

# Letramento científico e consciência metacognitiva de grupos de professores em formação inicial e continuada: um estudo exploratório

Scientific literacy and metacognitive awareness of groups of teachers in initial and continuing education: an exploratory study

Ana Sílvia Alves Gomes<sup>1</sup>

Ana Cristina Pimentel Carneiro de Almeida<sup>2</sup>

## Resumo

Este trabalho buscou investigar as habilidades de letramento científico e o perfil metacognitivo de grupos de professores de educação básica e estudantes de cursos de licenciatura, utilizando dois instrumentos recentemente produzidos: o teste de habilidades de letramento científico – TOSLS, abreviatura em inglês de Test of Scientific Literacy Skills (GORMALLY et al, 2012) e o Inventário de Consciência Metacognitiva – MAI – abreviatura em inglês de Metacognitive Awareness Inventory (SCHRAW, e DENNISON,1994). Especificamente foram investigadas possíveis correlações entre habilidades metacognitivas e de letramento científico, aferindo e comparando diferentes tipos de habilidades metacognitivas e de letramento científico em grupos de professores em formação inicial e em formação continuada, além de avaliar as qualidades psicométricas e possíveis aperfeiçoamentos dos instrumentos utilizados. O trabalho fundamenta-se em pesquisas contemporâneas sobre letramento científico e metacognição, em particular, estudos que visaram investigar como essas habilidades são desenvolvidas por professores de ciências e matemática. Os resultados, obtidos com a aplicação dos instrumentos em um grupo de vinte três licenciandos e vinte professores em exercício, indicam que 74% dos sujeitos dos grupos pesquisados ainda não possui um nível adequado de letramento científico, apesar de declarar que utilizam frequentemente diferentes estratégias metacognitivas para estudar e planejar aulas. Também não foram encontradas correlações estatísticas significativas entre os escores do TOSLS e MAI, ou seja, habilidades metacognitivas e habilidades de letramento científico não se mostraram correlacionadas. Apresenta-se o detalhamento das principais habilidades com menores índices de acerto, discutindo a respeito de suas possíveis causas e medidas de mitigação para os problemas identificados, além de sugerir possibilidades de pesquisas futuras utilizando os instrumentos em questão.

**Palavras-chaves:** Letramento Científico, Metacognição, TOSLS, MAI.

---

<sup>1</sup> Secretaria Municipal de Educação de Belém | [anasilviaalves@gmail.com](mailto:anasilviaalves@gmail.com)

<sup>2</sup> Universidade Federal do Pará | [anacripimentel@gmail.com](mailto:anacripimentel@gmail.com)

## Abstract

This study investigated the scientific literacy skills and metacognitive profile of basic education teachers and students of undergraduate courses, using two newly produced instruments: Test of Scientific Literacy Skills (TOSLS) and the Metacognitive Awareness Inventory (MAI). Specifically they were investigated possible correlations between metacognitive skills and scientific literacy, checking and comparing different types of metacognitive skills and scientific literacy for current and future teachers, and evaluate the psychometric and possible improvements of the instruments qualities. The work is based on contemporary research on scientific literacy and metacognition, in particular, studies that aimed to investigate how these skills are developed by teachers of science and mathematics. The results obtained with the implementation of the instruments on a sample of twenty three undergraduate and twenty practicing teachers, indicate that 74% of the sample does not have an adequate level of scientific literacy, despite declaring that frequently use different metacognitive strategies study and plan lessons. Significant statistical correlations were also found between the scores of TOSLS and MAI, e.g. metacognitive skills and scientific literacy skills were not correlated. It shows the rupture of key skills with lower rates of success, arguing about their possible causes and mitigation measures for identified problems and suggests future research possibilities using the instruments.

**Keywords:** Scientific Literacy, Metacognition, TOSLS, MAI.

## Introdução

Vivemos um contexto em que, a todo o momento, somos bombardeados por informações. O problema é que nem sempre essas informações se traduzem em conhecimentos, logo, desenvolver certas habilidades cognitivas a partir de diferentes meios que permitam selecionar e processar notícias e informações de forma adequada, é de fundamental importância para o desenvolvimento do raciocínio crítico e a autonomia intelectual dos estudantes. Estudos recentes como os de Coelho et. al (2012) e Gunstone & Northfield (1994), mostram que existem estratégias específicas às quais, podem ajudar a desenvolver certas habilidades cognitivas que auxiliam no processamento de novas informações e construção de novos conhecimentos. Particularmente com alunos de cursos da graduação na área da formação de professores, é de grande importância a apropriação de certas ferramentas intelectuais para que esses futuros profissionais possam lidar com as demandas da docência e das distintas realidades que venham a enfrentar.

Esse tipo de apropriação do conhecimento é mobilizado durante o processo de comunicação, compreensão oral e escrita e na resolução de problemas, constituindo assim, um elemento chave no processo de aprender a aprender (VALENTE, SALEMA, MORAIS E CRUZ, 1989). O fato de os alunos poderem controlar e gerir os próprios processos cognitivos lhes dá a noção da responsabilidade pelo seu desempenho escolar e gera confiança nas suas próprias capacidades.

Neste sentido, este trabalho buscou investigar as habilidades de letramento científico e o perfil metacognitivo de estudantes de Cursos de Licenciatura, utilizando instrumentos como o teste de habilidades de letramento científico (TOSLS, abreviatura em inglês de Test of Scientific Literacy Skills) elaborado por Gormally et al (2012) e o Inventário de Consciência

Metacognitiva (MAI, abreviatura em inglês de Metacognitive Awareness Inventory) proposto por Schraw e Dennison (1994).

A motivação para este trabalho tem origem nas reflexões sobre importância de pesquisas sobre o processo de formação de professores as quais podem proporcionar mais e melhores conhecimentos sobre a maneira de como se desenvolve o processo de aprender a ensinar. As perspectivas e enfoques que têm sido utilizados para abordar essa problemática têm evoluído. Assim, como foi colocado por Fenstermacher (1994 apud MARCELO, 1998, p.51) se inicialmente a principal pergunta era: o que é um ensino eficaz? Pesquisas recentes procuram investigar questões mais específicas do tipo: o que os professores conhecem? Que conhecimento é essencial para o ensino? E quem e como se produz conhecimento sobre o ensino?

Ao mesmo tempo, o desenvolvimento científico e tecnológico vem, cada vez mais, transformando a vida. O processo de industrialização, intimamente vinculado ao progresso da Ciência, tem influenciado tanto o modo de vida das pessoas quanto o equilíbrio ambiental do Planeta. Isso tem sido motivo suficiente para muitos educadores defenderem a necessidade de formar cidadãos capazes de compreender e usar as informações científicas para tomar decisões pessoais e socialmente responsáveis. Sem falar que esses conhecimentos e habilidades são cada vez mais, cruciais para a inserção dos sujeitos no mercado de trabalho e na vida em sociedade.

Autores como Cachapuz, Praia e Jorge (2000); Martins, Dias e Silva (2000) e Santos e Mortimer (2009) estão entre aqueles que argumentam que a chamada abordagem CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade), parece ser adequada para obter um ensino de ciência eficaz e importante para o exercício da cidadania, uma vez que busca tratar temas científico-tecnológicos em seus contextos reais, ou seja, os conhecimentos científicos vão além da sua compreensão, explorando a utilização e interação dos alunos com os elementos científicos e tecnológicos da vida social por meio da discussão dos aspectos socioeconômicos e políticos inerentes a eles.

Nesse aspecto e de acordo com Santos (2007), podemos aproximar a abordagem CTS do chamado letramento científico, na medida em que por meio do ensino de ciências vislumbra-se um processo formativo social, o qual pode fomentar a compreensão e demais usos de um amplo ranking de conceitos e vocabulário científico no cotidiano de uma cultura própria, com valores cívicos, democráticos e sociais, por parte de todas as pessoas, independentemente das profissões que exerçam ou área em que atuam.

