atingiram aprendizagem profunda.

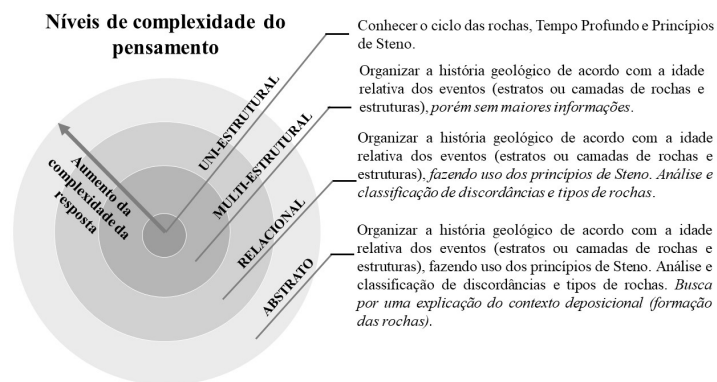


Figura 6. Níveis de aprendizagem de acordo com os objetivos estabelecidos e apresentados aos estudantes que participaram da atividade prática extracurricular, em concordância com a proposta de Biggs & Tang (2011)



Tabela 3. Níveis observados no Domínio Cognitivo (Baseado na classificação de Anderson et al., 2001)

Dimensão do Processo Cognitivo							
Aprendizagem	Dimensão do Conhecimento	1. Relembrar	2. Entender	3. Aplicar	4. Analisar	5. Avaliar	6. Criar
Superficial	A. Factual					X	
	B. Conceitual			X	X		
Profunda	C. Procedimental						
	D. Metacognitivo						
	Verbos associados a níveis do processo cognitivo	reconhecer, relembrar, memorizar	sumariar, comparar, explicar	interpretar, executar, implementar	diferenciar, organizar, atribuir	compor, reunir, combinar	generalizar, planificar, produzir
	<b>Aprendizagem</b>	<b>Superficial</b>			<b>Profunda</b>		

Heer (2012), afirma que “embora as dimensões do Processo Cognitivo e Conhecimento sejam representadas como etapas hierárquicas, as distinções entre as categorias nem sempre são claras”. Por exemplo, categorizar os eventos geológicos (Processo Cognitivo: nível de Avaliação) não é necessariamente mais abstrato (Dimensão do Conhecimento: nível procedimental) do que interpretar uma falha geológica que corta todos os estratos (Processo cognitivo: nível de Aplicação).

## Discussão

O modelo tradicional de ensino pautado no acúmulo de fatos que um indivíduo pode memorizar não gera aprendizagem profunda; a verdadeira aprendizagem depende de raciocínio crítico e da capacidade de resolver problemas complexos e se expressar em múltiplos meios (Cortelazzo, 2018). Na realidade atual, o aprendizado pode ser construído de forma individual ou em grupo, e não ocorre apenas dentro da sala de aula, mas em todos os espaços disponíveis (Nóvoa, 2020).

Nóvoa (2020) aponta que a pandemia de Covid-19 não trouxe novidades, somente expôs fragilidades já existentes no sistema e no modelo de ensino; o que estava em debate apenas para especialistas se tornou assunto de interesse da população em geral. O autor afirma ainda que universidades (principalmente as públicas) pautaram-se na discussão sobre o uso ou desuso do meio digital, enquanto as universidades privadas fizeram das aulas remotas o novo modelo de educação. Sabe-se que ensino remoto não é sinônimo de inovação ou salvação educacional.

## Desafios do Ensino Remoto

De acordo com Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB), cursos presenciais são aqueles com 80% ou mais de suas atividades ministradas presencialmente, enquanto que os cursos à distância são aqueles com 80% ou mais do seu conteúdo ministrado à distância, fazendo uso de Tecnologia Digital (TD). No Brasil há duas modalidades de ensino: presencial e ensino a distância (EAD); cursos híbridos (*blended*) enquadram-se na modalidade EAD (Cortelazzo et al., 2018).

Docentes de diferentes cursos de graduação têm relatado, em plataformas digitais, o desafio de ministrar aulas no sistema 100% remoto. Os alunos preferem aulas assíncronas (espaço e tempo de interação distintos) em relação às aulas síncronas (interação professor-aluno em espaços diferentes). Registram-se alta evasão nas aulas ao vivo e baixa audiência em aulas gravadas, mas boa parte dos discentes prefere estudar com *slides* disponibilizados pelos professores. Um lado positivo é a possibilidade de trabalhar os conteúdos das disciplinas com maior diversidade e com auxílio de diversas ferramentas digitais, além da aplicação de uma avaliação diversificada como, por exemplo, baseada em domínios, na qual o estudante só pode passar de uma atividade para a outra após uma porcentagem mínima de acertos (estabelecida pelo professor).

