

# Papel do trabalho de campo na consolidação da memória e aprendizagem

THE ROLE OF FIELDWORK IN THE CONSOLIDATION OF MEMORY AND LEARNING

GISELE FRANCELINO MIGUEL<sup>1</sup>, CELSO DAL RÉ CARNEIRO<sup>2</sup>

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

2 - UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS, PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO E HISTÓRIA DE CIÊNCIAS DA TERRA, INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS, PROFESSOR, CAMPINAS, SP, BRASIL.

EMAIL: GISELEFMIGUEL@YAHOO.COM.BR, CEDREC@UNICAMP.BR.

**Abstract: Introduction.** There is a consensus among Geosciences Education researchers about the importance of fieldwork in the formation of geoscientists. Fieldwork is an essential part of the curriculum of Geology undergraduate courses. **Objective.** This article examines the role of fieldwork in fixing long-term memory and deepening student learning. **Methodology.** The authors investigated the didactic functions of fieldwork by simple observation in an Introductory Geology discipline of the Geology and Geography undergraduate courses of the Geosciences Institute, State University of Campinas. The development of memory and geological thinking of students who took the subject in distance education (during the Covid-19 pandemic) was compared to students who received a face-to-face instruction. **Results.** The results showed impairment in the cognitive and psychomotor development of students who participated in field activities after the end of the discipline. **Conclusion.** Fieldwork devoted to stimulating the active behavior by the students, synchronized with theoretical and practical classes, strongly helps the development of geological thinking and the memory consolidation.

**Resumo: Introdução.** A importância do trabalho de campo na formação de geocientistas é consensual entre pesquisadores de Educação em Geociências. Trabalhos de campo são parte essencial do currículo dos cursos de graduação em Geologia. **Objetivo.** Este artigo examina o papel dos trabalhos de campo na fixação da memória de longo prazo e no desenvolvimento de aprendizagem de alunos de graduação. **Metodologia.** Os autores investigaram as funções didáticas dos trabalhos de campo por meio de simples observação de turmas em uma disciplina de Geologia Introdutória, de cursos de graduação em Geologia e Geografia, do Instituto de Geociências da Universidade Estadual de Campinas. Comparou-se a consolidação de memória e o desenvolvimento do raciocínio geológico de alunos que estudaram no Sistema Remoto Emergencial (durante a pandemia de Covid-19) e aqueles que cursaram a matéria de forma presencial. **Resultados.** Os dados qualitativos mostraram prejuízo no desenvolvimento cognitivo e psicomotor dos alunos do Sistema Remoto, principalmente pela participação assíncrona em atividade de campo. **Conclusão.** Trabalhos de campo que incentivem um comportamento ativo dos estudantes, e que sejam concomitantes a aulas teóricas e tarefas instrucionais práticas, favorecem o desenvolvimento do pensamento geológico e a retenção duradoura de memória.

**Citation/Citação:** Miguel, G. F., & Carneiro, C. D. R. (2024). Papel do trabalho de campo na consolidação da memória e aprendizagem. *Terræ Didática*, 20(Publ. Contínua), 1-10, e024010. doi: <https://doi.org/10.20396/td.v20i00.8675198>.



Artigo submetido ao sistema de similaridade

**Keywords:** Cognition, Perceptive-motors stages of learning, Memory processes, Remote teaching, In-person teaching.

**Palavras-chave:** Cognição, Estágios perceptivo-motores de aprendizagem, Processos da memória, Ensino remoto, Ensino presencial. **Manuscript/Manuscrito:**

Received/Recebido: 07/12/2023

Revised/Corrigido: 28/12/2023

Accepted/Aceito: 22/02/2024

Editor responsável: Celso Dal Ré Carneiro 

Revisão de idioma (Inglês): Hernani Aquini

Fernandes Chaves 



## Introdução e Objetivos

O trabalho de campo é substancial para o desenvolvimento do raciocínio geológico, pois potencializa processos cognitivos, desperta comportamentos afetivos positivos, melhora a socialização de grupo e proporciona melhores experiências sensório-motoras que as tarefas instrucionais aplicadas em sala de aula (Andrade, 2019, Orion, 1993). É no campo que os processos e produtos geológicos se integram na prática. Nesse ambiente

os estudantes podem fazer comparações e generalizações entre os conteúdos de sala de aula e as particularidades dos afloramentos; também podem aprimorar e/ou desenvolver a cognição espacial e outras competências necessárias para distinguir e classificar os objetos geológicos (Carneiro et al., 2008, Carneiro & Gonçalves, 2011).

A saída de campo é uma atividade fundamental para a formação do geocientista, porque cria um ambiente propício para o estudante interrela-

cionar conhecimentos, comportamentos e habilidades (Brusi et al., 2011). O interesse especial do trabalho de campo na formação do(a) geólogo(a) se deve ao fato de ser uma plataforma para inovação educacional, um espaço para se trabalhar atributos cognitivos, afetivos e psicomotores dos estudantes:

(...) não há simulações em computador ou aulas expositivas capazes de emular ou compensar a *imersão no ambiente*, cujo grande laboratório é a natureza (Carneiro et al., 2020, grifos do original).

Orion (1993) recomenda que se ofereçam viagens de campo desde os estágios iniciais do processo de aprendizagem, porque proporcionam vivências que não ocorrem no contexto de sala de aula. Por intermédio do trabalho de campo, informações adquiridas em aulas expositivas e tarefas instrucionais são lembradas; dessa maneira, a atividade: (1) favorece a elaboração de interpretações das características dos objetos geológicos estudados em campo; (2) intensifica conexões mentais complexas que atuam na consolidação da memória e, conseqüentemente, (3) promove a aprendizagem (Miguel, 2023).