Neste estudo utilizamos instrumentos e técnicas de avaliação do letramento científico e habilidades metacognitivas, tendo em vista os seguintes questionamentos: existe correlação entre habilidades de letramento científico e habilidades metacognitivas? É possível determinar tais habilidades e possíveis correlações entre elas através de aplicação de questionários? Quais são as habilidades mais e menos desenvolvidas em alunos de cursos de licenciatura?

Tendo como base essas e outras questões, o trabalho se propõe alcançar os seguintes objetivos: (i) analisar a ocorrência de diferentes tipos de habilidades metacognitivas e de letramento científico em grupos de professores em formação inicial e continuada; (ii) investigar a viabilidade do uso de questionários para avaliar habilidades metacognitivas e de letramento científico em diferentes grupos profissionais e estudantis e (iii) investigar possíveis correlações entre habilidades metacognitivas e de letramento científico.

## Referencial teórico

Este estudo baseia-se em três ideias interligadas. Uma delas refere-se às atuais sugestões de inovação metodológica e reorganização curricular para o ensino e aprendizagem de ciências, preconizadas por defensores do uso da chamada abordagem Ciência, Tecnologia e Sociedade/CTS. A outra tem a ver com o chamado Letramento Científico e a terceira com o crescente interesse de investigação sobre o processo de aquisição e desenvolvimento de habilidades metacognitivas e sua relação com a capacidade de aprendizagem de conceitos científicos e competências acadêmicas e profissionais.

### CTS e Letramento Científico

Para Santos e Mortimer (2009) a principal proposição da chamada abordagem CTS está na tentativa de disponibilizar aos estudantes as representações que lhes possibilitem agir, tomar decisões e compreender o que está em jogo no discurso dos especialistas. Na perspectiva dessa linha, um dos principais objetivos da abordagem CTS está em formar cidadãos cientificamente letrados que sejam capazes de compreender, debater e ajudar na tomada de decisão sobre problemas socioambientais vivenciados no mundo contemporâneo.

Estudos como os de Mundim (2009), Vieira (2003) e Mamede e Zimmermann (2005) mostraram evidências de que um ensino com orientação CTS permite o desenvolvimento de habilidades de forma mais eficaz que os programas de formação com orientação tradicional.

Embora autores com Chassot (2000) e Krasilshik e Marandino (2004) utilizem muitas vezes o termo alfabetização científica, há outros, como PISA (2006), Mamede e Zimmermann (2005) e Santos (2007), que preferem utilizar o termo letramento científico. Esses termos não se excluem mutuamente, apenas, como nos esclarece Montenegro (2008), surgiram na década de 1980 em contextos diferentes, mas ambos se referem aos usos sociais da linguagem escrita. Um no plano individual e o outro no âmbito do engajamento, da escrita como prática coletiva. Ou seja, referem-se ao domínio de habilidades, compreensão e aplicação da linguagem. Embora, possuam certas particularidades, como nos lembram Mamede e Zimmermann (2005, p.1):

Na realidade, os processos da alfabetização e do letramento, embora intimamente relacionados e mesmo indissociáveis, guardam especificidades, pois se referem a elementos distintos. A alfabetização refere-se às habilidades e conhecimentos que constituem a leitura e a escrita, no plano individual, ao passo que o termo letramento refere-se às práticas efetivas de leitura e escrita no plano social. Assim, uma pessoa letrada não é somente aquela que é capaz de decodificar a linguagem escrita, mas aquela que efetivamente faz uso desta tecnologia na vida social de uma maneira mais ampla.

Para esses autores o uso do termo letramento científico é mais adequado quando tratamos de conhecimentos e habilidades típicas das disciplinas científicas como Física, Química, Biologia ou Matemática uma vez que:

[...] no caso específico do ensino de ciências, a utilização deste termo traz potencialidades para a discussão dos objetivos e das práticas efetivas de ensino de ciências, mas, como toda metáfora, devemos manter uma certa cautela quanto à sua utilização. Na verdade, nas pesquisas sobre ensino de ciências, tem-se utilizado indiscriminadamente os termos alfabetização científica e letramento científico (Acevedo, Vázquez e Manassero,

2003; Santos, Gauche, Mol, Silva & Baptista, 2003), ambos referindo-se à importância de preparar o indivíduo para a vida em uma sociedade científica e tecnológica, na qual o conhecimento assume um papel essencial, dentro de uma perspectiva crítica da ciência e da tecnologia. (MAMEDE e ZIMMERMANN, 2005, p. 2)

Quando usamos esse entendimento do termo letramento científico, facilmente podemos perceber o elo entre esse construto e abordagem CTS, já que ambos valorizam a possibilidade de debater e questionar conhecimentos. Não apenas de informá-los aos alunos. Vislumbra-se todo um processo de comunicação com os alunos em seus contextos sociais, permeados pela ciência e tecnologia como práticas sociais e que necessitam ser compreendidas como tal, de forma que essas pessoas percebam que ciência e tecnologia nem sempre estão de mãos dadas, ambas tem suas limitações e é salutar que suas notícias e informações sejam sempre questionadas e problematizadas.

Uma pessoa cientificamente letrada, conforme Santos (2007), além de compreender as diferentes linguagens usadas na ciência, perceberá que, apesar de haver semelhanças funcionais, estruturais e utilitárias entre Ciência e outros tipos de conhecimento (mitos, religião, entre outros.) não pode confundi-los com Ciência. O conhecimento científico possui um conjunto de peculiaridades que, juntos, permitem diferenciá-la dos outros: sistematização e rigor lógico, possibilidade de permanente revisão/atualização, necessidade de comprovação de hipóteses, entre outras.

Grande parte dessas capacidades e atitudes intelectuais supostamente desenvolvidas pelo uso de estratégias de ensino como a abordagem CTS e pelo desenvolvimento de habilidades de letramento científico também pode estar relacionada ao que autores como Flavell (1987) e White e Gunstone (1992) tem denominado de conhecimentos metacognitivos ou simplesmente metacognição.

## Metacognição e aprendizagem de ciências

Pesquisadores da área de ensino de ciências tais como White e Gunstone (1989, 1992) e Cachapuz (2000) argumentam que a aprendizagem dos alunos pode ser melhorada, tornando-os conscientes de seus próprios pensamentos, sobre como eles leem, escrevem e resolvem problemas na escola. E que os professores devem promover essa consciência diretamente, informando seus alunos sobre estratégias eficazes e discutindo as características cognitivas e motivacionais do pensamento de resolução de problemas. Gunstone e Northfield, (1994) partilham desse ponto de vista e vão ainda mais longe, argumentando que a instrução metacognitiva deveria ocupar o lugar central no processo de formação de professores. White e Gunstone (1992) similarmente argumentam que a abordagem metacognitiva tem um potencial considerável para ajudar os professores em seus esforços para construir ambientes de sala de aula que incidam sobre a aprendizagem estratégica, flexível e criativa. Esses e diversos outros autores que defendem a importância da atividade metacognitiva dentro de contextos educativos, de certa forma, conseguiram colocar a metacognição em alta nas agendas de investigação educacional.

O pensamento parece ocorrer de várias maneiras diferentes. Cognições são as percepções que temos do mundo, sejam elas reais ou imaginadas (FLAVELL, 1999). Neste sentido, a cognição faz a mediação entre o sujeito e o mundo experiencial e os objetos de cognição são objetos reais, ideias e abstrações. Assim, por exemplo, cognições de linhas paralelas ocorrem quando os sujeitos as percebem, com ou sem um desenho dessas linhas

diante dos seus olhos. As cognições são usadas para resolver problemas, sejam eles de natureza concreta ou intelectual.

Por outro lado, metacognições são cognições de segunda ordem: pensamentos sobre pensamentos, conhecimento sobre conhecimento, ou reflexões sobre ações. Naturalmente, surgem problemas quando se tenta aplicar esta definição geral para casos específicos. Estes problemas dizem respeito como o conhecimento metacognitivo deve ser utilizado, se o mesmo deve ser consciente e verbalizável, e se ele deve ser generalizado por meio de diferentes situações (FLAVELL, 1999).