Ao final das disciplinas os docentes relataram a dificuldade em monitorar atividades em grupo (por exemplo, motivar a participação de todos os membros da equipe) e também de controlar o uso de material de consulta em avaliações, o que fez muitos docentes optarem por uma avaliação baseada em finalização de projetos. A maioria não fez controle de frequência.

## Quanto às perdas e desafios

Para as disciplinas de Geologia Introdutória o maior prejuízo em atividades 100% remotas está na impossibilidade de realizar trabalhos de campo, pois estes requerem uma grande logística para mobilizar os estudantes e promovem aglomeração. Diversos autores assinalam que a integração de atividades de sala de aula e trabalho de campo é essencial para desenvolver a aprendizagem profunda. Carneiro et al. (2020), assinalam ainda que as tecnologias digitais não substituem os exames de afloramentos (locais onde as rochas acham-se expostas), já que estes são os melhores locais para se observar os padrões geológicos, sendo também ótimos para exercitar o raciocínio geológico e a visualização tridimensional.

Os estudantes matriculados deveriam ter a oportunidade de vivenciar o trabalho de campo como uma das atividades práticas do curso, cujo objetivo é integrar todo o conteúdo apreendido em sala de aula, seja ele teórico ou prático. O dispositivo consta da ementa das disciplinas introdutórias de Ciência do Sistema Terra. Carneiro et al. (2020) discutem que não há simulações de computador ou qualquer outra aula expositiva que substituam o trabalho de campo quanto ao potencial para propiciar a aprendizagem significativa, diante da extrema capacidade de imergir o estudante no ambiente onde ocorrem os fenômenos e os materiais terrestres. Isso permite que novos conceitos sejam apreendidos graças à associação com conceitos já aprendidos pelo indivíduo (conceito de “subsunção” de David Ausubel); em suma, o campo oferece ao estudante a construção de uma visão polivalente sobre Ciência do Sistema Terra (Carneiro & Gonçalves, 2011).

## Quanto às Taxonomias

Muitos educadores consideram simplistas, lineares e decompostas as taxonomias para estabelecer objetivos, porque cada domínio possui muitos níveis (Miguel & Carneiro, 2019). Não obstante, a Taxonomia de Bloom pode ser grande aliada para elaboração dos objetivos a serem alcançados pelos estudantes. O professor pode decidir sobre níveis desejados de aprendizagem para cada componente de seu curso. Também é possível usar as taxonomias para garantir que tenham sido incluídos todos os níveis no curso, se for esse o desejo do professor (Vaughan, 1980, Miguel & Carneiro, 2019). Os benefícios não são apenas para os alunos; o uso da técnica permite que o docente reflita e faça um

autoexame de seu trabalho, ou seja, mensurar o aprendizado do aluno.

Pombo (1984) enfatiza a importância de se observar a linha tênue que divide o professor orador do professor mediador, portanto é necessário que o docente se disponha a fazer uma análise crítica sobre seu método de ensino e sobre a forma como se apresenta aos estudantes. Tais elementos mostram que não basta estabelecer objetivos educacionais com base nas taxonomias, é preciso estar atento à complexidade do ambiente e da dinâmica da sala de aula. O professor precisa primeiramente fazer análise crítica sobre o tipo de docente que é, sem preconceito ou medo de descobrir que se encaixa em um perfil expositor, que prefere atuar em uma sala composta por estudantes passivos e avaliações puramente memorísticas e descritivas. É preciso ter coragem e disposição para mudar a estratégia de ensino e focar no aprendizado do aluno, mesmo sabendo do desafio de conquistar estudantes passivos, acostumados a um aprendizado superficial.

## Quanto às taxonomias relativas a Tempo Geológico

Ao esmiuçar os objetivos educacionais diretamente vinculados aos conceitos específicos previstos no tema Tempo Geológico, é feita uma reflexão explícita sobre as estratégias que ajudam os alunos a aprender os conceitos e, ao mesmo tempo, ajuda-se os estudantes a compreender as relações sobre os diversos subitens e a formação do raciocínio geológico. Isso pode contribuir para os alunos enfrentarem novas situações, ou seja, serem capazes de aplicar os mesmos princípios, diante de nova situação ou novos dados, para encontrar uma solução razoável e aceitável em termos da história de eventos geológicos.

