

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA E CIENTÍFICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO CIÊNCIAS E MATEMÁTICAS

ANA SILVIA ALVES GOMES

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

BELÉM, 2016

ANA SILVIA ALVES GOMES

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

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemáticas da Universidade Federal do Pará como requisito à obtenção do grau de Mestre em Educação em Ciências e Matemáticas, vinculada à Linha de Pesquisa: Conhecimento Científico e Espaços de Diversidade da Educação em Ciências. Orientadora: Prof. Dra. Ana Cristina Pimentel C. de Almeida

BELÉM, 2016

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP) Sistema
de Bibliotecas da UFPA

Gomes, Ana Silvia Alves, 1978-

Letramento científico e consciência metacognitiva de grupos de professores em formação inicial e continuada: um estudo exploratório/Ana Silvia Alves Gomes. - 2016.

Orientadora: Profa. Dra. Ana Cristina Pimentel Carneiro de Almeida.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Pará, Instituto de Educação Matemática e Científica, Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemáticas, Belém, 2016.

1. Professores de ensino fundamental - formação. 2. Professores de ciência - formação. 3. Ciência (Ensino fundamental) - estudo e ensino. 4. Metacognição. I. Título.

CDD 22. ed. 370.71

AGRADECIMENTOS

A Deus pela benção e iluminação.

Aos meus pais, Nilce Alves Gomes e Luis Mariano Rayol Gomes, pela dedicação, inspiração, força e amor que me deram ao longo da minha vida.

A minha orientadora, Profa. Dra. Ana Cristina P. C. de Almeida, pela competência, paciência e segurança com as quais me acompanhou durante todo o curso.

Aos membros da Coordenação e Secretaria do PPPGEM/IEMCI/UFPA, especialmente ao Prof. Dr. José Messildo Viana e a Profa. Dra. Nádia Magalhães, pelo apoio e orientação em todos os assuntos acadêmicos relacionados ao Programa.

Aos professores e estudantes que generosamente concordaram em participar do estudo.

Aos meus colegas do Instituto de Educação Matemática e Científica da UFPA.

Finalmente, a minha gratidão além da medida a meu marido Jesus Cardoso Brabo pelo seu amor, apoio e estímulo incondicional.

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, Formação de Professores.

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 metacognivas strategies study and plan lessons. Significant statistical correlations were also found between the scores of TOSLS and MAI, ie. 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, Teacher Education.

LISTA DE SIGLAS

ANOVA	Análise de Variância
AVAL	Avaliação (componente metacognitivo do MAI)
CCOG	Conhecimento Cognitivo: CDEC+CPROC+CCOND
CCOND	Conhecimento condicional
CDEC	Conhecimento declarativo
CMETAG	Consciência Metacognitiva: escore global do MAI (valor bruto)
CPROC	Conhecimento processual
CTS	Ciência, Tecnologia e Sociedade
CTSA	Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente
EDEP	Estratégias de depuração
EGINF	Estratégias de gestão da informação
GFC	Grupo de Professores em Formação Continuada
GFI	Grupo de Professores em Formação Inicial
H1	Habilidade de avaliar argumento científico válido
H2	Habilidade de avaliar qualidade de fontes bibliográficas
H3	Habilidade de avaliar uso de informações e atitudes científicas
H4	Habilidade de reconhecer possíveis vieses
H5	Habilidade de compreender histogramas
H6	Habilidade de interpretar gráficos adequadamente
H7	Habilidade de resolver cálculos algébricos
H8	Habilidade de utilizar noções básica de estatística
H9	Habilidade de compreender que correlações nem sempre são causais
LCE	Letramento Científico: escore global do TOSLS (em % de acerto)
MAI	Inventário de Consciência Metacognitiva, abreviatura em inglês de <i>Metacognitive Awareness Inventory</i>
MONIT	Monitoramento
NEQ	Não entendi a questão
NSR	Não sei a resposta
PFC	Professores em Formação Continuada
PFI	Professores em Formação Inicial
PLAN	Planejamento
RCOG	Regulação Cognitiva: PLAN+EGINF+EDEP+MONIT+AVAL
TOSLS	Teste de habilidades de letramento científico, abreviatura em inglês de <i>Test of Scientific Literacy Skills</i>

LISTA DE QUADROS, GRÁFICOS E TABELAS

Quadro 1: Descrição das categorias e habilidades a serem avaliadas e suas respectivas questões no TOSLS (GORMALLY et al, 2012, p.367)	40
Quadro 2: Componentes metacognitivos do MAI (SCHRAW e DENNISON, 1994)..	42
Quadro 2 - Cont.: Componentes metacognitivos do MAI (SCHRAW e DENNISON, 1994).....	43
Tabela 1: Estatísticas descritivas da amostra (N = 20 PFC e 23 PFI)	45
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)	46
Gráfico 1: % de acertos em cada grupo de habilidades do TOSLS (N = 20 GFC e 23 GFI)	48
Gráfico 2: Média dos escores dos subgrupos de habilidades do MAI (N = 20 GFC e 23 GFI)	48
Gráfico 3: distribuição das % de acertos do TOSLS na amostra (N = 20 GFC e 23 GFI)	50
Gráfico 4: Somatórias das % de acertos em cada questão do TOSLS (N = 20 GFC e 23 GFI)	51
Gráfico 5: variação da médias de % acertos por questão e subgrupos de PFC	52
Tabela 3: Questão 2 (Habilidade H6) - mapa de respostas por item	53
Tabela 4: Questão 6 (Habilidade H6) - mapa de respostas por item	55
Tabela 5: Questão 10 (Habilidade H10) - mapa de respostas por item	56
Tabela 6: Questão 12 (Habilidade H2) - mapa de respostas por item	57
Tabela 7: Questão 16 (Habilidade H7) - mapa de respostas por item	59
Tabela 8: Questão 19 (Habilidade H8) - mapa de respostas por item	60
Tabela 9: Questão 22 (Habilidade H2) - mapa de respostas por item	60
Tabela 10: Questão 25 (Habilidade H4) - mapa de respostas por item	61
Tabela 11: Questão 28 (Habilidade H9) - mapa de respostas por item	63
Tabela 12: Asserções do MAI mais proeminentes de acordo com cada tipo de resposta	64
Tabela 13: Matriz de correlações da análise fatorial entre os escores de diferentes subgrupos de habilidades do TOSLS e MAI (N = 20 PFC e 23 PFI)	67

SUMÁRIO

SUMÁRIO	9
INTRODUÇÃO	10
REFERENCIAL TEÓRICO	14
CTS no Ensino de Ciências	14
Origens e principais características do movimento	14
CTS e Letramento Científico	21
Metacognição	24
Origem e importância do conceito	24
Definições de metacognição	26
Cognição e Metacognição	28
Componentes da metacognição	30
Funções da metacognição	32
Avaliação da metacognição	33
PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	37
DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	45
Resultados globais: contrastes entre o grupo de formação inicial (GFI) e o grupo de formação continuada (GFC)	45
Habilidades do TOSLS em membros dos diferentes subgrupos do GFC	51
Qualidades do MAI e correlação entre MAI e TOSLS	64
CONSIDERAÇÕES FINAIS	69
REFERÊNCIAS	73
ANEXOS	77
ANEXO 1: Teste de Habilidades de Letramento Científico (TOSLS)	77
ANEXO 2: Inventário de Consciência Metacognitiva (MAI)	86
ANEXO 3: Teste de Letramento Científico (TOSLS) - Chave de Habilidades e Respostas	89
ANEXO 4: Modelo de Consentimento Livre e Esclarecido	90
ANEXO 5 – Dados brutos da amostra tabulados (N = 43, 20 professores e 23 estudantes)	91

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 as lacunas da minha formação inicial como docente, a partir da qual comecei a buscar alguns outros estudos e pesquisas educacionais cujo foco tradicionalmente tem sido o processo de formação de professores. Nessas leituras, pouco a pouco, percebi um incremento na

preocupação de conhecer mais e melhor a maneira como se desenvolve o processo de aprender a ensinar. As perspectivas e enfoques que têm sido utilizados para abordar essa problemática também têm evoluído. 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 em sociedade. 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 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.

Esta é mais uma justificativa sobre a importância de investigar aspectos relacionados à implementação da estratégia de ensino CTS, em particular, em cursos de formação de professores em que ela já vem sendo adotada de maneira sistemática, uma vez que tais estudos podem trazer a luz resultados positivos e contribuições para o estudo e compreensão do planejamento e organização de currículos e planos de formação inicial e continuada de professores.

Um estudo de Vieira (2003) pode ilustrar muito bem essa colocação. O referido autor, desenvolveu um plano de formação de professores com orientação na abordagem CTS, o qual objetivava investigar as concepções sobre ciência, tecnologia e sociedade de professores principiantes do ensino fundamental e promover práticas pedagógico-didáticas, apoiadas na abordagem CTS a curto e longo prazo. Obteve como resultados a reconstrução das percepções sobre CTS dos professores que participaram do estudo, assim como, moderado impacto nas práticas pedagógicas de metade dos sujeitos participantes, sendo que foi percebido um impacto substancial nas práticas pedagógicas de um dos sujeitos participantes. Estudos como o de Vieira (2003) trazem importantes colaborações para as pesquisas sobre a abordagem CTS e formação de professores servindo inclusive de referencial para o desenvolvimento de novos trabalhos na área.

Sinteticamente podemos dizer que a abordagem CTS recomenda que os estudantes, inclusive de cursos de formação inicial e continuada de professores, aprendam conhecimentos e habilidades científicas durante o processo de resolução de problemas concretos que, preferencialmente, estejam relacionados ao seu contexto social e os faça melhorar sua participação cidadã na adoção de opiniões e decisões relativas às aplicações da ciência e tecnologia.

Efetuar o contraste de resultados de pesquisas CTS com os de pesquisas sobre metacognição nos levou a pensar na hipótese de que grande parte das habilidades e atitudes intelectuais supostamente desenvolvidas pelo uso de estratégias de ensino com a abordagem CTS estão correlacionadas ao que autores como Flavell (1987) e Ribeiro (2003) tem denominado de conhecimentos metacognitivos ou simplesmente metacognição. Uma vez que desenvolver habilidades metacognitivas parece ter tudo a ver com capacidade de “aprender a aprender” difundida por adeptos da abordagem CTS, especificamente pelos defensores do chamado letramento científico. Foi justamente a possibilidade de analisar essa hipótese que deu origem a este estudo.