O presente artigo analisa a influência dos trabalhos de campo na consolidação da memória de conteúdos de Geologia, e no desenvolvimento do raciocínio geológico de estudantes ingressantes em cursos de graduação na área de Ciências da Terra, por meio de observação simples da interação professor-alunos, em atividades de campo, de uma disciplina de Geologia Introdutória, oferecida anualmente pelo Instituto de Geociências (IG) da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp).

## Ensino baseado em resultados observados de aprendizagem

Cada estudante tem uma maneira própria de sistematizar seu pensamento diante de um novo tema. Tal organização mental refere-se à relação entre um novo conceito e conhecimentos previamente adquiridos; o resultado dessa interação é a aquisição de uma informação diferente da originalmente oferecida (Ausubel,

2000). Isto ocorre porque cada indivíduo possui características emocionais e cognitivas próprias, as quais podem ser fortemente influenciadas por fatores educacionais como: currículo, estrutura do curso, estratégia e visão de ensino do professor, dentre outros (Ausubel, 2000, Angelo & Cross, 1993, Biggs, 1978, 1979, Miguel, 2023). Biggs (1978) entendeu que a relação tratada acima era válida; portanto, a aprendizagem profunda ou significativa tem uma componente pessoal e outra ambiental; acrescentou que o corpo docente e os métodos de ensino empregados têm ação sobre a estratégia de estudo e o nível de engajamento dos alunos (Enstwistle & Enstwistle, 1991, Biggs & Collis, 1982, Miguel, 2023). Então, Biggs & Collis, em 1982, apresentaram um modelo sistemático de edificação cognitiva de aprendizagem de estudantes, conhecido como SOLO, sigla em inglês que quer dizer *Structure of Observed Learning Outcome* (Estrutura do Resultado Observado de Aprendizagem).

SOLO hierarquiza o processo cognitivo em cinco níveis que se relacionam ao longo de um *continuum*, ou seja, sem intervalos ou interrupções (Fig. 1). A hierarquização é dividida em duas fases: a primeira é quantitativa e está associada à aquisição de informações, e armazenamento dessas na memória; a segunda é qualitativa, e ocorre à medida que as informações se integram, tornando-se mais complexas, e disponíveis para solucionar questões de diversas naturezas (Biggs & Tang, 2011, Miguel, 2023).

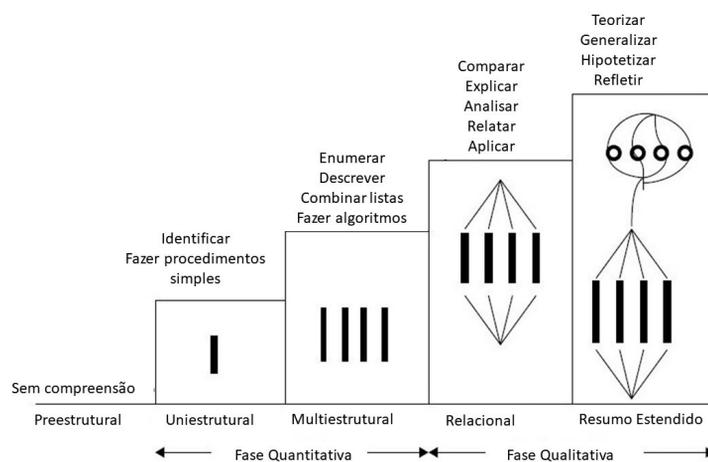


Figura 1. Níveis hierárquicos da Taxonomia SOLO. Não há desenvolvimento cognitivo na fase Preestrutural. Os níveis Uniestrutural e Multiestrutural estão associados à aquisição de conhecimento. Os níveis Relacional e Resumo Estendido ou Abstrato vinculam-se à transformação das informações adquiridas. Baseado em Biggs & Tang (2011, p. 91)

## Influência do conhecimento prévio nos estágios de aprendizagem

No cérebro humano, toda informação é processada pelos sistemas sensoriais que extraem, de um objeto de interesse, seus atributos. Caso o elemento fique retido temporariamente e seja usado para execução de tarefas, tem-se a chamada memória de trabalho; se o sistema nervoso central (SNC) reconstruir a informação, a fim de que esta possa ser recuperada por evocação, sempre que necessário, tem-se a chamada memória de longo prazo (Lent, 2010) (Fig. 2).

O desenvolvimento de *expertise* em resolução de problemas, segundo Guida et al. (2012), sofre influência do conhecimento prévio (Fig. 3). Os autores mostraram que durante a execução de atividades que exigem o uso de um conhecimento recém-adquirido, indivíduos que possuem conhecimentos prévios, relacionados ao assunto da tarefa, ativam informações pregressas, a fim de solucionar o problema. Do ponto de vista da Neurociência Cognitiva, essas pessoas promovem uma reorganização funcional cerebral, recrutando novas áreas de ativação e causando mudanças no processo cognitivo; em outras palavras, as informações são realocadas da memória de trabalho para a memória de longo prazo. Quando os indivíduos não possuem conhecimentos prévios, deixa de existir a reorganização funcional cerebral, porque não há elementos preexistentes a serem evocados; porém, à medida que os novatos praticam tarefas relacionadas aos novos conhecimentos, paulatinamente, ocorre um agrupamento das informações na memória de trabalho, até que estes se consolidem como memória de longo prazo (Guida, 2012, Miguel, 2023) (Fig. 3). Pessoas sem conhecimento prévio em um assunto precisam adquirir e agrupar as novas informações, o que causa diminuição de estímulos em áreas frontais (parte laranja do cérebro) e parietais (parte rosa do cérebro) (Fig. 3). Com a prática e repetição, gradualmente as informações podem