Em uma das primeiras tentativas de fazer essa distinção Flavell (1979) sugeriu que estratégias cognitivas “possibilitam” a aprendizagem e conclusão da tarefa, enquanto estratégias metacognitivas “monitoram” esse processo. Ele exemplifica essa diferença dizendo que a leitura de um texto informativo, por exemplo, pode funcionar tanto para melhorar o conhecimento sobre um determinado assunto (a função cognitiva) quanto para monitorar quanto um leitor é capaz de entender o que está lendo (a função metacognitiva). Com isso Flavell (1979) procurou demonstrar a coexistência e permutabilidade das funções cognitivas e metacognitivas

Os resultados de pesquisas sobre metacognição implicaram na proposição de diferentes componentes para explicar o comportamento de sujeitos diante da execução de tarefas elaboradas para analisar seus processos metacognitivos. De acordo com os modelos clássicos, metacognição consiste principalmente de conhecimento metacognitivo (o componente declarativo) e regulação (o componente processual). Conhecimento metacognitivo refere-se ao conhecimento sobre tarefas cognitivas, estratégias e alunos possuem conhecimento sobre si mesmo e as pessoas (FLAVELL, 1979). Regulação refere-se ao monitoramento e controle de processos cognitivos durante a aprendizagem (Idem). Além desses dois componentes principais, pesquisas posteriores como as de Corsale e Ornstein (1980) mostraram que o conhecimento metacognitivo requer competência em usá-lo.

Outro componente importante é a avaliação ou reflexão sobre o resultado de sua aprendizagem e experiência. Esta atividade metacognitiva refere-se a um juízo global do produto de uma experiência de aprendizagem. Ele fornece feedback para o sujeito na seleção e utilização de estratégias que levam ao refinamento do conhecimento metacognitivo (FLAVELL, 1979; BROWN, 1987), uma vez que o conhecimento metacognitivo sobre os nossos processos de aprendizagem pode ser correto ou incorreto, e pode ser muito resistente à mudança. Por exemplo, um estudante pode incorretamente pensar que investiu tempo suficiente de preparação para exames de matemática, apesar de seus repetidos fracassos (– mas o professor fez uma prova tão difícil!). Tal pré-atribuição pode impedir os estudantes de alterar seu auto conhecimento e regular melhor sua aprendizagem.

Ao resolver, por exemplo, um problema matemático, um estudante terá melhor desempenho se conseguir elencar as estratégias possíveis (calcular mentalmente? usar o algoritmo? fazer estimativas?), reconhecendo qual a melhor a ser usada na situação (questão de prova, conversa informal, compreensão de um texto matemático, operação de compra e venda) e, caso não consiga resolvê-lo na primeira tentativa, modifique para outra estratégia mais adequada aos objetivos e contextos.

Pesquisas como as de Kurtz e Borkowski (1987) e Grau Cárdenas (2008) mostram que esses componentes metacognitivos desenvolvem-se com a idade. As crianças mostram uma



tendência do desenvolvimento na compreensão dos efeitos da dificuldade da tarefa e uso de estratégia sobre o desempenho da memória por volta dos 11 ou 12 anos, quando o conhecimento da maioria dos fatos sobre a memória está bem desenvolvido. A capacidade no uso de estratégias cognitivas parece se desenvolver com a idade de 10 ou 12 anos e a partir daí mostraram-se mais capazes de regular sua aprendizagem e dedicar mais tempo para estudar itens difíceis do que os itens fáceis quando comparadas a crianças de 6 a 8 anos (GRAU CÁRDENAS, 2008). Crianças dos últimos anos do ensino fundamental maior, em geral são capazes de fazer juízos de aprendizagem melhores que crianças que estão em séries iniciais dessa etapa de ensino (KURTZ e BORKOWSKI, 1987).

Segundo Veenman, Van Hout-Wolters e Afflerbach (2006) a evolução na compreensão sobre metacognição depende da evolução da nossa compreensão de quais são os métodos de avaliação mais adequados para medir e descrever a metacognição. Tais autores afirmam que os métodos de avaliação de componentes e processos metacognitivos, desde o início, têm sido bastante diversificados. Variando desde o uso de questionários, entrevistas, análise de protocolos de pensamento em voz alta, observações, lembrança estimulada, registro de log de computador, arquivo, até o registro de movimento dos olhos. Cada um desses métodos têm suas vantagens e desvantagens. Por exemplo, os questionários são fáceis de administrar a grandes grupos, enquanto que os protocolos de pensamento em voz alta exigem avaliações individuais. Além disso, alguns métodos de avaliação podem ser mais intrusivos que outros. A escolha de um, obviamente, varia em função dos componentes metacognitivos que se quer avaliar e da precisão com a qual se quer fazer isso.

Recentemente tem ocorrido um crescente desenvolvimento de estudos sobre metacognição (VEENMAN, VAN HOUT-WOLTERS e AFFLERBACH, 2006). Inclusive, estudos já vêm tentando avaliar a aquisição e/ou desenvolvimento de habilidades metacognitivas de estudantes de cursos de formação de professores.

Por exemplo, Coelho, Rodrigues, Ghisolfi e Rego (2012) analisaram vídeos de aulas e diário de bordo de licenciandos em Física, procurando identificar as diferentes estratégias de aprendizagem utilizadas por eles para elaborar atividades didáticas para alunos do ensino médio. Por meio desse estudo, detectaram sérias dificuldades que os licenciandos sentem em se desvincular de práticas expositivas a que são sistematicamente submetidos ao longo do seu curso e produzir pequenas investigações sobre sua própria prática ao longo do estágio de docência. Com base nos resultados obtidos, concluíram que é urgente incluir nos cursos de graduação em Física mais oportunidades que permitam aos estudantes adquirir um conhecimento metacognitivo de sua própria ação pedagógica e de suas concepções de ensino e de aprendizagem, já que as vivências de aprendizagem desses professores influenciará em sua prática docente.

Jaramilo (2000) investigou como habilidades metacognitivas são desenvolvidas por estudantes de licenciatura em matemática ao longo do seu curso. Analisando mapas conceituais produzidos pelos estudantes, concluiu que há uma correlação significativa entre domínio de habilidades metacognitivas e qualidade profissional docente e que diferenças de natureza pessoais são determinantes no desenvolvimento desse tipo de habilidade.

Tápias-Oliveira, Almeida, Aires e Renda (2006) pesquisaram sobre a produção de gêneros acadêmico-científicos no curso de Letras. Investigaram aspectos metacognitivos e metafetivos nos diários de aprendizagem de futuros professores de língua portuguesa (estudantes do curso de Letras). Concluíram que o uso de estratégias de ensino, baseadas na investigação de temas propostos pelos próprios discentes favorecem a iniciativa e

autonomia dos estudantes. Segundo as autoras, quando as atividades de sala de aula são realizadas com prazer e centradas no interesse do aluno (como os projetos escolhidos por eles mesmos) geram, além da autoria, conquistada mais cedo, a afetividade em alta e o engajamento dos alunos, bem como a alteração de seu papel (e do papel de seu professor) em sala de aula.

Schaefer, Pavan, Amaral e Jou (2006) desenvolveram um estudo com aprendizes eficientes no qual investigaram as características desses alunos e sua relação com o alto desempenho acadêmico. Os resultados mostraram que, além de um alto nível intelectual, os estudantes utilizavam com facilidade as estratégias metacognitivas descritas na literatura e mostraram autonomia na condução de sua aprendizagem.

Estudos como esses, apontam para a necessidade de mudança da postura do professor formador e maior participação e envolvimento dos futuros professores em uma prática mais simétrica e dialógica entre professores e alunos que dê oportunidades para que os estudantes desenvolvam habilidades metacognitivas de maneira explícita e consciente.

Com base ideias expostas, este estudo procurou investigar as possíveis relações entre letramento científico e habilidades metacognitivas em grupos de professores em formação inicial e continuada. Para isso, usamos dois instrumentos de avaliação tentando diagnosticar o nível de letramento científico e a consciência metacognitiva desses grupos de professores na tentativa de verificar possíveis origens e correlações entre elas.