Com isso, por meio de aplicação de instrumentos e técnicas de avaliação do letramento científico e habilidades metacognitivas, procuramos responder aos 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:

- Analisar a ocorrência de diferentes tipos de habilidades metacognitivas e de letramento científico em grupos de professores em formação inicial e continuada.
- Investigar a viabilidade do uso de questionários para avaliar habilidades metacognitivas e de letramento científico em diferentes grupos profissionais e estudantis.
- 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.

Iniciaremos falando um pouco sobre a abordagem CTS e das experiências e contribuições de trabalhos cujos autores e pesquisadores da área do ensino de ciências, preocupados com algumas incongruências sobre o ensino e os diversos conteúdos a serem trabalhados em sala de aula, começaram a defender que o processo de ensino-aprendizagem fosse pautado na discussão de conceitos e teorias científicas e suas interrelações com a ciência, tecnologia a sociedade e o ambiente.

CTS no Ensino de Ciências

Origens e principais características do movimento

A abordagem educacional Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), tem suas origens a partir de movimentos questionadores do modelo científico e tecnológico do pós-guerra, o qual se caracterizou por uma crença exagerada no poder da ciência e da tecnologia para resolução dos problemas da humanidade. Tal situação teve como consequência vários problemas ambientais e dúvidas a respeito do papel da ciência e tecnologia na sociedade, pois não estava favorecendo o bem estar social da humanidade.

A abordagem CTS é fruto desse contexto, mas é conhecida, sobretudo, a partir da importância que certos movimentos populares tiveram na Europa e nos Estados Unidos durante os anos 1980 (REIS, 2007; SANTOS e MORTIMER, 2009). Esses movimentos passaram a questionar entre outras coisas a visão sobre a tecnologia como aplicação pura da ciência, assim como o papel da ciência e tecnologia na sociedade. Tal fato impulsionou mudanças no ensino de ciências, pois na visão dos

adeptos do movimento CTS, não era suficiente às pessoas serem apenas informadas sobre as questões sociais e ambientais, mas, acima de tudo, era necessário que elas soubessem se posicionar e tomar decisões diante desses problemas. Ou seja, o movimento CTS “traduzido” para a sala de aula transformou-se em uma abordagem que preconiza a tomada de decisão e mudança de atitude frente a questões complexas baseadas em conhecimentos científicos e tecnológicos, independente de escolhas acadêmicas e/ou profissionais dos indivíduos.

No Brasil, a abordagem CTS é atualmente uma das bandeiras do movimento de renovação do ensino de Ciências que, entre outros motivos, alega que a relação entre ciência e a tecnologia não poderia mais ser vista como um processo de atividade autônoma que segue uma lógica interna em favor dos seus “ótimos desempenhos”, mas como um processo ou um produto inerentemente social onde elementos como, por exemplo, valores morais, convicções religiosas, interesses profissionais, entre outros, desempenham um papel decisivo na sua origem e consolidação. Portanto, a educação científica também precisa ser questionada a fim de tomar novos rumos. Com isso, segundo Santos e Mortimer (2009) vários materiais didáticos e projetos curriculares que incorporam elementos da abordagem CTS foram elaborados no Brasil a partir do final dos anos de 1980.

Como já citado anteriormente, a abordagem CTS baseia-se no desenvolvimento de atividades educativas com ênfase na tomada de decisões, sobretudo aquelas relacionadas aos aspectos sociais que têm como parâmetro importante a Ciência e a Tecnologia. Nesse sentido, a participação dos cidadãos em processos decisórios relacionados com questões científicas e tecnológicas depende da compreensão das dinâmicas sociais, cognitivas e epistêmicas da Ciência (REIS, 2007).

Para Santos e Mortimer (2009) a principal proposição do currículo com ênfase na 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.

Além disso e concordando com Santos e Mortimer (2009), a abordagem CTS, por meio de suas estratégias didáticas, favorece o desenvolvimento do raciocínio crítico e a autonomia intelectual dos estudantes, podendo promover o diálogo sobre a contribuição da educação científica, para formação de uma consciência ambiental e de

educação para a cidadania, as quais são importantes entre os objetivos educacionais do contexto contemporâneo. Trata-se assim, de um campo de trabalho onde o fenômeno científico-tecnológico é entendido em seu contexto social tanto em relação aos seus condicionantes sociais como no que tange às suas consequências sociais e ambientais. Desta forma, assegura-se nos processos educativos, o estudo dos aspectos sociais que tem a ciência e a tecnologia, como atividade inerente ao homem em seu processo de desenvolvimento, entretanto, enfatizando o poder explicativo e instrumental dos seus dados nos diversos e ou específicos contextos sócio-políticos.

No ensino com a abordagem CTS percebe-se uma forte centralidade no aluno em contraposição ao ensino de ciências tradicional, que é mais centrado no conteúdo. Isso se explica pela preocupação da referida abordagem com problemas envolvendo ciência e tecnologia ao longo do processo educativo do indivíduo. Tal como defende Aikenhead (2009), para o entendimento de suas experiências diárias os alunos precisam compreender o seu contexto social (sociedade), seu meio natural (ciência) e o meio artificialmente construído (tecnologia).

Realizar as aproximações acima parece desafiador, pois significa abrir a escola ao meio social do aluno implicando também numa revisão dos tempos e propostas curriculares propedêuticas onde os conteúdos aparecem como produtos acabados, dentro de disciplinas, sem maiores espaços discursivos. De fato:

[...] nessas comunidades escolares, a lógica é influenciada pelo equivocado desenvolvimento linear da ciência¹, ao afirmar que a evolução da ciência promove melhorias tecnológicas à população e consequentemente bem-estar social. Porém, na realidade nem sempre o bem-estar social é promovido, podendo ocorrer o contrário: o aumento da miséria no mundo, a degradação ambiental, a segregação de raças, entre outros fatores. O currículo educacional influenciado pela concepção do desenvolvimento linear da ciência é um dos motivos pelo qual a abordagem de ensino CTS pode se tornar um obstáculo ao educador em ciências (GARCIA, CERZO e LÓPEZ, 2000 apud CARVALHO, 2014, p.20).

Esse enfoque reducionista na forma de trabalhar o ensino de ciências e seus conteúdos novamente nos remete a procura de orientações que tragam diferentes olhares aos conhecimentos como: um enfoque construtivista para a aprendizagem; abordagem de questões sociocientíficas relevantes para os estudantes e situar essas

1. O desenvolvimento linear da ciência é entendido como a busca da verdade universal e o motor do desenvolvimento tecnológico para a melhoria da vida em sociedade. De uma forma racional, o processo científico-tecnológico promoveria o progresso econômico-social. Essa é a concepção por vezes transmitida no ensino de ciências. Desde os anos 1960, a hegemonia dessa ideia positiva tradicional é contestada pelas universidades e pela sociedade, principalmente pelas ideias de Karl Popper, Thomas Khun e Paul Feyerabend (GARCIA, CERZO e LÓPEZ, 2000 apud CARVALHO, 2014, p.20).

questões em seus contextos específicos introduzindo uma análise sóciofilosófica, ética, política, econômica, de forma a promover o desenvolvimento de capacidades necessárias para argumentar em torno da tomada de decisões sobre Ciência, Tecnologia e Sociedade.

Dessa forma, o ensino de ciências nos moldes da abordagem CTS tem um papel indispensável, que poderia trazer uma significativa contribuição à educação para a cidadania, atendendo também às orientações curriculares as quais chamam atenção a necessidade de formar cidadãos ativos, capazes e preparados para ter uma influência na vida pública, com capacidade crítica de refletir antes de falar e agir, além de oportunidades de aprendizagem, que exigem o uso de maior habilidade de pensamento, tais como: análise, síntese, reflexão crítica e avaliação de suas ideias sobre questões sociais e éticas.

A discussão de tais questões é uma ação responsável com resultados pedagógicos que se enquadram em aspectos tanto na ciência, como na cidadania. Neste sentido, Reis (2007, p.133) aponta que a educação científica, pode, portanto, permitir aos alunos desenvolver habilidades, tais como: a) capacidade de reconhecer e avaliar argumentos; b) pesar evidências colocadas diante deles; c) questionar e avaliar de onde a informação vem, quem a colocou lá; d) buscar interpretações alternativas, pontos de vista e as fontes de evidência; e) capacidade de identificar evidências científicas bem como avaliar vantagens e desvantagens das diferentes soluções possíveis para um problema.

Usar problemas relacionados ao meio ambiente, saúde pública e tecnologia como mote para aprender teorias científicas faz com que estas tenham mais sentido para os alunos e deem-lhe a oportunidade de debater além de aspectos conceituais, questões de caráter ético, histórico, econômico e político que subjazem esses problemas.

Cachapuz, Praia e Jorge (2000), por exemplo, comentam que a aquisição de conhecimentos científicos e o desenvolvimento de capacidades de pensamento e de atitudes a propósito da abordagem de assuntos e problemas em contexto real, isto é, a propósito de problemas socioambientais, que envolvem a ciência e a tecnologia, cria condições para que tais aprendizagens se tornem úteis no dia-a-dia, não numa perspectiva meramente instrumental, mas sim numa perspectiva de ação. Dessa forma, os conteúdos científicos ganham significado e se tornam mais compreensíveis para os alunos, aumentando assim a probabilidade de que não se tornem conhecimento inerte.

Martins, Dias e Silva (2000) reiteram que além de permitir a aprendizagem mais significativa de teorias científicas, a abordagem de assuntos e problemas sociocientíficos ao levantar, de um modo concreto, a questão das relações entre a Ciência, a Tecnologia e a Sociedade, permite, pela motivação e reflexão que suscita compreender melhor o papel da ciência na sociedade e ainda o modo como a sociedade influencia os objetos de estudo da ciência e da tecnologia, bem como aprofundar os conhecimentos nos domínios científico e tecnológico.