Sistemas da memória

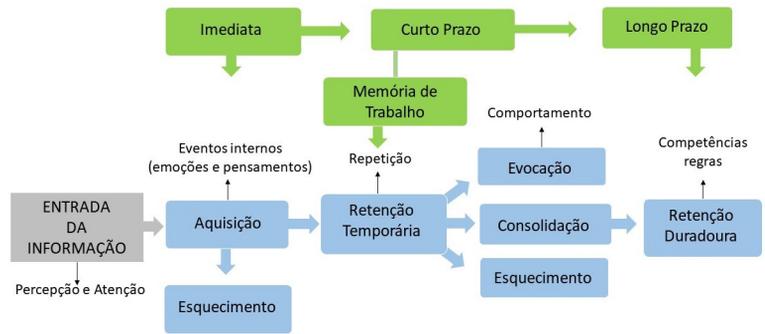


Figura 2. Em azul estão representados os processos da memória; em verde estão discriminados os tipos de memória. Fatores internos influenciam a retenção ou esquecimento de uma informação. Conhecimentos adquiridos dependem da recordação por repetição para serem consolidados. Baseado em Lent (2010, p. 649 e 658)

consolidar. Indivíduos com conhecimento prévio no assunto fazem associações entre as informações novas e as pré-existentes. Primeiro em blocos, e depois hierarquicamente, essa ação causa uma ativação de mais áreas do cérebro, como o lobo temporal (cor verde do cérebro), responsável pelo gerenciamento das memórias.

A aquisição de conhecimento demanda tempo, processamentos mentais complexos e modificação de novas informações, que ganham significado ao associar-se a informações prévias. O mesmo ocorre para a aquisição de habilidade motora, a qual “compreende uma sequência organizada de atividades que envolvem comportamentos temporais e espaciais” (Fitts & Posner, 1967, Fitts, 1964). Fitts & Posner (1967) apresentaram três estágios para a aprendizagem motora (Fig. 4).



Figura 3. A aprendizagem envolve, fisiologicamente, dois estágios da memória. Percentagens segundo pesquisa de Guida et al. (2012)

1. Inicialmente há o estágio *cognitivo*, que compreende a obtenção de informações perceptivas do ambiente (observação) para a realização do movimento (planejamento).
2. O segundo estágio é chamado *associativo*; neste momento os novos conhecimentos são postos em prática, principalmente, por sub-rotinas supervisionadas e caracterizadas por “tentativa e erro”.
3. O último estágio é chamado *autônomo*; nesta fase as memórias se consolidam, o indivíduo torna-se capaz de interrelacionar tarefas e trabalhá-las sem supervisão.



Figura 4. Proposta de Fitts & Posner (1967) para as fases de desenvolvimento psicomotor, exemplificada para uma atividade de Geologia. Notar que a expertise em uso de bússola geológica pode ser associada aos processos da memória. Modif. de Miguel (2023). Fonte das figuras: Dreamstime (2024), Shrestha et al. (2018)

Os sítios geológicos são repletos de elementos que possibilitam exercitar a observação, a significação e a interpretação de processos e produtos geológicos (Carneiro et al., 1993), portanto, saídas a campo aumentam as oportunidades de evocação de conhecimentos previamente adquiridos em sala de aula; também propiciam a execução de tarefas motoras, por exemplo a manipulação de equipamentos geológicos (martelo, bússola etc.). Paschoale (1984) adverte que atividades de campo não devem possuir caráter ilustrativo, a fim de evitar que discentes busquem, na natureza, exemplos de modelos teóricos aprendidos; tal prática não favorece processos mentais que proporcionam aprendizagem (ver Imbernon et al., 2023).

de cada pensamento é determinado por uma relação triádica entre o objeto percebido, os signos que o representam e a interpretação desse objeto (Peirce, 1991) (ver Figs. 5, 7 e 8).

Para Peirce, a ciência parte do desejo de conhecer, portanto, a investigação genuína depende da existência de dúvidas, que geram inquietação e uma busca por respostas. O filósofo diz ainda que atitudes como concluir que a verdade já é conhecida, ou que não há possibilidade de se conhecer a verdade, resultam no bloqueio do caminho do conhecimento (Bacha, 1997).

Tratando especificamente da Geologia, Paschoale (1984), argumenta que “o fazer Geologia é um processo de construção de interpretantes e produção de signos”; a prática permite um aumento do conhecimento, e conseqüentemente contribui com o desenvolvimento do raciocínio geológico.

## Semiótica de Charles Peirce e interpretação de objetos geológicos

A teoria dos signos ou semiótica de Charles Peirce trata da importância da representação de um signo (Atkins, 2023). Para Peirce (1991) um signo é um pensamento que ganha significado ao ser interpretado; em outras palavras, o signo é um elemento que representa um objeto na mente de um indivíduo. O signo deve ter qualidades e conexões reais com o objeto percebido. Assim, o significado



Figura 5. À esquerda está representado o sistema de significação triádica de Peirce; à direita há um exemplo geológico dos elementos dessa relação triádica: **objeto** – afloramento sem interpretação, **signo** – características observadas no afloramento, **interpretante** – seção geológica com representação de falhas e estratos. Figuras do afloramento extraídas de Maciel et al., 2017.