## Materiais e métodos

Podemos caracterizar esse estudo como um estudo exploratório de campo com abordagem quanti-qualitativa, ou como Creswell e Clark (2013) denominam de pesquisa de métodos mistos. Tal abordagem consiste em analisar o conjunto de informações coletadas procurando fazer inferências qualitativas a partir de dados quantitativos (e vice-versa). Na prática, com base no referencial teórico sobre letramento científico e metacognição, organizamos dados numéricos brutos em categorias qualitativas que expressam certas habilidades ou conjuntos de habilidades que foram objeto de análise. A partir daí, utilizamos softwares de estatísticas e geração de gráficos para expor as peculiaridades quantitativas encontradas no grupo investigado como um todo e em segmentos qualitativamente selecionados. Isso nos permitiu contrastar os resultados obtidos em cada um desses segmentos, identificar as habilidades mais e menos desenvolvidas em cada um deles, explorar exatamente quais eram habilidades deficientes em determinados grupos e as possíveis causas dessas deficiências. Ao mesmo tempo, esse tratamento viabilizou a análise de correlações entre as variáveis expressas pelos resultados dos escores dos instrumentos, em uma tentativa de encontrar possíveis conexões entre o desenvolvimento de habilidades de letramento científico e nível de desenvolvimento de habilidades metacognitivas.

Diante da possibilidade de investigar as habilidades metacognitivas e de letramento científico de atuais e futuros professores e ainda possíveis correlações existentes entre metacognição e letramento científico, decidimos usar dois instrumentos elaborados para estes fins. O teste de habilidades de letramento científico (TOSLS, abreviatura em inglês de Test of Scientific Literacy Skills) elaborado por Gormally et al (2012) e o Inventário de Consciência Metacognitiva (MAI, abreviatura em inglês de Metacognitive Awareness Inventory) por Schraw e Dennison (1994).



Ambos os instrumentos foram traduzidos do inglês e revisados por dois professores do PPGECM/UFPA, a fim corrigir eventuais problemas de tradução, eliminar possíveis incoerências e tentar contextualizar as questões para a realidade local. Para efeito de avaliação dessas versões traduzidas e revisadas, o TOSLS e o MAI foram aplicados em um pequeno grupo de alunos de licenciatura para a validação dos instrumentos e pequenos ajustes das questões.

Em seguida, para fins deste estudo, os questionários foram respondidos por dois diferentes grupos: 20 (vinte) discentes de uma turma de pós-graduação em ensino de ciências, composto por professores já formados e atuando profissionalmente como docentes da educação básica e 23 (vinte e três) estudantes de uma turma do quinto semestre de um curso de licenciatura.

Os grupos foram identificados da seguinte maneira: Os discentes de licenciatura: Grupo de Formação Inicial (GFI); Os Professores da educação básica e em Formação Continuada: Grupo de Formação Continuada (GFC); e os subgrupos, oriundos do GFC, constituído por professores de: Matemática (9), Pedagogia (4), Física (2), Biologia (2), Ciências naturais (2), outras disciplinas (1).

A escolha dos grupos foi proposital para permitir contrastes de resultados e assim fornecer indicadores de validade e confiabilidade mais consistentes. A consistência, nesse caso, está relacionada à possibilidade de averiguar se as variáveis do estudo se correlacionam estatisticamente aos perfis dos diferentes grupos e subgrupos (GFI x GFC e entre subgrupos específicos do grupo de formação continuada), ou seja, que certos padrões observados possam ser adequadamente explicados por diferenças intrínsecas existentes entre os grupos (GFI e GFC) e entre os integrantes da amostra do GFC por possuírem licenciatura em diferentes áreas do conhecimento.

O TOSLS (Anexo 1) é um questionário composto por 28 (vinte e oito) questões de múltipla escolha contextualizadas em torno de problemas do mundo real, por exemplo, avaliar a confiabilidade de um website que contém informações científicas ou determinar o que constitui evidência para apoiar a eficácia de um produto farmacêutico. O processo de desenvolvimento do TOSLS procurou articular a competência crítica de letramento científico, examinando a validade do instrumento por meio de entrevistas de estudantes e especialistas em ensino de biologia, testes-retestes pilotos, exame posterior das propriedades psicométricas, e, finalmente, de testes de sala de aula do instrumento final em múltiplos e diferentes cursos de biologia (Gormally et al, 2012).

O estudo sobre a validade de conteúdo e construto do TOSLS foi desenvolvido por Osterlind (2010 apud GORMALLY et al, 2012). A validade de conteúdo foi avaliada com base em um levantamento de opiniões sobre habilidades de letramento científico entre especialistas no assunto e cientistas de outras áreas, para então selecionar as habilidades que seriam objeto de avaliação, dentre as mais importantes e frequentes entre os especialistas. A validade de construto foi avaliada a partir de análises estatísticas dos resultados obtidos com a aplicação das primeiras versões do instrumento, que incluíam a correlação de respostas a duas ou mais questões estruturalmente análogas e a correlação de respostas de amostras onde foram aplicados teste-reteste.

A partir dos resultados dessas pesquisas preliminares, os autores do instrumento identificaram as habilidades relacionadas a duas grandes categorias de competências de letramento científico: 1) competências relacionadas à habilidade de reconhecer e analisar o uso de métodos de investigação que produzem conhecimento científico, e 2) as habilidades

relacionadas à organização, análise, e interpretação de dados quantitativos, informações científicas.

O MAI (Anexo 2) é um instrumento de avaliação de componentes e subcomponentes da metacognição cuja a expressão do conjunto de resultado convencionou-se chamar de consciência metacognitiva (SCHRAW e DENNISON, 1994). Esses componentes relacionam-se a dois grandes conjuntos de habilidades metacognitivas denominados respectivamente de conhecimento da cognição e regulação cognitiva. Conhecimento da cognição refere-se ao que os sujeitos sabem sobre eles mesmos, estratégias, e as condições em que as estratégias são mais úteis. Regulação da cognição refere-se às maneiras que os alunos planejam, implementam estratégias ou monitoram acertos e erros de compreensão e avaliam sua aprendizagem. Segundo os autores do MAI (SCHRAW e DENNISON, 1994) esse conjunto de elementos pode expressar a metacognição, ou seja, a habilidade de refletir sobre, entender e controlar nossa própria aprendizagem.

O MAI foi criado para tentar contornar as dificuldades de uso de instrumentos de avaliação metacognitiva do tipo online (entrevistas, pensar alto, observação de resolução de problemas) que são dispendiosos, demorados e exigem um bom treinamento dos aplicadores.

Segundo Schraw e Dennison (1994), como um parâmetro de avaliação metacognitiva, o MAI pode ser uma estratégia útil no planejamento de ações educativas de caráter metacognitivo, uma vez que pode ajudar a identificar quais as habilidades metacognitivas certos estudantes possuem e, então, para cada caso, usar estratégias de ensino que possam desenvolver tais habilidades nos estudantes.

A validade do MAI foi verificada em um estudo com 197 estudantes de graduação cujos resultados foram submetidos a tratamentos estatísticos para analisar a consistência interna de resultados obtidos com eles (SCHRAW e DENNISON, 1994). Tais resultados foram contrastados com os obtidos por outros instrumentos do tipo online. Depois disso, foram selecionados 52 itens psicometricamente mais confiáveis que compõe a versão do MAI que será utilizada neste trabalho.

Para a análise dos dados coletados, primeiramente foram realizadas estatísticas descritivas de frequências, médias e variância, a fim de analisar a ocorrência e cruzamento de diferentes informações. Dessa forma, pretendeu-se ter uma noção de possíveis relações existente entre variáveis de pesquisa expressas em tabelas de frequência simples e de cruzamento de dados (crosstabs). Após esses primeiros procedimentos foram feitos teste de análise de variância (ANOVA) para analisar a diferença de médias para uma variável dependente nos diferentes grupos que compõe a amostra.

Também foi realizada uma análise fatorial (AF) para avaliar se existem variáveis correlacionadas que determinem dimensões subjacentes (BISQUERRA, SARRIERA e MARTINEZ, 2009). No caso específico dessa pesquisa, o interesse é verificar se certas questões efetivamente podem ser agrupadas nas categorias propostas tanto no TOSLS quanto no MAI, e ainda, como a pontuação global das questões que formam essas categorias variam nos diferentes grupos da amostra.