Como tarefa pertinente para a realização acima, está a mediação docente para compreensão dos conteúdos da ciência, desde sua dinâmica de produção, de forma que a sociedade se aproprie do conteúdo e evolução do conhecimento. Tal fato também nos leva a refletir sobre o avanço nas propostas educativas que facilitem ou favoreçam a compreensão e participação de estudantes de licenciatura, docentes da educação básica e pesquisadores na proposição e/ou avaliação de materiais curriculares para a formação em CTS.

Além disso, educadores como Loureiro, (2005) concordam que o valor no ensino de qualquer assunto deve ser a possibilidade que ele oferece aos alunos, para o desenvolvimento de uma perspectiva diferente sobre o mundo. Esta mudança de perspectiva é certamente mais urgente quando as relações entre ciência, tecnologia e a sociedade são os objetos de estudo e precisamos equacionar as contradições do consumo, como a desigualdade de seu crescimento, respeitar os limites de recurso do planeta, abandonar o mito da abundância e inesgotabilidade dos recursos, rever valores sociais equivocados mobilizados pela publicidade e mídias, que igualam os conteúdos acessados por ricos e pobres, os quais exaltam o consumismo desde a indústria automobilística a alimentos, roupas, bebidas entre outros. Isto sem associar as escolhas individuais ou coletivas de consumo à produção, à degradação ambiental e consequente perda da qualidade de vida das pessoas. Portanto:

A ação emancipatória é o meio reflexivo, crítico e autocrítico contínuo, pelo qual podemos romper com a barbárie do padrão vigente de sociedade e de civilização, em um processo que parte do contexto societário e em que nos movimentamos do “lugar” ocupado pelo sujeito, estabelecendo experiências formativas em que a reflexão problematizadora da totalidade, apoiada numa ação consciente e política, propicia a construção de sua dinâmica. (LOUREIRO, 2005, p.1484)

Uma ferramenta para essa reflexão problematizadora da realidade e que promova a superação da visão estritamente biológica sobre o ambiente para uma concepção que inclui as dimensões sociais e culturais, pode ser observada em revisão feita por Sadler (2004), onde foi analisado um bom número de experiências que

apontam um ensino de ciências baseado na discussão de questões de natureza sócio científica, as quais são estratégias CTS, que embora não assegure a transformação dos alunos em cidadãos cientificamente letrados, oferece seguramente uma oportunidade para trabalhar a apropriação dos conteúdos científicos, a conceitualização da natureza da ciência, o raciocínio informal e diversas capacidades, nomeadamente, a mobilização crítica da informação, a argumentação e a independência intelectual dos alunos. Ou seja, dar oportunidades para os alunos fazerem conexões entre o conhecimento sobre meio ambiente, questões relativas à Ciência, Tecnologia e Sociedade e a vida, contribuindo não só com a construção de um novo ideário ambiental como também traduz inovações às diversas práticas docentes, assim como novos caminhos para o ensino de ciências.

O desafio para o trabalho com propostas críticas e inovadoras desse tipo reside em superar algumas tradições da educação escolar e encarar a necessidade da ciência ser ensinada a todos, tornando-a igualmente compreensível para aqueles que não se tornarão cientistas, mas que precisam ter conhecimento e a compreensão de conceitos e processos científicos necessários para a tomada de decisão pessoal, participação em atividades cívicas e culturais, e da produtividade econômica do mundo em que vivemos. Tal quadro tem sido um obstáculo à construção de uma imagem menos conservadora da ciência, assim como, impede a criação de novas oportunidades ou possibilidades de ensinar a natureza da ciência em sala de aula:

Habitualmente, a escola formal retrata a ciência como coerente, objectiva, não problemática e claramente distinguível de actividades não científicas, veiculando um modelo de racionalidade científica que leva os alunos a pensarem que os métodos de investigação rigorosos revelam, de forma repetida, única e sem ambiguidades, factos verdadeiros sobre o mundo natural. (REIS, 2007, p.127)

Sobre o exposto, cabe-nos afirmar que a compreensão pública sobre ciência é complexa, mas uma apreciação dos objetos e processos de estudo da ciência é necessário, pois ao contrário do que são retratadas na escola formal, as afirmações científicas são contestáveis, os testes científicos ou observações são reproduzíveis, apresenta capacidade e limitações na explicação de fenômenos e possui influência sobre a sociedade, tecnologia e o ambiente. Autores como Sadler (2004), argumentam que na Inglaterra, o currículo nacional reconhece que as relações entre ciência, tecnologia e sociedade estão intimamente ligadas ao ensino de uma Ciência mais próxima do real. Porém, raramente essas questões das ciências são trabalhadas em uma situação de ensino e aprendizagem em uma sala de aula. Nossa realidade educacional, neste ponto, é bem semelhante, tendo em vista, as raras circunstâncias

nas quais os professores desenvolvem atividades educativas as quais envolvam olhares multidisciplinares.

Um melhor desenvolvimento nas propostas de formação inicial e desenvolvimento profissional de professores pode favorecer a ligação íntima entre a avaliação e as decisões dos professores sobre o que e como ensinar com questões integrando a natureza da ciência e contextos tecnológicos, habilidades e processos do conhecimento científico. Silva e Carvalho (2007) apontam que tal trabalho exige dos professores não só um novo entendimento do processo científico, mas a possibilidade de novos entendimentos do que seja importante levar para a sala de aula em termos de conteúdos, ou seja, a forma pela qual os professores iniciam e gerenciam as discussões em classe é um fator rico para a promoção e desenvolvimento do discurso argumentativo nos alunos em sala de aula.

É bom lembrar que as colocações anteriores não pretendem destacar a abordagem CTS, como redentora da educação em ciências, apenas, e de acordo com Santos e Schnetzler (2010) e Aikenhead (2009), a abordagem CTS por meio de uma análise crítica e interdisciplinar da ciência e da tecnologia em seus contextos sociais, traz concepções de um ensino de Ciências para a cidadania, de proporcionar o entendimento público da Ciência, de possibilitar tomadas de decisões a partir de reflexões críticas sobre a produção científica e tecnológica e suas consequências na sociedade. Essas concepções possibilitam outra forma de abordar o ensino de Ciências conforme o atual contexto sócio-histórico.

Os trabalhos de Sadler (2004) e Sadler e Zeidleir (2004) são bons exemplos disto, ao utilizarem a referida estratégia e discutir controvérsias da engenharia genética – como a clonagem humana, tratamentos terapêuticos com células tronco – motivando os alunos, a partir da leitura de pequenos textos, a se posicionarem sobre dilemas existentes em torno desses assuntos. Segundo esses autores, dos trinta alunos de graduação que participaram da atividade, por meio de entrevistas semiestruturadas, muitos deram justificativas técnicas e racionais para a explicação de questões éticas e aplicações dessas pesquisas, entretanto, outra parcela dos alunos levou em consideração questões morais e emocionais, pautando suas respostas, por exemplo, em princípios religiosos ortodoxos ou de acordo com empatias políticas.

Outros estudos e experiências já 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. Entre eles podemos citar Mundim (2009) que realizou uma proposta de intervenção pedagógica com

abordagem temática, utilizando um tema CTS, em uma turma do oitavo ano do ensino fundamental objetivando observar e analisar as contribuições de tal intervenção para compreensão dos alunos sobre a aplicação e implicações dessa abordagem, no sentido de proporcionar um aumento na participação dos alunos nas aulas. Após utilizar-se de vários procedimentos de pesquisa, os dados coletados deixaram perceptíveis o maior interesse e participação dos alunos nas aulas, melhor compreensão do conteúdo científico abordado, maior habilidade de utilizar esse conteúdo científico em situações exteriores ao contexto da escola. O desenvolvimento da capacidade de argumentação, assim como a mudança de hábitos e atitudes também pôde ser observado.

CTS e Letramento Científico

Anteriormente falamos sobre a abordagem CTS e suas contribuições para um ensino de ciências com objetivos voltados para tomada de consciência, mudança de atitude e cidadania participativa, baseadas no entendimento público da ciência. Essas seriam peculiaridades tipicamente encontradas em cidadãos alfabetizados cientificamente ou, como alguns autores da área de ensino preferem denominar, cidadãos cientificamente letrados. Portanto, acreditamos que seja importante tentar esclarecer algumas questões relacionadas a essas denominações, para nos ajudar a entender o problema que iremos investigar.

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 todos 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, ambos 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, Matemática, entre outras, 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 constructo 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 diferencia-la dos outros: sistematização e rigor lógico, possibilidade de permanente revisão/atualização, necessidade de corroboração de hipóteses, entre outras.

Além disso, e ainda conforme Santos, (2007), um cidadão com letramento científico adequado poderá superar visões ingênuas que veem a tecnologia com um mero subproduto da ciência, compreendendo que Ciência é um tipo de conhecimento que começou a ser produzido muito depois da invenção de muitos tipos de tecnologia. Como por exemplo, a tecnologia da linguagem fonética que permitiu que nos comunicássemos uns com os outros, da escrita cuneiforme e (e mais tarde fonética) que nos permitiu registrar e facilitar a divulgação e armazenamento de

conhecimentos, a roda, o fogo, a construção de abrigos entre outros. Todos os produtos que foram inventados sem nenhum conhecimento científico de suporte, em outras palavras, tecnologia sem Ciência. Aliás, esse processo de invenção de tecnologia desvinculada da ciência continua até hoje. As tribos indígenas, por exemplo, desenvolveram tecnologias para sobreviver e se relacionar com o ambiente em que vivem.

Apesar de alguns autores, como Feyerabend (2007), mencionarem o termo Ciência simplesmente como um “saber que tem aplicação”, ou seja, o conhecimento empírico do uso de plantas medicinais, noções de localização geográfica, previsão do tempo que, de alguma forma, subsidia essas tecnologias indígenas (remédios, agricultura, caça entre outros.); não podemos dizer que esses “saberes” possam ser enquadrados na categoria Ciência, com as características descritas anteriormente. Entretanto, não considerá-los Ciência no sentido estrito não quer dizer que devemos menosprezar esses conhecimentos, ao contrário devemos valorizá-los. Inclusive a sabedoria indígena, ao longo do tempo tem sido fonte de informação sobre matérias primas de vários remédios cujo princípio ativo só poderia ser identificado a partir de estudos de plantas medicinais usadas pelos índios.