Para que o objeto possa ter significado é necessário que os signos que o representam sejam identificados de acordo com as percepções do indivíduo. O interpretante está diretamente ligado ao exercício do raciocínio geológico; portanto, os signos de objetos geológicos, em trabalhos de campo, não devem ser uma repetição de exemplos e modelos ideais aprendidos em sala de aula, mas devem partir da própria percepção dos alunos (Miguel, 2023)

## Contexto e métodos de análise

A pesquisa adotou uma abordagem qualitativa com grupo específico, e contou com uma combinação de duas técnicas: (1) observação simples da relação entre docentes e discentes em atividade de campo; (2) comparação dos dados coletados. Objetivou-se averiguar três parâmetros no resultado de aprendizagem: (1) o tipo de atividade de campo aplicada pelo professor, segundo a classificação de Compiani & Carneiro (1993) (Tab. 1); (2) modalidade de ensino (à distância ou presencial); (3) tempo para a aplicação do trabalho de campo (sincrônico ou assincrônico) (Fig. 6).

Esta investigação contou com a observação simples da relação entre professores e estudantes, matriculados em Sistema Terra, nos anos de 2020 a 2023. Portanto, assumiu-se uma posição de espectador (sem interação com os indivíduos), a fim de coletar dados para análise e interpretação, de maneira sistematizada (Gil, 2008). Buscou-se coletar informações acerca da dinâmica de atividade de campo escolhida pelo docente, e observar os questionamentos (dúvidas), nível cognitivo, psicomotor e engajamento dos estudantes. A hierarquização SOLO foi aplicada para representação dos níveis cognitivos alcançados pelos estudantes (conhecimento adquirido), e os níveis de engajamento (comportamento passivo ou ativo). Os estágios de aprendizagem motora de Fitts & Posner (1967) foram usados para ilustrar os níveis psicomotores atingidos pelos alunos. A tríade dos signos de Peirce foi utilizada para ilustrar os resultados da rela-

ção entre dinâmica do trabalho de campo e o desenvolvimento do pensamento geológico (Fig. 6). Os processos da memória foram considerados em todos os resultados, a fim de melhorar a análise da aprendizagem alcançada.

Todas as categorias da Tabela 1 objetivam a retomada de conhecimentos prévios, em maior ou menor grau de importância; portanto, os trabalhos de campo são essenciais para a evocação de informações apreendidas em sala de aula (ativação da memória de trabalho), aumentando as chances de consolidação das memórias (aquisição de memória de longo prazo) e promoção da aprendizagem (Miguel, 2023).

## Disciplina Sistema Terra e público-alvo

O currículo da disciplina de Sistema Terra (ST) do IG-Unicamp equivale às matérias de Geologia Introdutória ou Geologia Geral em outras universidades. Ela é oferecida, anualmente, no primeiro semestre, e conta como disciplina obrigatória para estudantes ingressantes nos cursos de Geologia e Geografia. Sob a sigla GN-111, Sistema Terra possui uma turma diurna e outra noturna; a primeira é composta por alunos de Geologia e Geografia dos cursos integrais, na modalidade bacharelado; a segunda integra estudantes do curso de Geografia do noturno, na modalidade licenciatura (Miguel, 2023).

Os currículos dos cursos de Geologia e Geografia da Unicamp passaram por diversas reformulações; Sistema Terra é fruto da junção de duas disciplinas

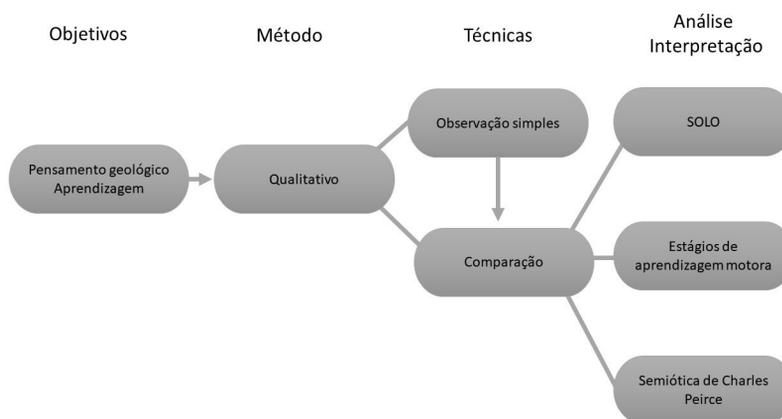


Figura 6. Organograma da metodologia da investigação. A comparação contou com codificação dos dados por ano de ingresso (2020, 2021, 2022, 2023) e nível cognitivo, afetivo (engajamento) e psicomotor. A hierarquização SOLO foi usada para determinar a categoria cognitiva e o engajamento alcançado. Os estágios de aprendizagem motora foram utilizados para identificar a familiaridade com equipamentos geológicos. A semiótica de Peirce serviu para ilustrar a dinâmica entre tipo de trabalho de campo e desenvolvimento do pensamento geológico

Tabela 1. Trabalhos de Campo: categorias, classificação, papel didático e nível de engajamento. Modif. de Compiani & Carneiro (1993), Scortegagna & Negrão (2005), Andrade (2019), Carneiro et al. (2020)