Existe alguma correlação significativa entre consciência metacognitiva e habilidades de letramento científico? Como cada habilidade de letramento científico varia em cada subgrupo da amostra investigada? Quais habilidades parecem ser menos desenvolvidas? Há correlação entre letramento científico com alguma habilidade metacognitiva especial? Foram as questões que nortearam este estudo.

## Resultados e discussão

A seguir são apresentados os resultados e a análise obtidos pelos sujeitos dos grupos investigados, ou seja, 23 professores em formação inicial (GFI) e 20 professores em formação continuada (GFC). Os primeiros são discentes do quinto semestre de um curso de licenciatura (PFI). Os professores em formação continuada (PFC), por sua vez, pertencem a uma turma de mestrado que cursava o primeiro semestre do curso, na ocasião na coleta de dados.

Os dados brutos, ou seja, os cartões respostas do TOSLS e os formulários do MAI devidamente preenchidos, foram tabulados em uma planilha e submetidos à análise estatística, mediante o uso dos programas Microsoft Excel, versão 2010 e Statistical Package for the Social Sciences (IBM SPSS), versão 21.00.00, 2012.

### Contrastes entre os subgrupos PFI e PFC

Inicialmente, para se ter uma noção da relação existente entre variáveis da pesquisa, foi gerada uma tabela de estatísticas descritivas com as médias das duas principais variáveis para cada segmento da amostra (Tabela 1).

**Tabela 1:** Estatísticas descritivas da amostra (N = 20 PFC e 23 PFI)

		N	% na amostra	% acertos TOSLS	DP	Média do escore MAI*	DP
PFI		23	53,49	<b>30,28</b>	11,24	71,74	12,34
	Homens	12	27,91	31,25	11,10	72,42	12,15
	Mulheres	11	25,58	29,22	11,83	72,09	13,13
PFC		20	46,51	<b>53,21</b>	18,02	80,70	11,78
	Homens	9	20,93	48,81	17,03	86,56	6,23
	Mulheres	11	25,58	53,57	18,79	69,00	13,29
	Matemática	9	20,93	52,78	17,20	82,44	9,98
	Pedagogia	4	9,30	53,57	16,24	84,00	10,68
	Física	2	4,65	42,86	10,10	88,50	0,71
	Biologia	2	4,65	<b>83,93</b>	2,53	77,00	19,80
	Ciências Naturais	2	4,65	46,43	10,10	60,50	7,78
	Outras disciplinas	1	2,33	<b>28,57</b>	-----	84,00	-----
Amostra		43	100,00	40,95	18,63	75,91	12,77

\* Score máximo do MAI é igual a 104.

Antes de comentar as informações expressas na tabela 1, é importante saber que a variável doravante denominada “% de acerto” exprime o valor do escore total do TOSLS dividido por 28 e multiplicado por 100, ou seja, 100% equivalem acertar as 28 questões do TOSLS, 50% equivale a 14 questões e assim sucessivamente, considerando que o acerto de cada questão equivale a um ponto e os erros a zero pontos acumulados. Para a variável escore MAI, também denominado escore de consciência metacognitiva (CMETCOG), foi usado o valor bruto que varia entre 0 e 104 pontos. Uma vez que os valores atribuídos às respectivas respostas para cada uma das 52 asserções são: Não = 0; às vezes = 1; Sim = 2; e o escore total é a soma desses valores parciais.

Comparativamente, uma das informações que chama a atenção na tabela 1 refere-se à diferença das médias da % de acertos do TOSLS do GFC (53,21%) e do GFI (30,28%). Com

exceção da % de acertos um dos PFC (categorizado como professor de outras disciplinas) e dos 2 professores de Biologia do GFC, as médias entre as subcategorias de GFC e GFI se mantêm bem próximas (ver Tabela 1).

Enquanto é possível identificar nitidamente as diferenças entre as médias da % de acertos do TOSLS, isso não acontece com as médias dos valores de escores do MAI. Tais médias pouco se diferenciam entre as categorias principais (GFC e GFI) e nas subcategorias propostas como pode ser observado na tabela 1.

Para averiguar se as diferenças nas médias dos dois principais segmentos da amostra são estatisticamente significativas submetemos os dados a uma análise de variância (ANOVA), cujos resultados estão expressos na tabela 2.

**Tabela 2:** Resultados da análise de variância (ANOVA) da % de acertos do TOSLS e do score do MAI por grupos da amostra (N = 20 GFC e 23 GFI)

		Soma dos Quadrados	df	Quadrado Médio	F	Sig.
% Acerto TOSLS	Entre Grupos	8429,885	6	1404,981	8,231	,000
	Nos grupos	6145,340	36	170,704		
	Total	14575,225	42			
Escore MAI	Entre Grupos	1905,971	6	317,662	2,313	,054
	Nos grupos	4943,657	36	137,324		
	Total	6849,628	42			

Os resultados dos índices de significância estatística do teste de F de análise de variância, sendo menores que 0,05, confirmam que há diferenças significativas nos resultados da “% de acertos” do TOSLS entre os grupos de FC e FI. Todavia essas diferenças não ocorrem com os valores do escore do MAI obtidos por membros dos diferentes grupos. Isso é corroborado pelo grau de significância acima de 0,05 entre a variância das médias entre os dois segmentos da amostra (0,054). Simplificadamente, isso significa que os resultados do Score do MAI variam de forma muito parecida entre GFC e GFI e “% de acertos” do TOSLS varia de forma significativamente diferente, ou seja, a ocorrência de maiores média de “% de acertos” no TOSLS não ocorreu ao acaso.

É possível observar um ponto periférico na tabela 1, que se refere ao desempenho bem abaixo da média do professor categorizado no subgrupo “outra disciplina” (ver Tabela 1) e não pode ser explicado tão facilmente. Inúmeros problemas podem ter causado o mau desempenho no TOSLS (apenas 28,57% de acerto), entre os quais: pressa para resolver as questões, falta de concentração e, enfim, falta de compreensão das questões.

Para tentar explorar de forma mais detalhada as diferenças e semelhanças nas médias dos grupos, os escores foram segmentados em seus respectivos subconjuntos de habilidades.

Para o TOSLS foi calculado o escore parcial de cada um dos nove subconjuntos de habilidades (H1 a H9) que o compõe, para então contrastar a variação dos escores dos grupos de professores e estudantes em cada um desses subconjuntos. Cabe lembrar que cada subconjunto de habilidades é composto da soma dos escores de certo conjunto de questões. Por exemplo, o subconjunto H1 (identificar argumento científico válido) é expresso pela somatória dos escores das questões 1, 8 e 11 do TOSLS. Os resultados desse tratamento demonstram que as médias do GFC se diferenciam mais do GFI nas questões relacionadas às habilidades H1 (identificar um argumento científico válido) e H3 (avaliar o

uso adequado de informações científicas). Com as médias do GFC mantendo-se levemente acima das médias do GPI em quase todas as demais habilidades.

Curiosamente, a única média do GFI maior do que a do GFC ocorreu com o escore relacionado à habilidade H5 (compreender histogramas). Mas isso pode ter ocorrido em função de que apenas uma questão do TOSLS (questão 15) está relacionada a essa habilidade, o que aumenta a chance dessa medida ter sido em maior grau devido ao acaso, do que efetivamente uma expressão da real diferença entre os grupos.

O mesmo procedimento de análise dos escores dos subconjuntos de habilidades foi feito para o MAI. Ou seja, foram calculadas as médias dos escores parciais de cada um dos subconjuntos de habilidades que o compõe. Por exemplo, para o cálculo do subconjunto de habilidades metacognitivas denominado de conhecimentos declarativos (CDEC) é a somatória dos valores atribuídos às asserções de número 05, 10, 12, 16, 17, 20, 32, 46 do MAI. Os resultados demonstram que, diferentemente das médias do TOSLS, as médias dos subconjuntos de habilidades do MAI não se diferenciam significativamente, apesar dos sujeitos do GFC apresentarem médias levemente mais altas que as do GFI em todos os subconjuntos de habilidades propostos.