Parece-nos que, entre outras coisas, fomentar esse tipo de debate seja fundamental para o exercício pleno da cidadania. Esse movimento significará para os alunos dispor de conhecimentos científicos precisos para se auto afirmar, tanto pessoal, quanto profissional diariamente, colaborar com a resolução de problemas e necessidades de saúde e sobrevivência, tomar consciência das complexas relações entre Ciência Tecnologia e Sociedade sempre refletindo sobre estas como parte da cultura da atualidade.

Dessa maneira é imperativo encontrar estratégias que motivem os estudantes a resolver problemas concretos, atendendo as necessidades sociais mediante suas competências e conhecimentos científicos, melhorando a participação cidadã na adoção de opiniões e decisões relativas às aplicações da ciência e tecnologia.

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 está relacionada ao que autores como Flavell (1987) e Ribeiro (2003) tem denominado de conhecimentos metacognitivos ou simplesmente metacognição, e alguns princípios serão apresentados no próximo tópico.

Metacognição

Origem e importância do conceito

De maneira geral, podemos dizer que a metacognição está relacionada a um tipo de conhecimento ou crença que o sujeito possui sobre si próprio, sobre os fatores ou variáveis da pessoa, da tarefa, da estratégia e sobre o modo como afetam o resultado dos procedimentos cognitivos (RIBEIRO, 2003). Pesquisas, mencionadas a seguir, têm mostrado que esse tipo de conhecimento parece contribuir para o controle das condutas de resolução de problemas, permitindo ao aprendiz reconhecer e representar as situações, facilitar o acesso ao repertório das estratégias disponíveis e selecionar as mais suscetíveis de serem usadas, avaliar os resultados finais e/ou intermediários e reforçar a estratégia escolhida ou de alterá-la, em função do resultado de avaliações.

Possuir domínio de estratégias metacognitivas apropriadas tem sido correlacionado com a capacidade do indivíduo monitorar, autorregular e elaborar estratégias para potencializar sua cognição (FLAVELL, 1987). Isso tem impulsionado o desenvolvimento de estudos sobre a metacognição, tornando o seu desenvolvimento um objetivo educativo de métodos de ensino e aprendizagem contemporâneos.

O potencial instrucional que as ditas estratégias de desenvolvimento de habilidades metacognitivas parecem dispor e sua estreita relação com a capacidade de aprender a aprender tem posto em evidência a chamada metacognição. O terreno para o desenvolvimento de tal interesse se mostrou particularmente fértil, especialmente em vista de um Mundo em constante mudança tecnológica, quando não só é impossível para os indivíduos adquirir todo o conhecimento existente, mas também imaginar qual desses conhecimentos serão essenciais para o futuro. Nesse Mundo em rápida mudança, um dos maiores desafios para os professores é ajudar os estudantes a desenvolver habilidades que não se tornem rapidamente obsoletas. Como tal, as estratégias metacognitivas parecem ser essenciais para o século XXI, porque elas podem capacitar os alunos a lidar com sucesso em novas situações e nos desafios da aprendizagem ao longo da vida.

Diante desse cenário, a inclusão de atividades de desenvolvimento metacognitivo nos currículos escolares, parece plenamente justificada. Flavell (1999) propôs que as escolas devem ser “focos de desenvolvimento metacognitivo” por causa das oportunidades que o uso desse tipo de estratégia oferece para a autoaprendizagem consciente.

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 argumenta 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.

As razões para o crescente interesse em metacognição ao longo das últimas três décadas não está apenas relacionado com a melhoria esperada em resultados de aprendizagem, por meio de intervenções que visam desenvolver a metacognição dos alunos, mas também pelo aumento do interesse e aplicação de teorias cognitivas de aprendizagem contemporâneas (VEENMAN et al, 2006).

Cabe salientar que apesar das pesquisas sobre metacognição de alunos serem relativamente recentes, suas origens remontam o início da investigação sistemática sobre ensino-aprendizagem. Por exemplo, a técnica de introspecção, utilizada pelos primeiros psicólogos para tentar investigar aspectos psicológicos, já revelando em si o interesse em processos mentais que hoje denominamos metacognitivos. Brown (1987), em uma revisão das origens da metacognição, aponta que processos metacognitivos foram reconhecidos e defendidos por outros psicólogos educacionais (por exemplo, John Dewey e Edward Thorndike), no início do século XX, bem antes do surgimento do termo “metacognição”, especialmente na área de leitura e escrita. Flavel (1979) menciona que Jean Piaget ao discutir a importância do conceito de abstração refletido pela inteligência humana, salientou a necessidade de fazer cognições enunciáveis e disponível à consciência, a ponto de poder usar essas cognições como base de análise e aprendizagem.

Aliás, os trabalhos de Piaget parecem ter tido um significativo impacto nas ideias iniciais de John Flavell sobre metacognição, tendo sido Flavell um dos introdutores das ideias de Piaget nos Estados Unidos.

Brown (1987) relacionou outras possíveis raízes históricas da metacognição, nas ideias de alguns filósofos gregos, e asseverou que por mais difícil que possa ser a identificação da origem exata de metacognição, é, de longe, mais fácil chegar a um acordo sobre o fato de que a recente atenção em metacognição resultou no ressurgimento do interesse no papel da consciência, da compreensão do pensamento e processo de resolução de problemas. Após ter mostrado todas essas conexões com teorias e ideias relativamente mais antigas, concluiu que a metacognição “não é apenas um monstro de ascendência obscura, mas um monstro com muitas cabeças” (BROWN, 1987, p.105).

Mas isso não parece ter enfraquecido a teoria. Segundo Brown (1987), a reconhecida complexidade do conceito de metacognição implicou em grande parte no seu sucesso. Uma vez que, embora a metacognição seja geralmente definida como conhecimento e cognição sobre objetos cognitivos, ou seja, sobre “qualquer coisa cognitiva”, o conceito poderia razoavelmente ser ampliado para incluir “qualquer coisa psicológica” (BROWN, 1987, p.66). Flavell (1999), por exemplo, em sua tentativa de identificar onde se encaixaria a metacognição no “espaço psicológico” sugeriu que os conceitos que podem estar relacionados a metacognição incluem “processos executivos, operações formais, consciência, cognição social, auto-eficácia, auto-regulação, auto-consciência reflexiva e o conceito de sujeito psicológico.”

A diversidade de significados e a natureza multidimensional da metacognição, que diferentes pesquisadores acabaram criando para analisar e explicar os problemas investigados é discutido um pouco mais detalhadamente no próximo tópico.

Definições de metacognição

John Flavell foi o primeiro a definir a metacognição, quando ele disse que era “o conhecimento que toma como seu objeto ou regula qualquer aspecto de qualquer esforço cognitivo.” (Flavell 1971 *apud* Flavell, 1999). Pouco tempo depois Baker e Brown (1980) em uma tentativa de aprimorar a ideia, definiram conhecimento metacognitivo enfatizando a diferença entre “conhecimento” e “estratégias de conhecimento”, onde as últimas referem-se àquilo que as pessoas usam em certas atividades cognitivas específicas, tais como *fazer previsões* de quanto será lembrado

ou entendido ou quanto tempo vai demorar para concluir uma tarefa cognitiva particular; *levantar hipóteses* de uma resposta antes de chegar a uma solução cognitiva completa; e *monitorar* continuamente quanto progresso está sendo feito na realização de algum objetivo cognitivo. Com isso, Baker e Brown (1980) definiram metacognição como “uma consciência de quais competências, estratégias e recursos são necessários para executar uma tarefa de forma eficaz” ou “capacidade de utilizar os mecanismos de auto-regulação para garantir a conclusão bem-sucedida de uma tarefa”.

O modelo de Baker e Brown (1980) foi elaborado a partir de estudos sobre metacognição relacionada especificamente às tarefas de leitura. As referidas autoras alegaram que certas estratégias que têm sido tradicionalmente ensinadas como compreensão, leitura crítica e habilidades de estudo, poderiam ser rotuladas como habilidades metacognitivas, pois tais estratégias são conscientemente invocadas pelos bons leitores para ajudar na focalização sobre o conteúdo importante no monitoramento da compreensão. Essas habilidades incluem os seguintes atos por parte do leitor: (1) intenção consciente de controlar o ato de ler; (2) estabelecimento de objetivo para o ato da leitura; (3) foco em conhecimento metacognitivo; (4) regulação e fiscalização do ato de leitura; e (5) avaliação periódica do sucesso da leitura.

Embora existam outras definições de metacognição como as de Baker e Brown (1984), há outras mais simples, como a de que a “metacognição é o pensar sobre o pensamento” (Flavell, 1999), que embora seja bastante útil e esclarecedora, requer mais detalhamento, uma vez que a metacognição envolve também saber como refletir e analisar o pensamento, como tirar conclusões a partir dessa análise e, ainda, como colocar o que foi aprendido em prática. A fim de resolver os problemas, os alunos muitas vezes precisam entender o seu próprio funcionamento mental. Em outras palavras, eles precisam perceber como executam tarefas cognitivas importantes, tais como memorizar, compreender e resolver problemas.

Weinert (1987 *apud* Brown, 1987) tentou definir o grau de compreensão consciente, capacidade de falar ou escrever sobre as tarefas, e generalização para outras tarefas como fator importante para determinar se uma determinada tarefa é metacognitiva e este ponto de vista é apoiado por Brown (1987), que concorda que a metacognição requer o pensador usar e descrever o processo de atividade mental.

Em trabalho de revisão sobre as diferentes definições de metacognição, Paris e Winograd (1990) identificaram duas características essenciais das definições

propostas: “auto-avaliação” e “auto-gestão da cognição”. Para esses autores, a auto-avaliação das cognições compreende reflexões sobre as compreensões, capacidades e estado afetivo dos alunos durante o processo de aprendizagem, enquanto a auto-gestão refere-se a “metacognições em ação”; ou seja, os processos mentais que ajudam a “orquestrar os aspectos da resolução de problemas.” Muitos outros pesquisadores parecem concordar que a metacognição é melhor definida tanto como conhecimento quanto controle sobre os processos de pensamento.