<b>Categoria</b>	<b>Objetivos pretendidos, listados por ordem de importância</b>	<b>Visão de ensino</b>	<b>Nível de Engajamento</b>
<i>Ilustrativa</i>	<i>Principais:</i> exemplificar feições ou fenômenos da natureza; retomar conhecimentos prévios. <i>Secundários:</i> sugerir problemas e permitir uma primeira elaboração de dúvidas e questões	Informativa	Alunos passivos, professor orador
<i>Indutiva</i>	<i>Principais:</i> exemplificar feições ou fenômenos da natureza; desenvolver e exercitar habilidades; estruturar hipóteses, resolver problemas e elaborar sínteses. <i>Secundários:</i> Aproveitar os conhecimentos geológicos prévios de cada um; sugerir problemas e permitir uma primeira elaboração de dúvidas e questões; desenvolver novas atitudes e valores	Formativa/ Informativa	Alunos ativos, professor tutor
<i>Motivadora</i>	<i>Principais:</i> sugerir problemas; exemplificar feições ou fenômenos da natureza; retomar conhecimentos prévios. <i>Secundários:</i> desenvolver novas atitudes e valores	Formativa	Alunos ativos, sem supervisão
<i>Treinadora</i>	<i>Principais:</i> desenvolver e exercitar habilidades; retomar conhecimentos prévios. <i>Secundários:</i> exemplificar feições ou fenômenos da natureza; sugerir problemas; estruturar hipóteses, resolver problemas e elaborar sínteses; desenvolver novas atitudes e valores	Formativa/ Informativa	Alunos ativos, professor tutor
<i>Investigativa</i>	Estruturar hipóteses, resolver problemas e elaborar sínteses; retomar conhecimentos prévios; exemplificar feições; sugerir problemas; desenvolver e exercitar habilidades; desenvolver novas atitudes e valores	Formativa	Alunos ativos, sem supervisão
<i>Autônoma</i>	Desenvolver e exercitar habilidades; estruturar hipóteses, resolver problemas e elaborar sínteses; retomar conhecimentos prévios; exemplificar feições; sugerir problemas; desenvolver novas atitudes e valores	Formativa	Alunos ativos, sem supervisão

que eram chamadas Ciência do Sistema Terra I (CST I) e Ciência do Sistema Terra II (CST II) (Carneiro et al., 2008), que trataram, de forma integrada, temas de Geologia e temas de Geografia (Miguel et al., 2021). A proposta original de CST I e CST II ainda é empregada, portanto, ST busca interrelacionar as

diferentes esferas, no espaço tempo, a fim de oferecer um arcabouço teórico-prático dos processos e produtos geológicos e geográficos (Carneiro et al., 2008).

Sistema Terra é uma disciplina que oferece grande quantidade de atividades práticas em sala de aula, combinadas a aulas expositivas; também conta com atividades de campo. Porém, devido a pandemia por Covid-19, os estudantes ingressantes em cursos do IG-Unicamp nos anos de 2020 e 2021 estudaram na modalidade EAD (Ensino à Distância); então, foram privados de atividades instrucionais práticas e trabalhos de campo, realizando-os após seis meses (turma de 2021) e um ano (turma de 2020) do término da disciplina. As turmas de 2022 e 2023 estudaram na modalidade presencial, isto é, participaram de aulas expositivas, atividades práticas em sala de aula e trabalhos de campo, enquanto cursaram ST. Devido a esta peculiaridade, este artigo buscou avaliar se houve perdas no aprendizado de estudantes que precisaram estudar no sistema remoto, e tiveram atividade de campo póstuma.

## Trabalho de campo

A atividade de campo analisada nesta pesquisa ocorreu nos arredores das cidades de Itu e Salto, localizadas a cerca de 100 km de distância da capital do estado de São Paulo. Todas as turmas estiveram no parque do Varvito, uma antiga pedreira localizada na cidade de Itu, a qual possui ritmitos de origem glacial (Carneiro, 2016), de idade estimada entre 270-350 Ma. O objetivo principal do estudo foi estudar rochas sedimentares, seus processos de sedimentação, e contextualizá-las no tempo geológico, buscando a inserção da ideia de tempo profundo.

Na cidade de Salto as turmas de 2020 e 2021 visitaram o parque da rocha Moutonnée. As turmas de 2022 e 2023 visitaram o Parque das Lavras. Apesar de irem a locais diferentes, o objetivo foi o mesmo, estudar rochas ígneas, mais especificamente granitos que evidenciam a glaciação que ocorreu no Permo-Carbonífero.

Para estudar rochas metamórficas as turmas de 2020 e 2021 estiveram no parque ecológico Monseñor Emílio José Salim, em Campinas (100 km de São Paulo); o local possui afloramentos de rochas metamórficas pertencentes ao embasamento cristalino, de idade paleoproterozoica, bem como rochas de fundo oceânico datadas em 600 Ma (Amaral, 2022). As turmas de 2022 e 2023 visitaram um corte de estrada, nos arredores de Itu, que expõe

rocha metamórfica com fusão parcial. Novamente, os logradouros são distintos, mas os objetivos de estudo foram os mesmos: observar as características de rochas metamórficas *in situ*.

## Resultados

Os trabalhos de campo das turmas de 2020 e 2021 tiveram caráter ilustrativo-informativo (Tab. 1); portanto, o foco principal concentrou-se no resgate e apresentação de exemplos de temas de Geologia tratados em aulas expositivas; este modelo de saída de campo favorece um comportamento passivo dos alunos. O longo intervalo de tempo transcorrido entre as aulas virtuais e a atividade de campo prejudicou o desenvolvimento cognitivo da maioria dos estudantes, que não ultrapassou o conhecimento de fatos fragmentados (nível Uniestructural de SOLO); isto é, muitos indivíduos não puderam rememorar as informações expostas em aulas remotas, estas foram esquecidas ou tratava-se de lembranças parciais dos fenômenos. Provavelmente a falta de oportunidade para trabalhar os assuntos em outras disciplinas (repetição por memória de trabalho) favoreceu o esquecimento total e/ou parcial das informações. As aulas remotas tiveram forte impacto no desenvolvimento psicomotor, não ultrapassando o estágio cognitivo de aprendizagem motora; ou seja, os alunos ouviram informações sobre uso de equipamentos geológicos de campo (martelo, bússola, lupa etc.), e aprenderam os primeiros movimentos de uso; alguns indivíduos chegaram à fase associativa de tentativa e erro. Isso ocorreu porque os trabalhos de

campo e atividades práticas instrucionais só puderam ser oferecidos após a retomada de atividades presenciais na universidade (Tab. 2).