O gráfico 1, mostra os escores de cada sujeito da amostra organizado em ordem inversa de % de acertos das questões do TOSLS. É possível observar que apenas quatro sujeitos (9,3% da amostra, 20% de GFC, 0% de GFI) conseguiram obter mais de 75% acertos das questões do TOSLS, que poderiam ser considerados, pelos critérios discutidos anteriormente, como pessoas com habilidades de letramento científico, apropriadamente desenvolvidas. A maioria (74,4% da amostra, 55% do GFC, 95% do GFI) obteve 50% ou menos de acerto das questões do TOSLS.

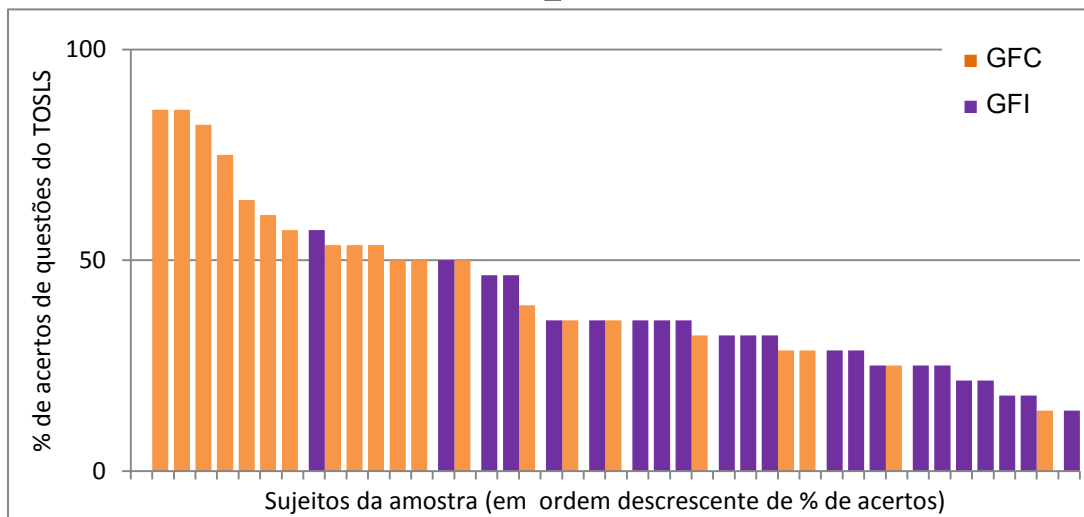


Gráfico 1: distribuição das % de acertos do TOSLS na amostra (N = 20 GFC e 23 GFI)

Para examinar mais detalhadamente o desempenho de acertos de questões do TOSLS foram calculadas as somatórias de acertos para cada uma das 28 questões do instrumento. Os resultados demonstram que o GFC, em média, teve um bom desempenho (acima de 80% de acerto) nas questões 1, 9 e 27: a primeira questão (1) relacionada à habilidade de identificar um argumento científico válido e as duas seguintes (5 e 9) relacionadas a habilidade de reconhecer atitudes científica e eticamente válidas (H3). O GFC também teve

um desempenho médio melhor que os GFI em todas as demais questões, com a exceção da questão 15, relacionada à habilidade de reconhecer histogramas (H5).

As questões 6, 10, 16, 19 e 22 foram as que ambos os grupos (GFC e GFI) apresentaram menores médias. As questões 10 e 22 são relacionadas à habilidade de identificar fontes confiáveis de informação científica (H2), a questão 6 à habilidade de interpretar adequadamente gráficos (H6), a 16 à habilidade de resolver cálculos algébricos (H7) e a 19 à habilidade de estimar a confiabilidade e probabilidade a partir de testes estatísticos (H8).

### Contrastes entre subgrupos de PFC

Diante de significativa diferença da média de % de acertos de professores de Biologia em relação aos demais PFC, julgamos pertinente analisar de forma um pouco pormenorizada as questões do TOSLS nas quais essas diferenças se apresentaram de forma mais expressiva. Assim, comparamos o desempenho dos professores do Biologia (N = 2) em relação aos demais professores do GFC (N = 18). O gráfico 2 mostra a variação da média de acertos desses subgrupos, em termos de % de acertos em cada uma das 28 questões do TOSLS. As linhas tracejadas mostram que a variação das médias de acertos dos subgrupos de professores de Biologia está bem acima da obtida pelo subgrupo formado pelos demais PFC da amostra.

Analisando o gráfico 5 é possível perceber que a diferença na média geral de acertos do TOSLS entre os subgrupos em questão se deve principalmente a significativa porcentagem de erros do subgrupo dos demais PFC nas questões 06 (11,11%), 10 (16,67%), 12 (27,28%), 16 (22,22%), 19 (27,78%), 22 (22,22%) 25 (33,33%) e 28 (33,33%), cujas médias de acerto ficaram abaixo ou bem próximas a média geral do GFI (30%), enquanto a média de acertos do subgrupo de professores de Biologia se manteve sempre acima do 50% nas mesmas questões, como mostra o gráfico 5.

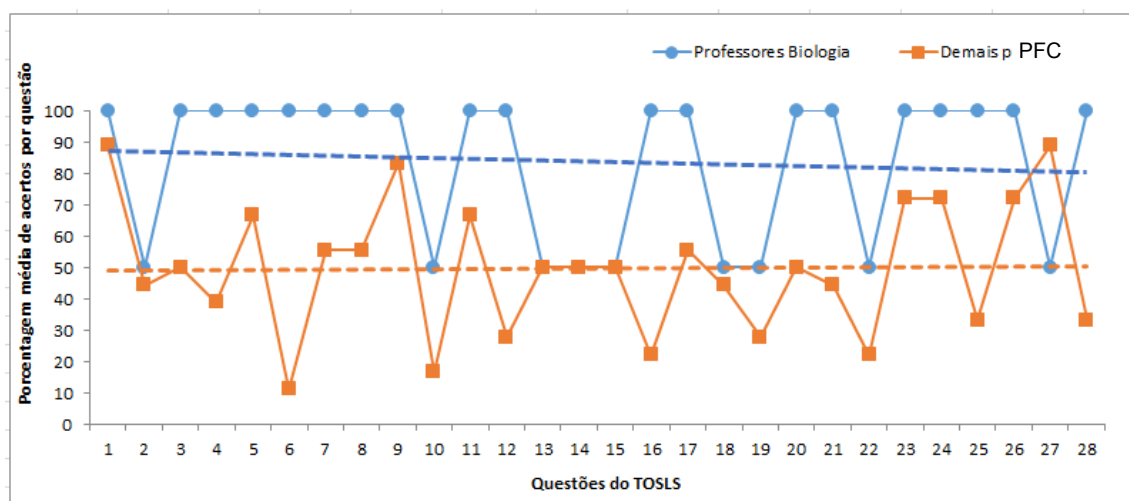


Gráfico 2: variação da médias de % acertos por questão e subgrupos de PFC

Diante desse dado, nos pareceu pertinente analisar um pouco mais detalhadamente as respostas de cada uma das questões mencionadas, a fim de analisar se tais diferenças possam estar relacionadas ao conteúdo das questões. Ou seja, os sujeitos do subgrupo de professores de Biologia obtiveram maior número de acertos nas oito questões mencionadas



por elas exigirem conhecimentos predominantemente relacionados à área de ciências biológicas?

Após ter analisado as habilidades e conhecimentos necessários para cada uma das oito questões que tiveram menores % de acertos na amostra do subgrupo denominado “demais professores” (que exclui os professores de Biologia da amostra), constatou-se que nenhuma delas exige um conhecimento profundo de questões estritamente biológicas como inicialmente poderia-se imaginar. A maioria dessas questões essencialmente exige a combinação de conhecimentos básicos em matemática com habilidades e atitudes de pessoas cientificamente letradas, tais como, avaliação de hipóteses e dados, identificação e classificação de erros amostrais, interpretação e seleção de variáveis e avaliação de características e confiabilidade de fontes de informação (GOMES, 2016).