A fim de tentar esclarecer algumas confusões terminológicas Hacker (1998) procurou definir metacognição diferenciando as tarefas intelectuais em “tarefas cognitivas” (habilidades anteriormente aprendidas que podem ajudar com a tarefa ou problema atual) e “tarefas metacognitivas” (aquelas com as quais o sujeito controla e orienta o processo de resolução de problemas), sublinhando a importância de aprender mais sobre o próprio pensamento. Mas essa fronteira parece ainda não estar bem definida e será objeto de discussão do próximo tópico.

Cognição e Metacognição

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.

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.

Na mesma linha Forrest-Pressley e Waller (1984) argumentam que cognição se refere aos processos e estratégias reais usados pelo aluno, ao passo que a metacognição está se referindo ao que uma pessoa sabe sobre suas cognições e a capacidade de controlá-las. Em outras palavras, enquanto a cognição se concentra em resolver o problema, metacognição centra-se no processo de resolução de problemas.

Uma interpretação do que vem sendo discutido sobre essas diferenças, nos leva a concluir que a reflexão metacognitiva envolve uma revisão crítica do processo de aprendizagem, no sentido de anotar pontos importantes dos procedimentos seguidos, reconhecer os erros cometidos na maneira de agir, identificar relações e traçar conexões entre a compreensão inicial e resultados da aprendizagem. Esta nos parece uma característica chave para ser incluída na lista de características que distinguem a atividade cognitiva da metacognitiva. Isso permite concluir que embora seja possível uma atividade cognitiva não crítica (automática), a atividade metacognitiva será necessariamente crítica e consciente. Por exemplo, os alunos muitas vezes se envolvem em processos de aprendizagem de forma passiva, reproduzindo informações sem examiná-las, seguindo instruções ou aplicação de fórmulas sem saber qual é afinal o propósito disso. Não importa o nível de sofisticação da aprendizagem, os alunos são capazes de ativar com êxito certas funções cognitivas mesmo na ausência de qualquer pensamento crítico (VEENMAN *et al*, 2006). O que sugere que a aprendizagem passiva, não-crítica, embora limitada, é possível.

O monitoramento metacognitivo do processo da aprendizagem, envolve mais que observação e ação passiva. Ele requer um elemento de julgamento que é essencial para comparar, avaliar e testar o conteúdo ou os processos de sua aprendizagem (auto avaliação). Esse *feedback* reflexivo permite ao aluno tomar medidas conscientes para corrigir a situação (autogestão). Claramente tal comportamento demonstra que senso crítico é condição *sine qua non* para a metacognição (BROWN, 1987). Obviamente, a prática de crítica e auto-avaliação é um esforço que requer forte apoio afetivo para os alunos, que devem se sentir confortáveis com a ideia de identificar, reconhecer e relatar seus erros, entendimentos parciais, ou rotas pessoais em relação à aprendizagem. Por isso, a maioria dos autores que defendem o desenvolvimento da metacognição dos estudantes como uma importante meta do sistema educativo formal reitera a atenção especial que deve ser dada à implementação de ambientes de classe

que incentivem os alunos a demonstrarem tal comportamento de aprendizagem, para que eles, em essência, assumam a responsabilidade de sua própria aprendizagem.

Componentes da metacognição

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.

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).

Apesar de toda uma série de estudos terem demonstrado a importância das habilidades metacognitivas para a aprendizagem, algumas pesquisas tem demonstrado que a ocorrência de conhecimento e regulação metacognitiva não é suficiente em promover a melhoria do desempenho do aluno. Zimmerman (1990), por exemplo, descobriu que, embora as crianças mais velhas superem as mais jovens em habilidades de conhecimento e regulação metacognitiva, crianças mais jovens (de oito anos) também são capazes de produzir um registro preciso de eventos passados, quando são explicitamente treinados e motivados a fazer esse tipo de tarefa.

Com isso, os modelos mais recentes de metacognição incluem não só os processos puramente cognitivos, mas também aqueles motivacionais. Isso é defendido por autores como Dweck & Leggett (1989) que tentaram integrar a abordagem tradicional cognitiva-metacognitiva em uma abordagem motivacional-metacognitiva para explicar o desenvolvimento e o sucesso da aprendizagem em crianças com idade escolar. Estudos como o de Wolters e Pintrich (1998) que usaram o segundo tipo de abordagem, mostram que o interesse dos alunos nos materiais aumenta a compreensão de materiais difíceis e que o valor que os alunos atribuem a certas tarefas é o melhor preditor de uso de estratégias metacognitivas e autoregulação. Esse mesmo estudo demonstrou que, curiosamente, a preferência das crianças mais velhas por tarefas que envolvem resolução de problemas não convencionais é menor que em crianças mais jovens. Ou seja, as médias do valor atribuído a tarefas supostamente desafiadoras ficam mais baixas à medida que as crianças envelhecem.

Em suma, a literatura tem mostrado que apesar de certos componentes metacognitivos (uso de estratégias, regulação e avaliação da aprendizagem) se desenvolverem à medida que as crianças envelhecem, outros como de auto-regulação e valor atribuído a tarefa declinam com o avanço da idade. Em outras palavras, os alunos parecem ser cada vez mais metacognitiva-cognitivamente mais competentes, embora sejam menos metacognitiva-motivacionalmente menos competentes à medida que envelhecem. Este fenômeno contradiz hipóteses da relação causal entre componentes motivacionais e componentes cognitivos na aprendizagem (CHAN, 1993). Os padrões de desenvolvimento de competências metacognitivas certamente necessitam ainda de investigações mais aprofundadas, nomeadamente no que diz

respeito às lacunas mostradas em estudos anteriores, onde apenas um ou dois componentes metacognitivos foram examinados, ou onde as amostras constituíam grupos etários descontínuos.

Funções da metacognição

Até o momento pesquisas tem indicado que as três principais funções metacognitivas são: (1) tomada de consciência, (2) avaliação e (3) regulação das próprias cognições (Flavell, 1979; Baker e Brown, 1980).

Nossa consciência metacognitiva nos dá a capacidade de acessar o *background* de conhecimentos específicos e estratégias de resolução e aprendizagem. Incluindo o conhecimento do que precisa ser feito, o que foi feito e o que poderia ser feito em contextos de aprendizagem específicos ou situações de resolução de problemas. Em outras palavras, poderíamos dizer que a consciência metacognitiva engloba os conhecimentos acumulados por um indivíduo a respeito das diferentes cognições necessárias para resolver um problema ou aprender com isso.

Avaliação metacognitiva, por sua vez, tem a função de comparar cognições que se apresentam à consciência, tornando possível julgamento a respeito de vantagens e limitações do uso de cada uma delas em determinadas situações.

Finalmente a regulação metacognitiva tem a função de selecionar e usar as cognições que foram avaliadas como mais eficazes para otimizar o uso de seus próprios recursos cognitivos. Também, ao mesmo tempo, a regulação metacognitiva permite que o indivíduo mude de estratégia ao perceber que não está avançando ou obtendo resultados esperados.

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.

Aliás, cabe salientar que o contexto social influencia (por exemplo, uma sala de aula) e variáveis como conhecimento prévio, capacidades, formas preferidas de aprendizagem, valores e expectativas e volição afeta significativamente o processo (e, portanto, os produtos) de aprendizagem e de resolução de problemas (Chan, 1993;

Turner, 1995). Tais atributos podem facilitar ou dificultar a atividade metacognitiva do aluno ou até mesmo fornecer o foco para essa atividade.

Avaliação da metacognição

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 avaliações 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.

Veeman et al (2006) sugerem a utilidade de dividir os métodos de avaliação em duas categorias: *offline* e *online*. Os primeiros referem-se àqueles que são apresentados aos sujeitos antes ou depois da execução da tarefa, enquanto que nas avaliações do tipo *online* os dados são obtidos durante o desempenho da tarefa. Segundo Veenman et al (2006), métodos *online* parecem ser mais efetivos para prever o desempenho quando comparados aos métodos *offline*, mesmo quando estes são administrados retrospectivamente a execução da tarefa. Vejamos alguns aspectos sobre ambos.

Pensar em voz alta, observar comportamentos durante uma tarefa, registrar o movimento dos olhos, e, mais recentemente, analisar arquivo de log de atividades no computador são exemplos de métodos *online* utilizados para avaliar o uso de estratégias de leitura enquanto os estudantes leem. Apesar das aparentes vantagens de detectar detalhes importantes que podem servir como indícios de atividade metacognitiva, os métodos *online* possuem limitações. Por exemplo, protocolos de análise de pensamentos em voz alta podem ficar incompletos quando os alunos não fazem ou não conseguem verbalizar todos os seus pensamentos (um fenômeno geralmente chamado, segundo Veenman et al (2006), de ponta-do-iceberg) ou seja, a

pequena parte aparente de um imenso problema. O método de pensar em voz alta também pode ser demasiadamente intrusivo, especialmente para os leitores inexperientes, que fazem um grande esforço para executar tarefas básicas de leitura. Métodos de Observações e registros de arquivo de log só podem capturar comportamentos explícitos, não os pensamentos e motivos subjacentes a esse comportamento. Além disso, métodos online são demorados e trabalhosos, uma vez que têm de ser administrados individualmente e a matéria-prima necessita ser codificada de acordo com um esquema de codificação pré-determinado. Embora o registro de arquivo de log possa ser feito com grandes grupos (fóruns de discussão, blogs etc.), o sistema informatizado de codificação precisa estar em sintonia com cada nova tarefa e grupo de alunos por meio de validação com outros métodos *online* (Idem). Finalmente, uma das maiores fragilidades dos métodos *online*, é que o comportamento real do aluno é codificado de acordo com critérios predefinidos externamente, sem considerar a variância do erro devido a percepções subjetivas do aluno (Veenman, 2011).