O formato do trabalho de campo do tipo ilustrativo-informativo, somado ao tempo transcorridos de 6 meses (turma de 2021) e 1 ano (turma de 2020), teve impacto no desenvolvimento do raciocínio geológico. Os afloramentos visitados na atividade foram percebidos pelos discentes por meio das percepções do docente, que usou o objeto geológico para resgatar os assuntos discutidos em aulas virtuais. Dessa maneira, a interpretação das características (signos) dos afloramentos (objetos) teve forte influência das falas do professor, e da lembrança de modelos teóricos trabalhados em aula virtual. Em resumo, o raciocínio não se pautou nas próprias percepções dos alunos, mas de um pensamento externo, o que prejudicou a aprendizagem (Fig.7)

As turmas de 2022 e 2023 participaram de trabalhos de campo do tipo indutivo, com ensino formativo/informativo (Tab. 1); neste caso o foco esteve na apresentação de exemplos dos objetos geológicos em campo, e motivação para que os estudantes elaborassem hipóteses sobre a história geológica do local, baseada em seus conhecimentos adquiridos em sala de aula; o que exigiu uma postura ativa dos alunos. Por terem cursado a disciplina nas dependências da universidade, estas turmas receberam sincronicamente: aulas expositivas, atividades práticas instrucionais e trabalhos de campo; assim há nestas turmas indivíduos em diferentes níveis de aprendizagem cognitiva (conhecimen-

Tabela 2. Níveis de aprendizagem desenvolvidos pelas turmas de Sistema Terra. O tipo de atividade de campo aplicada, bem como o comportamento afetivo dos indivíduos interferiram no resultado de aproveitamento do trabalho de campo. Notar que a aplicação de trabalho de campo sincrônico ao oferecimento da disciplina pode potencializar o desenvolvimento cognitivo e psicomotor

Turmas	Tipo de trabalho de campo	Nível SOLO	Comportamento afetivo	Estágio de aprendizagem psicomotora	
2020, 2021	Ilustrativo-informativo	Principalmente Uniestructural. Conhecimento de fatos fragmentados, recordados por evocação do professor durante palestra.	Principalmente passivo, aprendizagem superficial	Estágio Cognitivo: Planejamento de execução de tarefas ou início de sub-rotinas, guiadas por um tutor.	
2022, 2023	Indutivo-formativo/informativo	Uniestructural. Aquisição de conhecimento e fixação por evocação.	Principalmente ativo, aprendizagem superficial e profunda	Estágio Cognitivo: fase de reprodução guiada.	
		Multiestructural. Início da junção do conhecimento adquirido em sala de aula. Aplicação de conceitos aprendidos para investigar os objetos geológicos.	Ativo, aprendizagem superficial (buscando nota em relatório) e profunda (interesse na Geologia do local)	Estágio Associativo: fase de repetição da tarefa motora por tentativa e erro.	
© Terrae Didat.					
		Campinas, SP	v.20	1-10	e024010
					2024

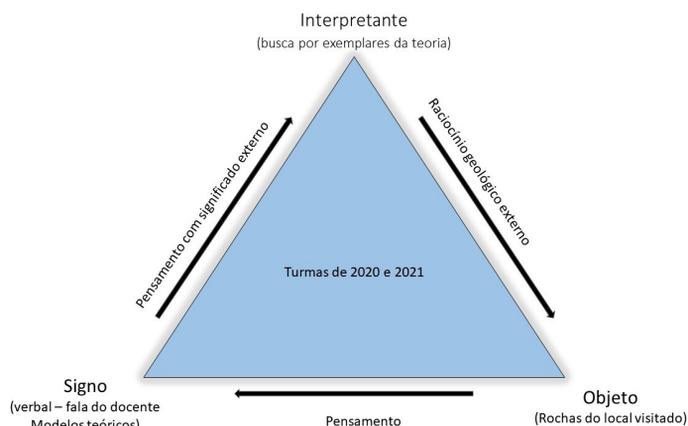


Figura 7. Relação triádica de Peirce para o desenvolvimento do raciocínio geológico em trabalho de campo ilustrativo. Observar que a construção de significados se baseia na palestra do tutor e na revisitação (visualização mental) dos modelos aprendidos em sala de aula. Nesse formato de saída de campo o raciocínio geológico resultante tem grande influência externa (Miguel, 2023)

to de conteúdo) e psicomotora. As turmas que estudaram na modalidade presencial tiveram mais oportunidades para consolidar memórias. O comportamento (participativo ou passivo) e a prática de estudo (superficial-focada em nota; ou profunda-focada na aprendizagem) tiveram forte influência no desenvolvimento cognitivo dos alunos (Tab. 2)

O modelo dos trabalhos de campo e o fato de terem sido concomitantes ao oferecimento da disciplina fizeram com que a atividade assumisse papel fundamental no desenvolvimento do raciocínio geológico da turma do ensino presencial. As características (signos) dos objetos geológicos foram representadas por meio das anotações, fotos, esquemas e questionamentos dos próprios discentes; portanto, as conclusões da história geológica dos afloramentos foram obtidas por intermédio de uma associação triádica entre: interpretação das percepções (interpretante) e significações do aluno (signo), em relação aos afloramentos (objeto) (Fig. 8).

## Discussão

A aprendizagem pode ser descrita como o conjunto de comportamentos que viabilizam processos neurobiológicos e neuropsicológicos diretamente relacionados à taxa de conver-

são de memórias de trabalho em memórias de longo prazo (Lent, 2010). As experiências emocionais, rotinas motoras e práticas de estudo são alguns dos diversos fatores que influenciam o processo de aquisição, retenção temporária, consolidação ou esquecimento da memória.