## Qualidades do MAI e correlação entre MAI e TOSLS

Para realizar análise das variações de resposta para cada asserção do MAI, foi calculada a frequência de cada tipo de resposta possível (Sim, Não e Não Entendi) para cada uma das 52 asserções do MAI nos dois diferentes segmentos da amostra.

Da análise dos resultados foi possível extrair os dados listados na tabela 2 que resumem as asserções proeminentes do MAI, de acordo com cada tipo de resposta possível.

**Tabela 2:** Asserções do MAI mais proeminentes de acordo com cada tipo de resposta

	PFI (N=23)	PFC (N=20)
Sim	15(22); 09(21); 26(21); 46(21) e 52(21)	25(20) e 52(20)
Não	22(14)	22(9) e 28(7)
Não entendi	10(2), 19(2), 33(2), 44(2) e 48(2)	29(1) e 33(1)

A asserção 52 (Paro e releio quando fico confuso) teve frequência mais proeminente em ambos os grupos. A proeminência da questão 25 (Peço ajuda a outros quando não entendo alguma coisa) entre os professores pode ser um indicativo de que esse tipo de atitude se aprende de forma efetiva no exercício profissional do que durante a formação inicial. Curiosamente a proeminência das questões 15 (Aprendo melhor quando já sei alguma coisa sobre o assunto); 09 (Procuro prestar mais atenção quando me deparo com informações importantes); 26 (Quando preciso, sou capaz de me motivar para aprender); 46 (Aprendo mais quando estou interessado no tema) podem ser um indicativo da adoção de uma atitude mais individualista em grande parte da amostra de estudantes investigada.

A coincidência da proeminência da negação da asserção 28 (Procuro analisar a utilidade das estratégias enquanto estudo) e da asserção 22 (Procuro elaborar perguntas sobre o material antes de começar a estudar) pode ser um indicativo do quanto o uso desse tipo de estratégia tem sido negligenciada nos cursos de formação inicial e continuada de professores. Antecipar perguntas e refletir sobre as estratégias que se está usando para aprender são características marcantes de bons leitores e estudantes (BROWN, 1987) e, ao que parece, não foram suficientemente desenvolvidas nos sujeitos da amostra.

Os resultados mostram uma baixa a frequência de respostas do tipo “não entendi”. A nosso ver, isso corrobora a clareza dos textos das asserções do MAI, ou seja, poucos

estudantes (e ainda menos professores) declararam não ter compreendido a maioria das asserções desse instrumento. De qualquer forma, as questões proeminentes (10, 19, 29, 33, 44 e 48) merecem ser analisadas com um pouco mais de atenção para verificar possíveis correções e/ou aperfeiçoamentos.

Finalmente, os resultados da análise fatorial expressas em uma matriz de correlação, demonstraram que, primeiro, não há nenhuma correlação entre os escores globais ou subescores de habilidades de letramento científico e de habilidades metacognitivas, ou seja, nenhuma das habilidades avaliadas de forma independente pelos dois instrumentos mostrou ter alguma ocorrência simultânea. Em outras palavras, na amostra investigada não foram encontradas possíveis conexões (com correlações estatisticamente significativas) entre habilidades do TOSLS e habilidades do MAI, considerando tanto seus escores globais quanto os escores de subconjuntos de habilidades.

Por outro lado foi possível observar correlações significativas entre os escores globais e os respectivos subconjuntos de habilidades de cada instrumento. Por exemplo, os resultados do subescore da habilidade de avaliar adequadamente um argumento científico válido (H1) demonstrou uma correlação de 0,659 com o escore global do TOSLS que exprime o nível de letramento científico (LCIE). O mesmo ocorre com os vários subconjuntos de habilidades (CDEC, CPROC, CCOND, entre outras.) do MAI. Esses resultados corroboram a consistência interna de ambos os instrumentos, ou seja, que os diferentes subconjuntos de habilidades de fato expressam os construtos globais que se propõem medir: letramento científico e consciência metacognitiva.

Dito de outra forma, a consistência interna, tanto do TOSLS quanto do MAI, corroboradas pelos resultados dos testes de correlação, e pelos estudos originais de Gormally et al (2012) e Schraw e Dennison (1994), demonstram que os diferentes itens foram bem projetados para avaliar determinadas habilidades ou conjunto de habilidades em cada instrumento específico, fornecendo pontuações similares para tais itens. Por exemplo, sujeitos que acertaram a questão 01, em geral, acertavam também a questão 08 e a questão 11, todas as três projetadas no TOSLS para medir a habilidade H1: identificar um argumento científico.

## Considerações finais

Após ter observado os resultados das análises estatísticas podemos tecer algumas considerações sobre dois principais pontos sobre os quais é possível fazer algumas inferências. O primeiro ponto refere-se às qualidades psicométricas dos instrumentos e o segundo ao desempenho dos sujeitos da amostra.

Sobre as qualidades psicométricas dos instrumentos podemos dizer que os resultados obtidos com essa amostra corroboram a efetividade de ambos. O fato de que 20% da amostra do GFC conseguirem obter uma porcentagem de acerto acima de 75% demonstra que as questões possuem um nível de dificuldade relativamente alto, mas ao mesmo tempo, demonstra que pessoas cientificamente letradas conseguem resolver a maioria das questões do TOSLS. Outro fator que corrobora a qualidade psicométrica desse instrumento relaciona-se a ocorrência de correlações significativas entre os escores dos subconjuntos de habilidades e o escore total, obtidas por meio da análise fatorial.

A qualidade psicométrica do MAI também é corroborada pelos resultados da análise fatorial da mesma forma que o TOSLS, ou seja, os valores de seus escores parciais estão

significativamente correlacionados entre si e com o valor do escore global. Outro resultado que corrobora a qualidade psicométrica do MAI é a baixa frequência de resposta do tipo “não entendi” mostradas na tabela 3.

Quanto ao desempenho dos sujeitos da amostra, as médias de acertos das questões do TOSLS e do MAI e as tabelas 1 e 2 e os gráficos 1 e 2 mostram que há diferenças significativas entre médias de % de acertos do TOSLS mas não entre as médias do escore do MAI. No caso de TOSLS isso pode ser indicativo de que a finalização do curso de graduação e o exercício profissional implicaram em um certo desenvolvimento de habilidades de letramento científico no GFC em relação ao GFI da amostra.

Por outro lado, a expectativa de que isso acontecesse também com as médias de escore do MAI não se confirmou. Isso pode ser um indicativo de que o MAI não está realmente medindo o que se propõe (baixa confiabilidade), ou seja, os sujeitos acabam concordando com asserções que, efetivamente, não expressam as atitudes cognitivas que eles realmente estão habituados a usar. Uma hipótese que poderá ser analisada novamente em amostras maiores e mais diversificadas.

Um fato que chama atenção é que mesmo que a diferença das médias de acertos do TOSLS tenha sido significativamente maiores no GFI, apenas 9,3% amostra (20% professores) conseguiu ter um bom desempenho na resolução das questões do TOSLS, sendo que 74,4% da amostra obteve menos de 50% de acertos das questões do instrumento. Curiosamente as questões que apresentaram maior frequência de erros em ambos os grupos estão relacionadas à representação e uso de cálculos matemáticos e avaliação de fontes confiáveis de pesquisa. Especificamente, os GFC e GFI além de apresentar dificuldades em identificar fontes confiáveis de informação científica (H2) tiveram mais dificuldade em questões que envolviam algum tipo de inferência ou cálculo matemático, principalmente as relacionadas à habilidade de interpretar adequadamente gráficos (H6), à habilidade de resolver cálculos algébricos (H7) e à habilidade de estimar a confiabilidade e probabilidade a partir de testes estatísticos (H8).

Outra observação que vale a pena ser considerada nos resultados refere-se a impossibilidade de estabelecer alguma correlação entre habilidades metacognitivas e habilidades de letramento científico, demonstrada em uma matriz de correlações de escores desses instrumentos.