Os autores buscaram apresentar uma maneira de combinar as taxonomias de Bloom e SOLO no contexto específico do ensino de Tempo Geológico, a fim de exemplificar uma aplicação das ferramentas no ensino superior e apresentar um modo de elaboração de um instrumento de avaliação para facilitar a obtenção do ensino-aprendizagem profundo ou significativo.

Revisitar e combinar as taxonomias de Bloom e SOLO possibilitou a observação do nível de pensamento desenvolvido em respostas de atividades de Tempo Geológico, isto é, usando como base os objetivos estabelecidos em cada nível, a correção do exercício para nota teve um olhar sobre os conceitos conhecidos, correlacionados e aplicados ao problema proposto; o foco não estava apenas em

observar se o indivíduo enumerou corretamente os eventos geológicos.

A elaboração de níveis para o Domínio Afetivo (Taxonomia de Bloom) fez com que os pesquisadores tivessem mais atenção quanto ao comportamento e interesse dos alunos no conteúdo e na forma de condução da atividade. Por parte da Taxonomia SOLO pode-se fazer uma análise do nível de protagonismo dado aos participantes, evitando a passividade dos mesmos.

### Limitações do estudo

Alguns conteúdos parciais ou relativos à disciplina não alcançam os níveis hierárquicos mais altos, pois dependem de conhecimentos prévios que permitam a elaboração de pensamentos mais complexos. O número pequeno de alunos envolvidos e o curto intervalo de tempo ocupado na disciplina caracterizam uma pesquisa qualitativa que não pode ser generalizada. Não obstante, os resultados indicam a necessidade de o professor refletir sobre seus objetivos, pensar em formas de articulá-los a alvos mais amplos do ensino e da aprendizagem e alertam para a pertinência de se esmiuçar as hierarquias e a complexidade que se pretende atingir.

### Considerações Finais

Os problemas no sistema educacional brasileiro já eram de conhecimento dos pesquisadores da área de educação; a pandemia de Covid-19 apenas acelerou o necessário processo de mudança. A experiência mostrou terem sido essenciais para uma aprendizagem profunda: (a) a dedicação intensa de docentes em adaptar-se a mudanças; (b) o compromisso de oferecer aulas de qualidade; e (c) a incessante busca por manter, ao longo de um semestre, a motivação dos estudantes. No entanto, o docente precisa fixar bem seus objetivos para atingir aprendizagem profunda. Assim, a pesquisa fornece uma estratégia de organização para as disciplinas de Geologia Introdutória, baseada em taxonomias (Bloom e SOLO) que pode ser adaptada por outros docentes e, eventualmente, ser empregada em outros campos de conhecimento e níveis de escolaridade. O mecanismo deve estar presente desde as etapas de planejamento e avaliação, para aprimorar o trabalho educacional.

A ferramenta apresentada focaliza tanto o conteúdo, quanto o aperfeiçoamento de habilidades, comportamentos e atitudes, tendo como objetivo

primário o desenvolvimento cognitivo dos discentes. O foco do professor deve estar em o que se ensina e como se ensina, buscando como resultado alunos ativos que utilizem o mais alto nível do processo cognitivo, independente da formação final do estudante (Geologia ou Geografia).

### Agradecimentos

Os autores agradecem à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) por concessão de bolsa de doutorado à primeira autora, Gisele Francelino Miguel e ao CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) por bolsa de produtividade em pesquisa, nível 2, ao autor Celso Dal Ré Carneiro, até fevereiro de 2021. Os autores agradecem ao professor do Instituto de Geociências da Unicamp Carlos Alberto Lobão da Silveira Cunha por ricas conversas sobre o assunto tratado no artigo e que contribuíram para a redação final do texto.