Se considerarmos que “todo trabalho de campo constitui uma narrativa, selecionada e organizada pelo professor, segundo critérios educacionais”, buscando atingir objetivos previamente fixados (Carneiro et al., 2008, p.131), podemos afirmar que houve uma barreira crítica para superar os estágios iniciais de aprendizagem, no caso das turmas de 2020 e 2021, devido à grande defasagem temporal entre as aulas expositivas e a saída de campo tardia. Os estudantes não tiveram oportunidade de

explorar conceitos e visões; foi simplesmente facultado a eles o acesso às percepções mais imediatas do ambiente, por meio da observação.

## Considerações Finais

Trabalhos de campo são importantes fontes para gerar interrelação e consolidação de informações fragmentadas. A análise comparativa de desempenho de quatro turmas sucessivas da mesma disciplina, dentro do mesmo curso superior, revelou que duas turmas foram impedidas de realizar trabalhos de campo, devido à pandemia de Covid-19. Nesse caso a oferta da disciplina ficou restrita à moda-

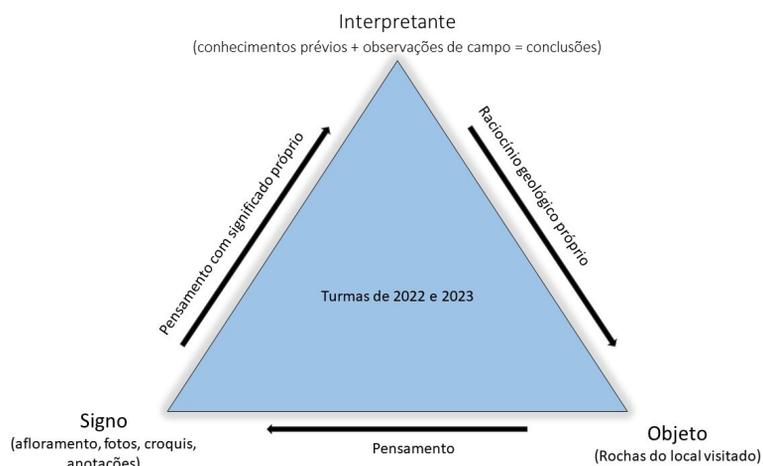


Figura 8. Relação triádica de Peirce para o desenvolvimento do raciocínio geológico em trabalhos de campo indutivo. A interpretação é resultado das observações das características do objeto geológico em campo, apoiadas por conhecimentos prévios. Este modelo facilita a relocação de memória de trabalho em memória de longo prazo (Miguel, 2023)

lidade remota emergencial, havendo prejuízo no desenvolvimento cognitivo, afetivo e psicomotor de estudantes, que ficaram privados das atividades de campo na época mais acertada, ou seja, ao longo do semestre letivo ou ao seu final.

A pesquisa revelou que o *timing* e o encadeamento de atividades são essenciais para garantir que se atinjam objetivos mais ousados, ou abrangentes, de aprendizagem. Ao docente cabe organizar saídas de campo que coloquem o estudante em posição de protagonismo para que este produza suas pró-

prias representações e interpretações de objetos geológicos observados em campo, sem perder de vista conceitos e ideias introduzidos ao longo das atividades precedentes.

## Agradecimentos

Os autores agradecem à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior (CAPES) por bolsa de doutorado e apoio institucional.

**Taxonomia CRediT:** • Contribuição dos autores: Conceitualização; Curadoria de dados; Análise formal; Investigação; Metodologia; Validação; Visualização; Escrita – rascunho original; Escrita – revisão & edição – Gisele Francelino Miguel. Conceitualização; Administração do projeto; Recursos; Supervisão; Escrita – revisão & edição: Celso Dal Ré Carneiro. • Conflitos de interesse: Os autores certificam que não têm interesse comercial ou associativo que represente um conflito de interesses em relação ao manuscrito. • Aprovação ética: Não aplicável. • Disponibilidade de dados e material: Disponível no próprio texto. • Reconhecimentos: Consignam-se agradecimentos a Elvo Fassbinder, Paulo César Boggiani, Eliane Aparecida Del Lama e Ronaldo Barbosa pelas contribuições críticas por ocasião da defesa de tese de doutoramento. • Financiamento: Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior (CAPES).