Como vimos, o TOSLS demonstrou ser uma interessante ferramenta de avaliação de aprendizagem de habilidades de letramento científico, cujas aplicações são amplas. Após outros testes e estudos desse tipo, talvez seja possível utilizá-lo para identificar habilidades de letramento científico desenvolvidas em diferentes grupos de aprendizes, cujos resultados poderão auxiliar os elaboradores de currículos a tomar decisões sobre quais os conteúdos, estratégias de ensino e fontes de informação mais adequada para letrar cientificamente, e de modo mais eficaz, esses diferentes aprendizes. Também o referencial teórico e a estrutura de elaboração das questões desse instrumento poderiam ser objeto de estudo em cursos de formação e aperfeiçoamento de professores e assim, quem sabe, redirecionar o foco da memorização de conteúdos para o desenvolvimento de habilidades avaliadas pelo instrumento. O mesmo pode ser dito em relação ao MAI.

Muitas pesquisas poderão derivar deste estudo, entre as quais, expandir a amostra para, assim, dispor de uma maior quantidade de dados para poder se ter uma perspectiva mais abrangente do nível de habilidades de letramento científico e metacognitivas que possa nos ajudar a aperfeiçoar ainda mais os instrumentos e fornecer um panorama da

situação do nível de letramento científico e habilidades metacognitivas de estudantes de cursos de licenciatura ou grupo de profissionais que venham a ser pesquisados.

## Referências

- BISQUERRA, R; SARRIERA, J.C; MARTINEZ, F. **Introdução à estatística: enfoque informático com o pacote estatístico SPSS**. Porto Alegre: Artmed. 2009.
- BROWN, A. L. Metacognition, executive control, self-regulation and other more mysterious mechanisms. In F. E. WEINERT & R. H. KLUWE (Eds.), **Metacognition, motivation and understanding**. Hillsdale: Lawrence Erlbaum Associates. 1987. p.65-116.
- CACHAPUZ, A.; PRAIA, J. E JORGE, M. Reflexão em torno de perspectivas de ensino das ciências: contributos para uma nova Orientação Curricular – Ensino por Pesquisa. **Revista de Educação**, v.9 (1), 2000. p.69-78.
- CHASSOT, Áttico Inácio. **Alfabetização científica e cidadania**. Ijuí: UNIJUI, 2000.
- COELHO, S.M.; RODRIGUES, C.R.; GHISOLFI, E.S. e REGO, F.A. Um exemplo prática de atividades metacognitivas aplicadas na formação de professores de física com base na pesquisa didática. **Cadernos Brasileiros de Ensino de Física**, v.29 (3). 2012.
- CORSALE, Kathleen; ORNSTEIN, Peter A. Developmental changes in children's use of semantic information in recall. **Journal of Experimental Child Psychology**, v. 30, n. 2, p. 231-245, 1980.
- CRESWELL, J.W; CLARK, V.L. **Pesquisa de métodos mistos**. Trad. Magda Lopes. Porto Alegre: Artmed. 2013.
- FLAVELL, J. H. Cognitive development: children's knowledge about the mind. **Annual Review of Psychology** nº 50, 1999. p.21-45.
- FLAVELL, J. H. Metacognition and cognitive monitoring: a new area of cognitive developmental inquiry. **American Psychologist** nº 34, 1979. p.906-911.
- FLAVELL, J. Speculations about the nature and development of metacognition. In F. WEINERT & R. KLUWE (Eds.), **Metacognition, motivation, and understanding**. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum. 1987. p.21-29.
- GOMES, A.S.A. **Letramento científico e consciência metacognitiva de grupos de professores em formação inicial e continuada: um estudo exploratório**. Universidade Federal do Pará. Dissertação de Mestrado. 2016.
- GORMALLY, C; BRICKMAN, P. and LUTZ, M. Developing a Test of Scientific Literacy Skills(TOSLS): Measuring Undergraduates' Evaluation of Scientific Information and Arguments. **CBE Life Sci Educ.** v.11 (4). p. 364-377. <<http://www.lifescied.org/content/11/4/364.full.pdf+html>>
- GRAU CÁRDENAS, V. **Self-regulated learning and conceptual development in biology: a naturalistic study with primary school children**. PhD Thesis. University of Cambridge, UK. 2008.
- GUNSTONE, R. F; NORTHFIELD, J. Metacognition and learning to teach. **International Journal of Science Education**, v.16 (5) , 1994. p.523-537.

- JARAMILO, D. Processos metacognitivos: seu desenvolvimento na formação inicial de professores de Matemática. *Anais da 23a. Reunião Anual da ANPEP - GT19 (Educação Matemática)*. Caxambu/MG, 2000.
- KRASILCHIK, Myriam e MARANDINO, Martha. *Ensino de ciências e cidadania*. Moderna, 2004.
- KURTZ, B. E. & BORKOWSKI, J. G. Development of strategic skills in impulsive and reflective children: a longitudinal study of metacognition. *Journal of Experimental Child Psychology*, v.43(1), 1987. p.129-148.
- MAMEDE, M. e ZIMMERMANN, E. Letramento Científico e CTS na formação de professores para o ensino de ciências. *Enseñanza de las Ciencias*. 2005.
- MARCELO, Carlos. Pesquisa sobre a formação de professores O conhecimento sobre aprender a ensinar. *Revista Brasileira de Educação*, 9, 51-75. 1998.
- MARTINS, I. P.; DIAS, C. C.; SILVA, P. A Biologia no ensino secundário: tendências curriculares, trabalho laboratorial e interesses dos alunos. *Revista de Educação*, Lisboa, v.9 (01), p.169-185, 2000.
- MONTENEGRO, Patrícia Peregrino. *Letramento Científico: o despertar do conhecimento das ciências desde os anos iniciais do Ensino Fundamental*. Dissertação de mestrado. Universidade de Brasília, Brasília, 2008.
- MUNDIM, Juliana Viégas. *Avaliação da Abordagem de um tema CTS em aulas de ciências das séries finais do Ensino Fundamental: análise de uma intervenção pedagógica*. Dissertação de mestrado. Universidade de Brasília, Brasília, 2009.
- PISA - *Programa Internacional de Avaliação de Estudantes: relatório nacional*. Brasília, 2006.
- SANTOS, W. L. P. Educação científica: uma revisão sobre suas funções para construção do conceito de letramento científico como prática social. *Revista Brasileira de Educação - ANPED*, v.12, n.36, 2007. p. 472-492.
- SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. Abordagem de aspectos sociocientíficos em aulas de ciências: possibilidades e limitações. *Investigações em Ensino de Ciências*, v.14 (02), 2009. p.192-218.
- SCHAEFER, L., PAVAN, C., AMARAL, B., & JOU, G. I. Desenvolvimento da habilidade de aprendizagem: Um estudo com aprendizes eficientes. *Anais do XVIII Salão de Iniciação Científica*. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS. 2006.
- SCHRAW, G., & DENNISON, R. S. Assessing metacognitive awareness. *Contemporary Educational Psychology*, v.19 (4), 1994. p.460-475
- TÁPIAS-OLIVEIRA, E.M.; ALMEIDA, M.C.S.; AIRES, M.J. e RENDAA, V.L.B.S. Metacognição e a metafetividade na formação do professor. *Anais do I Congresso Latino Americano sobre Formação de Professores de Línguas*. Florianópolis, 9 a 11/11/2006.
- VALENTE, M. O., SALEMA, M. H., MORAIS, M. M. & CRUZ, M. N. A Metacognição. *Revista de Educação*, v.1 (3), 1989. p.47-51.

VEENMAN, M.; VAN HOUT-WOLTERS, B.H; AFFLERBACH, P. Metacognition and learning: conceptual and methodological considerations. **Metacognition and Learning**, v.1(1), 2006. p.3-14.

VIEIRA, R. M. **Formação continuada de professores do 1.º e 2.º ciclos do ensino básico para uma educação em Ciências com orientação CTS/PC**. Tese de Doutorado em Didática - Universidade de Aveiro, Portugal. 2003.

WHITE, R. T; GUNSTONE, R. F. Metalearning and conceptual change. **International Journal of Science Education** nº 11, 1989. p.577-586.

WHITE, R.T; GUNSTONE, R.F. **Probing Understanding**. Londres: Falmer Press. 1992.