### Referências

- Anderson, L. W., Krathwohl, D. R., Airasian, P. W., Cruikshank, K. A., Mayer, R. E., Pintrich, P. R., & Wittrock, M. C. (2001). *A Taxonomy for Learning, Teaching and Assessing: A Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives*. USA: Addison Wesley Longman, Inc. ISBN 0-321-08405-5
- Biggs, J. B., & Collis, K. F. (1982). *Evaluating the quality of learning: The SOLO Taxonomy (Structure of the Observed Learning Outcome)*. USA: Academic Press. ISBN: 0-12-097550-5.
- Biggs, J. B. (2003). *Teaching for quality learning at university*. 2 ed. Buckingham: Open University Press/Society for Research into Higher Education.
- Biggs, J. B. (2006). *Calidad del aprendizaje universitario*. 2 ed. Madrid, España, Narcea S.A.
- Biggs, J. B., & Tang, C. (2011). *Teaching for quality learning at university*. 4 ed. Open University Press/Mc Graw-Hill Education.
- Bloom, B. S., Engelhart, M. D., Furst, E. J., Hill, W. H., & Krathwohl, D. R. (1956). *Taxonomy of educational objectives, Handbook I: Cognitive Domain*. 2 ed. New York: Addison-Wesley Longman Ltd.
- Brasil. Ministério da Educação. (2018). *Base Nacional Comum Curricular*. Brasília: MEC, Consed, Undime. 651p. URL: [http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC\\_EI\\_EF\\_110518\\_ver\\_saofinal\\_site.pdf](http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_ver_saofinal_site.pdf). Acesso 21.10.2020.
- Brasil. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. Câmara de Educação Superior. (2012). *Resolução CNE/CES n. 387/2012, de 7 novembro de 2012. Institui as diretrizes curriculares nacionais para o curso de graduação em Geologia e em Engenharia Geológica, bacharelados*. Brasília (DF), MEC. 7 nov. 2012. (Relator Luiz Roberto Liza Curi, Proc. 23001.000110/2007-41).