Métodos *offline* – tratam-se de questionários, entrevistas que são administrados antes ou depois da execução da tarefa - se baseiam em respostas sobre experiências do aluno no passado, mesmo quando as perguntas são colocadas imediatamente após o desempenho da tarefa. Suas principais vantagens são a possibilidade de aplicá-los facilmente a grandes grupos e usar análises estatísticas para analisar os dados coletados. No entanto, há sempre uma grande possibilidade das respostas dos alunos aos questionários ou entrevistas não coincidirem com comportamentos ou opiniões reais dos alunos, uma vez que, ao responder perguntas, os alunos têm de consultar sua memória, a fim de reconstruir processos e decisões anteriores. Este processo de reconstrução pode sofrer de falha de memória e distorções (Nisbett e Wilson, 1977). Nessa avaliação retrospectiva, ao invés de lembranças corretas, podem ser relatadas interpretações reconstrutivas. Ou seja, os alunos não só podem saber mais que eles dizem, assim como dizer mais do que sabem (Idem, p. 247). Auto relatos retrospectivos, recolhidos imediatamente após a execução de tarefas, podem mostrar distorções semelhantes, embora em menor medida. Outra desvantagem inerente aos métodos *offline* é que o questionamento pode interferir no auto relato espontâneo dos alunos sobre o que realmente fizeram. Questões retrospectivas podem suscitar relatos de estratégias que, de fato, nunca ocorreram. Fazer com que os aprendizes deem respostas sociais desejáveis. Além de tudo isso, ainda há risco dos alunos interpretarem mal as perguntas ou comandos das tarefas.

Como foi possível observar, métodos *online* e *offline* possuem vantagens e limitações. O ponto aqui é que os pesquisadores devem estar cientes das limitações de seus métodos de avaliação e tentar criar maneiras de minimizá-los. Contrastar resultados obtidos por diferentes métodos e triangular as análises parece ser a melhor alternativa para isso.

O auto direcionamento por sua vez, se refere à forma como a metacognição ajuda a organizar os aspectos cognitivos envolvidos na resolução de problemas, é descrever o planejamento da ação a ser executada. Podemos dizer que será posto em prática um conhecimento condicional, ou seja, quando e por que aplicar determinadas estratégias.

Todavia, isso não tem sido obstáculo para o crescente desenvolvimento de estudos sobre metacognição. 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 desvencilhar 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 tão 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.

Segundo Rivers (2001), é possível aprimorar estratégias metacognitivas no processo de aprendizagem, visto que as pessoas podem ser ensinadas a automonitorar e a controlar o seu desempenho, passando da heteronomia à autonomia, ou seja, assumindo o controle do próprio processo de aprendizagem. Zimmerman (2001) também diz que, embora a aprendizagem autorregulada não seja adquirida espontaneamente, ela pode ser desenvolvida por meio de ambientes que ensinem os estudantes a controlarem sua própria 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.

Este estudo pretende investigar as possíveis relações entre letramento científico e habilidades metacognitivas em grupos de professores em formação inicial e continuada. Para isso, usaremos 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.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

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 as 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 PPGECEM, a fim corrigir 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 grupo de alunos de licenciatura para a validação dos instrumentos.

Em seguida, para fins deste estudo, os questionários foram apresentados em 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 por apresentarem propostas interdisciplinares em seus projetos pedagógicos e 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.

A seguir, serão apresentadas as principais características de cada um dos instrumentos utilizados.

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 instrumento 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. Cada uma das categorias é composta por um conjunto de habilidades descritas no Quadro 1 (GORMALLY *et. al*, 2012, p.367), juntamente com a indicação das respectivas questões que procura avaliar cada uma delas:

Quadro 1: Descrição das categorias e habilidades a serem avaliadas e suas respectivas questões no TOSLS (GORMALLY et al, 2012, p.367)

Categoria I	Compreender métodos de investigação que levam a conhecimentos científicos.
H1	Identificar um argumento científico válido (questões 1, 8, 11): habilidade de qualificar adequadamente um dado como evidência científica e saber quando tal evidência apóia uma hipótese. Contra-exemplos: incapacidade de relacionar corretamente evidências e falta de controle sistemático sobre "fatos" que podem servir como evidências ou influenciá-las.
H2	Avaliar a validade de fontes (questões 10, 12, 17, 22, 26): habilidade de distinguir diferentes tipos de fontes; identificar vieses, autoridade e confiabilidade das informações ou dados. Contra-exemplos: incapacidade de identificar problemas com precisão e credibilidade.
H3	Avaliar o uso e abuso de informações científicas (questões 5, 9, 27): capacidade de reconhecer um modo ético e cientificamente válido de agir e avaliar o uso adequado da ciência por parte do governo, da indústria e da mídia, livre de preconceitos e pressões políticas e econômicas. Contra-exemplos: deixar que convicções políticas influenciem o uso de descobertas científicas. Dar o mesmo status para todos os lados de uma controvérsia, independentemente da sua validade.
H4	Compreender os elementos do <i>design</i> de pesquisa e como eles impactam nas descobertas/conclusões científicas (questões 4, 13, 14 e 25): Identificar pontos fortes e fracos no <i>design</i> de pesquisa relacionados a preconceitos, tamanho da amostra, randomização e controle experimental. Contra-exemplos: Incompreensão da randomização contextualizada em um projeto de pesquisa particular, falta de compreensão dos elementos de um bom projeto de pesquisa.
Categoria II	Organizar, analisar e interpretar os dados quantitativos e informação científica.
H5	Criar gráficos para representar dados (questão 15): Identificar o formato apropriado para a representação gráfica de certos tipos de dados. Contra-exemplos: não saber que gráficos de dispersão não são adequados para representar a diferença entre médias de grupos, pois mostram toda a gama de dados.
H6	Ler e interpretar representações gráficas de dados (questões 2, 6, 7 e 18): Interpretar dados apresentados graficamente para tirar conclusões sobre os resultados do estudo. Contra exemplos: Dificuldade na interpretação de gráficos, incapacidade para identificar padrões de crescimento (por exemplo, linear ou exponencial) em formato gráfico.
H7	Resolver problemas usando habilidades quantitativas, incluindo probabilidade e estatística (questões 16, 20 e 23): Calcular probabilidades, porcentagens e frequências para tirar conclusões. Contra-exemplos: tentar adivinhar a resposta correta sem ser capaz de explicar os cálculos matemáticos básicos; justificar limitações com desculpas do tipo "eu não sou bom em matemática".
H8	Compreender e interpretar estatísticas básicas (questões 3, 19 e 24): Compreender a necessidade de usar estatísticas para quantificar a incerteza em dados. Contra-exemplos: falta de familiaridade com estatísticas e com a incerteza científica; achar que as estatísticas provam que os dados são absolutamente corretos e verdadeiros.
H9	Justificar inferências, previsões e conclusões baseadas em dados quantitativos (21 e 28): Interpretar dados e criticar modelos experimentais para avaliar hipóteses e reconhecer falhas em argumentos. Contra-exemplos: tendência a interpretar erradamente ou ignorar dados gráficos ao desenvolver uma hipótese ou avaliar um argumento.

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 (Anexo2).

Os 52 itens referem-se aos 8 (oito) seguintes subcomponentes listados no Quadro 2, juntamente com as respectivas asserções do MAI aos quais se referem:

Quadro 2: Componentes metacognitivos do MAI (SCHRAW e DENNISON, 1994).

1. Conhecimento sobre Cognição	
<p><i>1.1. Conhecimento declarativo:</i> conhecimento factual que o aluno precisa antes de ser capaz de processar ou usar o pensamento crítico relacionado com o tema/problema; conhecimento que o indivíduo possui sobre suas competências, recursos intelectuais e habilidades como um aprendiz.</p>	<p>Asserções do MAI: 05. Tenho consciência dos meus talentos e limitações intelectuais. 10. Sei que tipo de informação é mais importante para aprender. 12. Sou bom em organizar informações. 16. Sei o que o professor espera que eu aprenda. 17. Sou bom em lembrar informações. 20. Tenho controle sobre o quanto estou aprendendo. 32. Sou capaz de avaliar bem o quanto entendo de alguma coisa. 46. Aprendo mais quando estou interessado no tema.</p>
<p><i>1.2. Conhecimento processual:</i> aplicação de conhecimentos, para efeitos de conclusão de um procedimento ou processo; conhecimento sobre como implementar procedimentos de aprendizagem (por exemplo, estratégias); exige que os alunos conheçam o processo, bem como quando aplicá-lo em diferentes situações.</p>	<p>Asserções do MAI: 03. Tento usar estratégias que deram certo no passado. 14. Tenho propósitos específicos para cada estratégia que uso. 27. Estou ciente das estratégias de aprendizagem que uso quando estou estudando. 33. Encontro e uso estratégias de aprendizagem úteis automaticamente.</p>
<p><i>1.3. Conhecimento condicional:</i> conhecimento sobre quando e por que usar os procedimentos de aprendizagem selecionados; aplicação do conhecimento declarativo e processual sob certas condições apresentadas.</p>	<p>Asserções do MAI: 15. Aprendo melhor quando já sei alguma coisa sobre o assunto. 18. Uso diferentes estratégias de aprendizagem, dependendo da situação. 26. Quando preciso, sou capaz de me motivar para aprender. 29. Uso os meus talentos intelectuais para compensar minhas limitações. 35. Sei o quanto cada estratégia que uso será mais eficaz.</p>

Quadro 2 - Cont.: Componentes metacognitivos do MAI (SCHRAW e DENNISON, 1994)