## Referências

- Amaral, W., Farhat Junior, M. Z., & Sanchez, J. P. (2022). Geobike project: riding on the rocks and motivating alternative fieldwork actions in Geosciences. *Terrae Didactica*, 18(Publ. Contínua), 1-13, e022035. doi: 10.20396/td.v18i00.8670612.
- Andrade, W. S. (2019). *Trabalhos de campo em geologia como recurso didático no curso técnico de mineração de Nova Venécia, Espírito Santo, Brasil*. Campinas: Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas. (Tese Dout., Ensino e História de Ciências da Terra). doi: 10.47749/T/Unicamp.2019.1091263.
- Angelo, T. A., & Cross, P. (1993) *Classroom assessment techniques: a handbook for college teachers*. 2<sup>nd</sup> ed. San Francisco: Jossey-Bass Publ.
- Atkins, R. K. (2023). *Peirce on inference: validity, strength, and the community of inquirers*. Oxford, USA: Oxford University Press. ISBN: 978-0-19-768906-6.
- Ausubell, D. P. (2000). *The acquisition and retention of knowledge: a cognitive view*. New York: Springer-Science+Bussiness Media B.V.
- Bacha, M. L. (1997). *A teoria da investigação de C. S. Peirce*. Pontifícia Universidade Católica de São Paulo. (Dissert. Mestrado em Comunicação e Semiótica). URL: <https://tede.pucsp.br/bitstream/handle/5279/1/MARIA%20DE%20LOURDES%20BACHA.pdf>. Acesso 10.02.2024.
- Biggs, J. B., & Tang, C. (2011). *Teaching for Quality Learning at University*. 4<sup>th</sup> ed. New York: McGraw-Hill.
- Biggs, J. B., & Collis, K. F. (1982). *Evaluating the Quality of Learning: The SOLO Taxonomy (Structure of the Observed Learning Outcome)*. Academic Press Inc., USA.
- Biggs, J. B. (1979). Individual differences in study processes and the quality of learning outcomes. *Higher Education*, 8(4), 381-394.
- Biggs, J. B. (1978). Individual and group differences in study processes. *Br. J. Educ. Psychol.*, 48, 266-279.
- Brusi, D., Zamorano, M., Casellas, R. M., & Bach, J. (2011). Reflexiones sobre el diseño por competencias en el trabajo de campo en Geología. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 19(1), 4-14. URL: <https://raco.cat/index.php/ECT/article/view/244374>. Acesso 05.12.2023.
- Carneiro, C. D. R. (2016). Glaciação antiga no Brasil: parques geológicos do Varvito e da Rocha Moutonnéc nos municípios de Itu e Salto, SP. *Terrae Didactica*, 12(3), 209-219. doi: 10.20396/td.v12i3.8647898.
- 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., & 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: <https://raco.cat/index.php/ECT/article/view/244378>. Acesso 05.12.2023.
- Carneiro, C. D. R., Cunha, C. A. L. S., & Campanha, G. A. C. (1993). A teoria e a prática em geologia e o eterno retorno. *Revista Brasileira de Geociências*, 23(4), 339-346. doi: 10.25249/0375-7536.1993234339346.
- 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.

- Compiani, M., & Carneiro, C. D. R. (1993). Os papéis didáticos das excursões geológicas. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 1(2), 90-98. URL: <http://www.raco.cat/index.php/ECT/article/view/88098/140821>. Acesso 18.08.2023.
- Dreamstime. (2024). *Geological Compass Stock Photos, Images & Pictures*. Dreamstime. URL: <https://dreamstime.com/ilustration/geological-compass.html>. Acesso 10.02.2024.
- Enstwistle, N. J., & Eintwistle, A. (1991). Contrasting forms of understanding for degree examinations: the student experience and its implications. *Higher Education*, 22, p. 205-227.
- Fitts, P. M. (1964). Perceptual motor skill learning. In: Melton, A. W. (Ed.). (1964). *Categories of human learning*. New York: Academic Press.
- Fitts, P. M., & Posner, M. I. (1967). *Human Performance: Basic Concepts in Psychology Series*. Belmont, California: Brooks/Cole Publ. Co.
- Gil, A. C. (2008) *Métodos e técnicas em pesquisa social*. 6ª ed. São Paulo: Ed. Atlas. ISBN 978-85-224-5142-5
- Guida, A., Gobet, F., Tardieu, H., & Nicolas, S. (2012). How chunks, long-term working memory and templates offer a cognitive explanation for neuroimaging data on expertise acquisition: A two-stage framework. *Brain and Cognition*, 79(3), 221-244. doi: 10.1016/j.bandc.2012.01.010.
- Imbernon, R. A. L., Vasconcelos, C., Mansur, K., Gonçalves, P. W., & Carneiro, C. D. R. (2023). Alice no país das rochas e o que ela não encontrou ali: adaptação de título do trabalho de Conrado Paschoale, in memoriam. *Terræ Didática*, 19(Publ. Contínua), 1-6, e023022. doi: 10.20396/td.v19i00.8673173.
- Lent, R. (2010). *Cem bilhões de neurônios? Conceitos fundamentais de Neurociência*. 2 ed. São Paulo: Atheneu, 786p.
- Maciel, I. B., Mello, C. L., & Silva, A. T. (2017). Caracterização Caracterização da deformação rúptil em afloramento da Formação Resende, Bacia de Volta Redonda, Estado do Rio de Janeiro. São Paulo: Instituto de Geociências USP, *Geologia USP, Série Cient.* 17(3), 1-12. doi: 10.11606/issn.2316-9095.v17-391.
- Miguel, G. F. (2023). *Educação por objetivos e Neurociências aplicados ao desenvolvimento do raciocínio geológico*. Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas. (Tese Dout., Ensino e História de Ciências da Terra). URL: <https://hdl.handle.net/20.500.12733/15480>. Acesso 25.02.2024.
- 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. *Terræ Didática*, 17(Publ. Contínua), 1-13, e021048. doi: 10.20396/td.v17i00.8667540.
- Orion, N. (1993). A model for the development and implementation of field trips as an integral part of the science curriculum. *School Science and Mathematics*. 93(6), 325-331. doi: 10.1111/j.1949-8594.1993.tb12254.x
- Paschoale, C. (1984). *Alice no país da geologia e o que ela encontrou lá*. In: Congresso Brasileiro de Geologia, 33, 1984, Rio de Janeiro. *Anais [...]* Rio de Janeiro, 1984, p.242-249.
- Peirce, C. S. (1991). *Peirce on signs: writings on semiotic*. James Hoopes, The University of North Caroline, USA.
- Scortegagna, A., & Negrão, O. B. M. (2005). Trabalhos de campo na disciplina de Geologia introdutória: a saída autônoma e seu papel didático. *Terræ Didática*, 1(1), 36-43. URL: 10.20396/td.v1i1.8637443.
- Shrestha, R. B., Desai, J., Mukherji, A., Dhakal, M., Kulkarni, H., Mahamuni, K., Bhuchar, S., & Bajracharya, S. (2018). *Protocol for reviving springs in the Hindu Kush Himalaya: a practitioner's manual*. Kathmandu, Nepal: International Centre for Integrated Mountain Development (Icimod). ISBN: 9789291156078.