- Carneiro, C. D. R., Barbosa, R., Gonçalves, P. W., Miguel, G. F., & Andrade, W. S. (2020). Trabalhos de campo e inovação educacional em geologia. In: Reis, F. A. G. V., Kuhn, C. E. S., Carneiro, C. D. R., Wunder, E., Boggiani, P. C., & Machado, F. B. (Orgs.). (2020). *Ensino e Competências Profissionais na Geologia*. Jaboticabal: Ed. Funep. p. 31-58. (Cap. 3). ISBN 978-65-5671-020-4.
- Carneiro, C. D. R. (2014). O Fórum Nacional de Cursos de Geologia e as Diretrizes Curriculares Nacionais: histórico e perspectivas. *Terræ Didática*, 10, 191-203. doi: 10.20396/td.v10i3.8637316.
- Carneiro, C. D. R., & Gonçalves, P. W. (Orgs.) (2017). *Manual de laboratório de Ciência do Sistema Terra*. Campinas, Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas. (Inédito).
- Carneiro, C. D. R., Barbosa, R., & Piranha, J. M. (2007). Bases teóricas do projeto Geo-Escola: uso de computador para ensino de Geociências. *Revista Brasileira de Geociências*, 37(1), 90-100. doi: 2010.25249/0375-7536.200737190100.
- Carneiro, C. D. R., & Gonçalves, P. W. (2011). Atividades de campo en la asignatura Ciencia del Sistema Tierra: la Geología como estructura básica. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 19(1), 48-56. URL: <http://www.raco.cat/index.php/ECT/article/view/244378/331350>.
- Carneiro, C. D. R., Gonçalves, P. W., Cunha, C. A. L. S., & Negrão, O. B. M. (2008). Docência e trabalhos de campo nas disciplinas Ciência do Sistema Terra I e II da Unicamp. *Revista Brasileira de Geociências*, 38(1), 130-142. doi: 10.25249/0375-7536.2008381130142.
- Carneiro, C. D. R., Gonçalves, P. W., Negrão, O. B. M., & Cunha, C. A. L. S. (2005). Ciência do Sistema Terra e o entendimento da “máquina” planetária em que vivemos. *Geonomos*, 13(1), 11-18. URL: <http://www.igc.ufmg.br/geonomos/indice13.htm>. Acesso 21.09.2021.
- Carneiro, C. D. R., Toledo, M. C. M., & Almeida, F. F. M. de. (2004). Dez motivos para a inclusão de temas de Geologia na educação básica. *Revista Brasileira de Geociências*, 34(4), 553-560. doi: 10.25249/03757536.2004344553560.
- Carneiro, C. D. R., & Negrão, O. B. M. (1995). Busqueda incessante. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 3(1), 61-62. URL: <http://www.raco.cat/index.php/ECT/article/view/89237/141665>.
- Cordani, U. G. (1995). As Ciências da Terra e a mundialização das sociedades. *Estudos Avançados*, 9(25), 13-27.
- Cortelazzo, A. L., Fiala, D. A. S., Piva Jr., D., Panisson, L., & Rodrigues, M. R. J. B. (2018). *Metodologias ativas e personalizadas de aprendizagem: para refinar seu cardápio metodológico*. Rio de Janeiro: Alta Books. 224p. ISBN 978-85-508-0708-9.
- Cruz, G. B. T. (2017). Didática e docência no ensino superior. Brasília, *Rev. bras. Estud. pedagog.*, 98(250), 672-689. doi: 10.24109/2176-6681.rbec.98i250.2931.
- Curi, L. R. L. (2012). *Diretrizes curriculares nacionais para o curso de graduação em Geologia e em Engenharia Geológica, bacharelados*. Brasília (DF), Conselho Nacional de Educação. (Proc. 23001.000110/2007-41).
- Dave, R. H. (1970). Psychomotor levels. In: Armstrong, R. J. (Ed.). (1970). *Developing and writing educational objectives*. Tucson, Arizona.
- Dewey, J. (1910). *How we Think?* Boston, NY: DC Health & Co., Publ.
- Ernesto, M., Cordani, U. G., Carneiro, C. D. R., Dias, M. A. S., Mendonça, C. A., & Braga, E. S. (2018). Ensino de Geociências na universidade. *Estudos Avançados*, 32(94), 331-343, doi: 10.1590/s0103-40142018.3294.0021.
- Ferreira, C., Alencão, A., & Vasconcelos, C. (2015). O recurso à modelação no ensino das ciências: um estudo com modelos geológicos. Bauru, SP, *Ciênc. educ. (Bauru)*, 21(1), 31-48. doi: 10.1590/1516-731320150010003.
- Frodeman, R. L. O raciocínio geológico: a geologia como uma ciência interpretativa e histórica. Trad. L. M. Fantinel y E. V. D. Santos. *Terræ Didática*, v. 6, n. 2, p. 85-99, 2010. doi: 10.20396/td.v6i2.8637460.
- Galhardi, A. C., & Azevedo, M. M. (2013). *Avaliações de aprendizagem: o uso da taxonomia de Bloom*. In: Workshop de Pós Graduação e Pesquisa do Centro Paula Souza, 8, 2013, São Paulo. Anais..., São Paulo. p. 237-247. ISSN: 2175-1897.
- Giannesi, I. L., & Moretti, L. H. T. (2015). *Contribuições da neuropsicologia nas dificuldades de aprendizagem escolar*. Psicologia Pt., 26.abril. 2015. URL:<https://www.psicologia.pt/artigos/textos/A0866.pdf>. Acesso 22.09.2021.
- Gil, A. C. (2008). *Métodos e técnicas de pesquisa*. 6 ed. São Paulo: Atlas.
- Hattie, J. A. C., Brown, G. T. L. (2004). Cognitive processes. In: *asTTle: The SOLO taxonomy. asTTle Technical Report #43*. University of Auckland/Ministry of Education.
- Heer, R. A. (2012). *Model of Learning Objectives—based on A Taxonomy for Learning, Teaching, and Assessing: A Revision of Bloom’s Taxonomy of Educational Objectives*. Center for Excellence in Learning and Teaching, Iowa State University. URL: <https://www.celt.iastate.edu/wp-content/uploads/2015/09/Revised-BloomsHandout-1.pdf>.
- Heinsfeld, B. D. S. S., & Pena, A. L. (2017). Design educacional e material didático impresso para educação a distância: um breve panorama. Brasília, *Rev. bras. Estud. pedagog.*, 98(250), 783-804. doi: 10.24109/2176-6681.rbec.98i250.3042.
- Krathwohl, D. R. (2002). A revision of Bloom’s taxonomy: an overview. *Theory Into Practice*, 41(4), 212-218. doi: 10.1207/s15430421tip4104\_2.
- Lease, L. Krathwohl and Bloom’s Affective Taxonomy. *Teaching, learning, & everything in between*. 23.ago.2018. URL: <https://lynnleasephd.com/2018/08/23/krathwohl-and-blooms-affective-taxonomy/>. Acesso 22.09.2021.
- Mager, R. F. (1984). *Preparing Instructional Objectives* (2 ed), Pitman, Belmont, CA.
- Martins, J. R. S., Gonçalves, P. W., Carneiro, C. D. R. (2011). O ciclo hidrológico como chave analítica interpretativa de um material didático em Geologia. *Ciência e Educação (Bauru)*, 17(2), 365-382. doi: 10.1590/S1516-73132011000200008.
- Miguel, G. F. (2018). *Visualização 3D como condição para aprendizagem significativa em Geologia Estrutural*. Campinas, SP, Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas. Dissertação (Mestrado