2. Regulação da Cognição	
2.1. <i>Planejamento</i> : definição de metas e alocação de recursos antes de aprender	Asserções do MAI: 04. Enquanto aprendo, procuro estabelecer um ritmo apropriado para o tempo que disponho. 06. Penso sobre o que realmente preciso saber antes de começar uma tarefa. 08. Costumo definir metas específicas antes de começar uma tarefa. 22. Procuro elaborar perguntas sobre o material antes de começar a estudar. 23. Penso em várias maneiras de resolver um problema e tento escolher a melhor. 42. Leio cuidadosamente as instruções antes de começar uma tarefa. 45. Tento organizar meu tempo para cumprir melhor meus objetivos.
2.2. <i>Estratégias de gestão de informação</i> : metas e sequências de estratégia utilizadas para processar as informações de forma mais eficiente (por exemplo, organização, elaboração ou resumo, com foco seletivo).	Asserções do MAI: 09. Procuro prestar mais atenção quando me deparo com informações importantes. 13. Conscientemente foco atenção em informações importantes. 30. Concentro-me sobre o significado e a importância de novas informações. 31. Crio meus próprios exemplos para tornar a informação mais significativa. 37. Costumo usar imagens e diagramas para me ajudar a entender e aprender. 39. Tento traduzir novas informações em minhas próprias palavras. 41. Tento usar a estrutura organizacional do texto para me ajudar a compreendê-lo. 43. Pergunto-me se o que estou lendo tem relação com o que eu já sei. 47. Tento dividir o que tenho para estudar em etapas menores. 48. Concentro-me no sentido global ao invés dos detalhes.
2.3. <i>Monitoramento da compreensão</i> : avaliação da sua própria aprendizagem ou utilização de estratégias.	Asserções do MAI: 01. Quando estudo, frequentemente estabeleço objetivos a serem alcançados. 02. Considero várias alternativas para um problema antes de respondê-lo. 11. Antes de finalizar a resolução de um problema, pergunto-me se considere todas as diferentes possibilidades de resolução. 21. Costumo rever pontos que me ajudem a entender as relações importantes. 28. Procuro analisar a utilidade das estratégias enquanto estudo. 34. Costumo parar regularmente para verificar minha compreensão. 49. Frequentemente me pergunto sobre como está meu desempenho enquanto estou aprendendo algo novo.
2.4. <i>Estratégias de depuração</i> : estratégias usadas para corrigir erros de compreensão e de desempenho.	Asserções do MAI: 25. Peço ajuda a outros quando não entendo alguma coisa. 40. Mudo de estratégia quando não consigo entender. 44. Tento reavaliar minhas suposições quando fico confuso. 51. paro e volto quando encontro uma nova informação que não ficou clara. 52. paro e releio quando fico confuso.
2.5. <i>Avaliação</i> : análise de desempenho e estratégia de eficácia após um episódio de aprendizagem.	Asserções do MAI: 07. Quando termino de fazer um teste, geralmente, sei como me saí nele. 19. Pergunto-me se haveria uma maneira mais fácil de fazer a coisa depois que eu termino uma tarefa. 24. Posso resumir o que aprendi depois que termino de estudar. 36. Quando finalizo uma tarefa, me pergunto o quão bem cumpri meus objetivos. 38. Pergunto-me se considere todas as opções após resolver um problema. 50. Assim que finalizo uma tarefa, pergunto-me se eu aprendi tanto quanto eu podia.

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. Questões tais como: 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? Estas indagações servirão de base para as análises propostas neste estudo.

DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Resultados globais: contrastes entre o grupo de formação inicial (GFI) e o grupo de formação continuada (GFC).

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. Os professores em formação continuada, 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 (Anexo 5) 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.

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	30,28	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	53,21	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	83,93	2,53	77,00	19,80
	Ciências Naturais	2	4,65	46,43	10,10	60,50	7,78
	Outras disciplinas	1	2,33	28,57	-----	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% equivalem 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 dois professores de Biologia do GFC, as médias entre as subcategorias de GFC e GFI se mantém 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 (ANOVA), 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 (ver anexo 3). O Gráfico 1, que expressa essas variações, mostra 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 GFI 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.

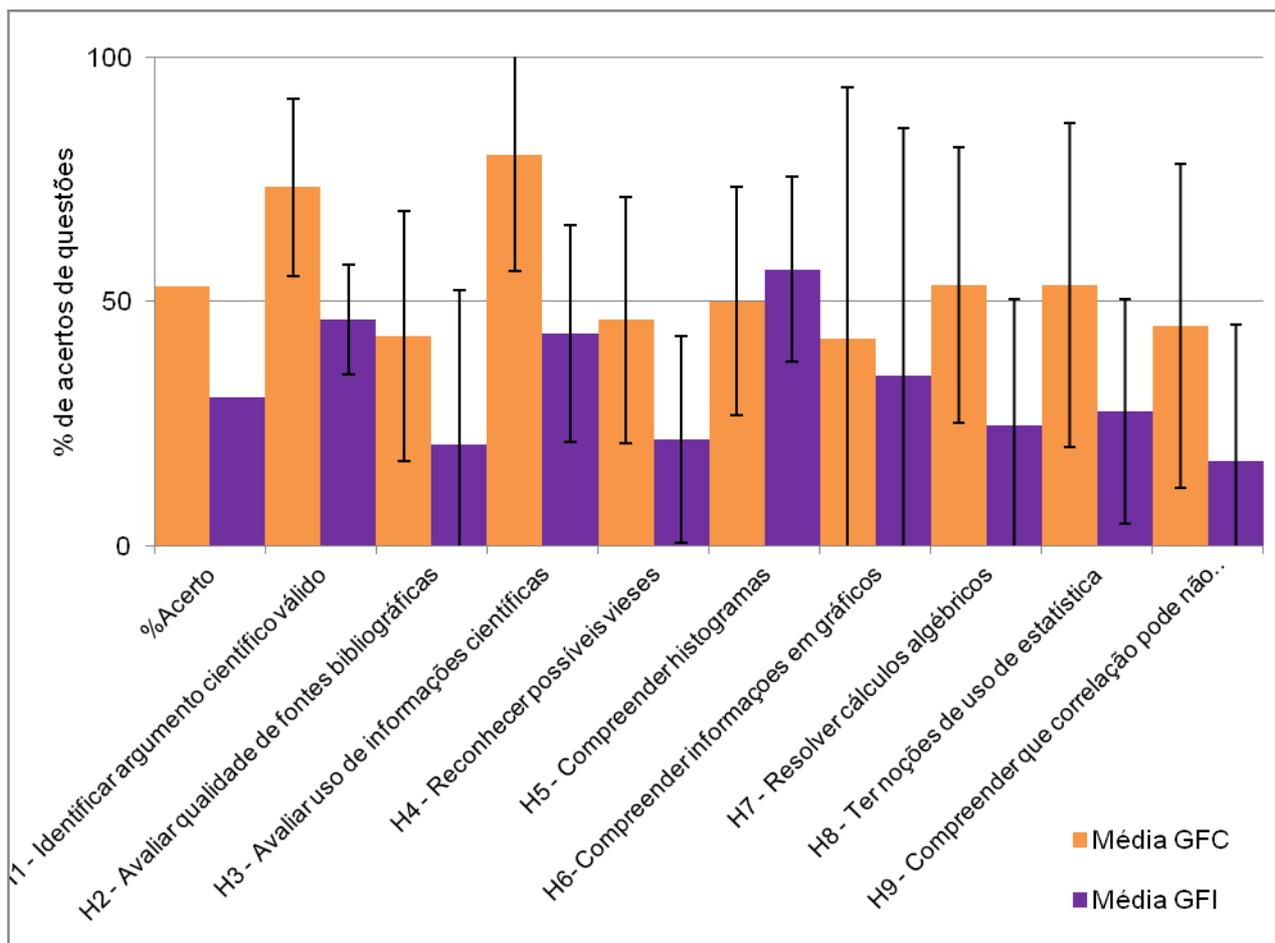


Gráfico 1: % de acertos em cada grupo de habilidades do TOSLS (N = 20 GFC e 23 GFI)

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. O gráfico 2 mostra que, diferentemente das médias do TOSLS, as médias do subconjuntos de habilidades do MAI não se diferenciam significativamente, apesar do GFC apresentarem médias levemente mais altas que a do GFI em todos os subconjuntos de habilidades propostos.

Gráfico 2: Média dos escores dos subgrupos de habilidades do MAI (N = 20 GFC e 23 GFI)²

² As categorias e habilidade do MAI utilizadas no gráfico 2 são apresentados na quadro 2, p. 42. As siglas das respectivas habilidades podem ser vistas na tabela 13, p.67.

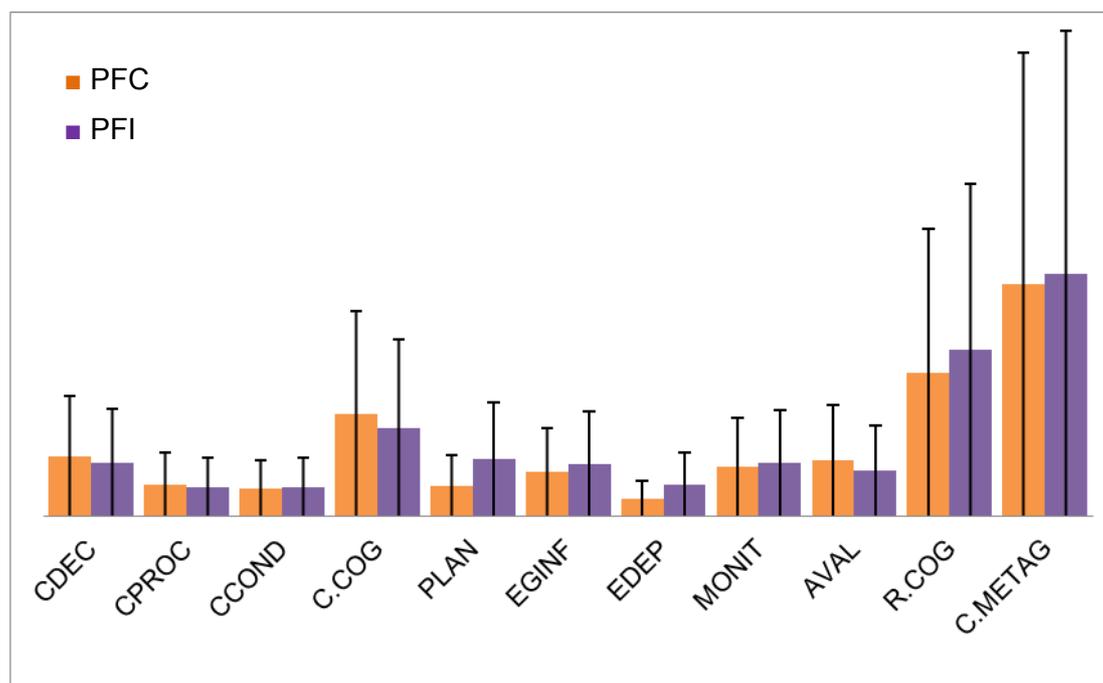


Gráfico 2: Média dos escores dos subgrupos de habilidades do MAI (N = 20 PFC e 23 PFI)³

Após termos contrastado as médias globais e parciais entre os grupos, cabe avaliar o desempenho da amostra em ambos os instrumentos. O gráfico 3, mostra os escores de cada sujeito da amostra organizado em ordem inversa de % de acertos. O primeiro ponto (barra) do gráfico refere-se ao padrão de 100% de acerto das questões do TOSLS, os demais foram os escores obtidos por cada sujeito da amostra. Nele 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.