- em Ensino e História de Ciência da Terra). URL: <https://hdl.handle.net/20.500.12733/1636107>. doi: 10.47749/T/UNICAMP.2018.1088154.
- Miguel, G. F., & Carneiro, C. D. R. (2019). Taxonomia de Bloom como instrumento no ensino-aprendizagem de projeção estereográfica em Geologia. *Terræ Didática*, 15 (publ. Contínua), e019041. (Anais IX Simp. Nac. Ens. Hist. Ciências da Terra / EnsinoGEO-2019 – Geoética: respeito à Terra e ao lugar onde vivemos. Campinas, SBGeo, 2019). doi: 10.20396/td.v15i0.8657522.
- Nóvoa, A. (2020). E agora, Escola? São Paulo, *Jornal da USP*, 19.ago.2020. URL: <https://jornal.usp.br/?p=347369>. Acesso 22.09.2021
- Piranha, J. M., & Carneiro, C. D. R. (2009). O módulo São José do Rio Preto do Projeto Geo-Escola, uma experiência educacional diferenciada. *Revista Brasileira de Geociências*, 39(3), 533-543. doi: 10.25249/03757536.2009391129137.
- Pombo, O. (1984). Pedagogia por Objectivos / Pedagogia com Objectivos. Lisboa: *Logos, Filosofia Aberta*, 1, 47-72.
- Potapova, M. S. (2008). [Trad.]. Geologia como uma ciência histórica da natureza. Trad. Conrado Paschoale. *Terræ Didática*, 3(1), 86-90. doi: 10.20396/td.v3i1.8637480.
- Preti, O. (2011). *Produção de material didático impresso: orientações técnicas e pedagógicas*. 2 ed. Cuiabá: UAB/UFMT. (Coletânea Educação a Distância).
- Reis, F. A. G. V., Wunder, E., Boggiani, P. C., & Kuhn, C. E. S. (2020). Competências profissionais e projetos político-pedagógicos dos cursos de Geologia e Engenharia Geológica no Brasil. In: Reis, F. A. G. V., Kuhn, C. E. S., Carneiro, C. D. R., Wunder, E., Boggiani, P. C., & Machado, F. B. (Orgs.). (2020). *Ensino e Competências Profissionais na Geologia*. Jaboticabal, Funep. (Cap. 2). (ISBN 978-65-5671-020-4).
- Rodrigues, A. G. (2018). O Curso de Geologia da UFRJ perante as Diretrizes Curriculares Nacionais: possíveis impactos no perfil do egresso. *Terræ Didática*, 14(2):147-156. doi: 10.20396/td.v14i2.8651612
- Simas, J. L., Basilici, G., & Carneiro, C. D. R. (2021). Aplicação do Alinhamento Cognitivo em disciplinas de Geociências de um Curso de Engenharia de Petróleo e Gás. *Terræ Didática*, 17 (Publ. Contínua), 1-11, e021015. doi: 10.20396/td.v17i00.8663568.
- Thomas, K. (2004). *Learning Taxonomies in the Cognitive, Affective and Psychomotor domains*. Rocky Mountain Alchemy. URL: [www.rockymountainalchemy.com/whitePapers/rma-wp-learning-taxonomies.pdf](http://www.rockymountainalchemy.com/whitePapers/rma-wp-learning-taxonomies.pdf). Acesso 22.09.2021.
- Toledo, M. C. M. (2005). Geociências no Ensino Médio Brasileiro: Análise dos Parâmetros Curriculares Nacionais. *Geol. USP Publ. Espec.*, 3, 31-44. doi: 10.11606/issn.2316-9087.v3i0p31-44.
- Trevisan, A. L., & Amaral, R. G. A. (2016). Taxonomia revisada de Bloom aplicada à avaliação: um estudo de provas escritas de Matemática. *Ciênc. educ. (Bauru)*, 22(2), 451-464. doi: 10.1590/1516-731320160020011.
- Vaughan, C. A. (1980). Identifying Course Goals: Domains and Levels of Learning. *Teaching Sociology*, 7(3), 265-279, doi: 10.2307/1317141.