³ As categorias e habilidade do MAI utilizadas no gráfico 2 são apresentados na quadro 2, p. 42. As siglas das respectivas habilidades podem ser vistas na tabela 13, p.67.

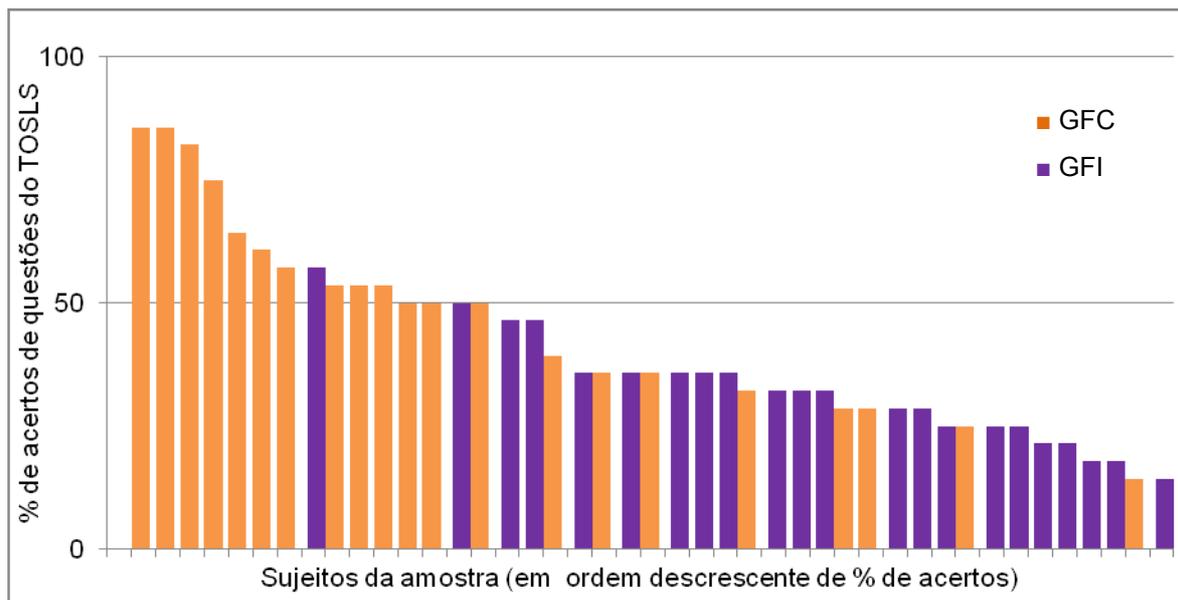


Gráfico 3: distribuição das % de acertos do TOSLS na amostra (N = 20 GFC e 23 GFI)

Para examinar detalhadamente o desempenho de acertos de questões do TOSLS foi plotado o gráfico 4 que mostra as somatórias de acertos para cada uma das 28 questões do instrumento. O referido gráfico mostra 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).

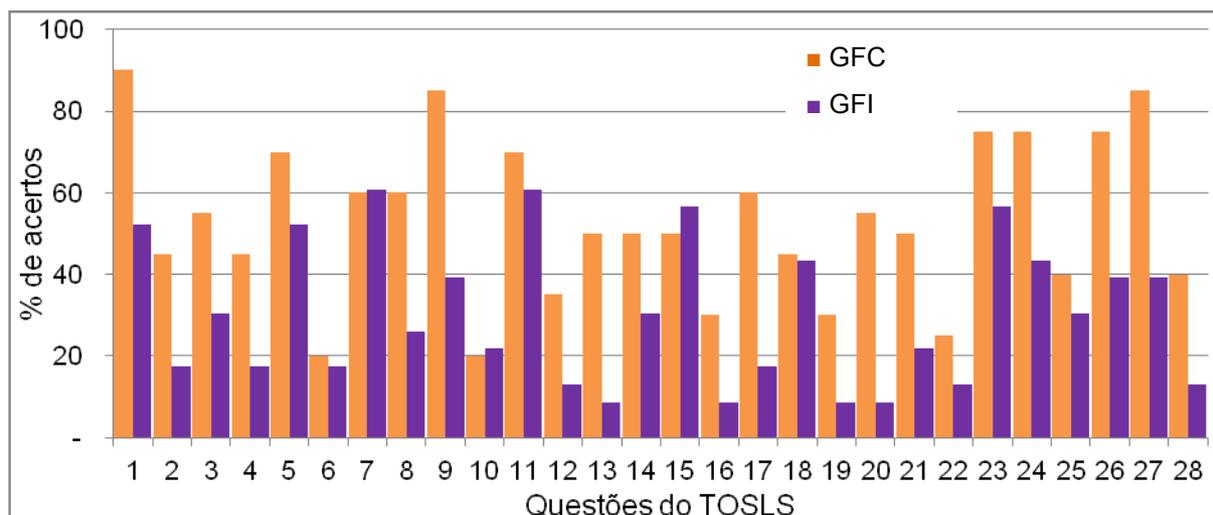


Gráfico 4: Somatórias das % de acertos em cada questão do TOSLS (N = 20 GFC e 23 GFI)

As questões 6, 10, 16, 19 e 22 foram as que ambos os grupos 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).

Habilidades do TOSLS em membros dos diferentes subgrupos do GFC

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 de Biologia (N = 2) em relação aos demais professores do GFC (N = 18). O gráfico 5 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.

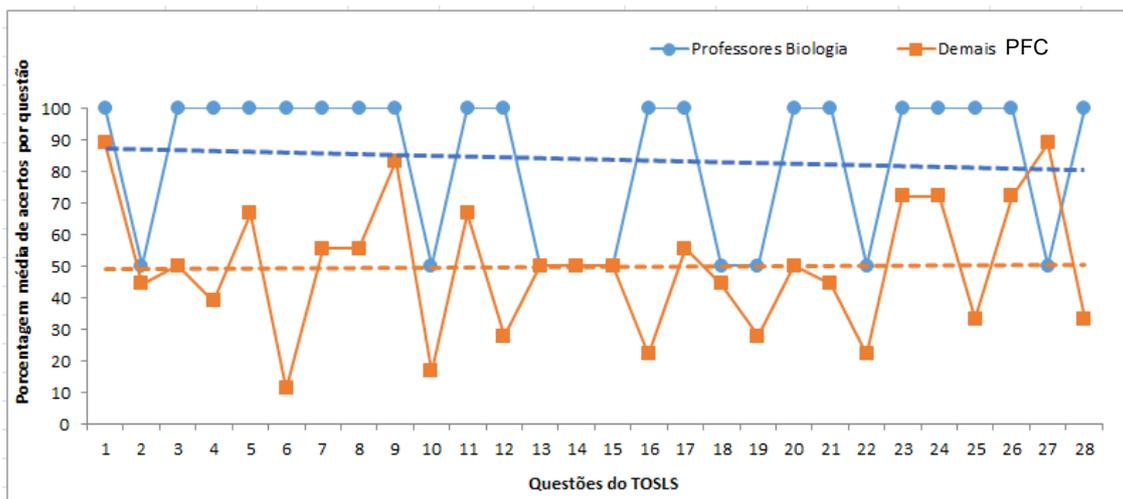


Gráfico 5: variação da médias de % acertos por questão e subgrupos de PFC

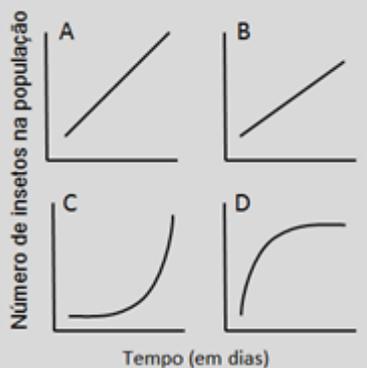
Diante desse dado, nos parece pertinente analisar um pouco mais detalhadamente as respostas de cada uma das questões mencionadas, a fim de analisar se tais diferenças possam estar relacionadas ao conteúdo das questões. Ou seja, os sujeitos do subgrupo de professores de Biologia obtiveram maior número de acertos nas oito questões mencionadas por elas exigirem conhecimentos predominantemente relacionados à área de ciências biológicas?

Para tanto, mostraremos as referidas questões e a tabulação de dados das respostas de cada segmento de indivíduos da amostra, procurando explicitar as habilidades e estratégias que poderiam ser utilizadas para resolver cada uma delas. A partir daí, tentaremos esclarecer, questão por questão, e os possíveis motivos das diferenças observadas.

Apesar de não estar entre as questões com menores porcentagens de acertos (50% do grupo de professores de Biologia e 44,44% do grupo dos demais PFC, ver gráfico 5), iniciaremos analisando os resultados da questão 2, elaborada para medir a habilidade de ler e interpretar representações gráficas de dados (H6).

Questão 2: Suponha que em certo local você registrou em forma de tabela a variação do crescimento da população de insetos ao longo do tempo. Neste caso, qual gráfico mostra a melhor representação de seus dados?

Tempo (dias)	População de insetos
2	7
4	16
8	60
10	123



Nesta questão, foi observada uma expressiva quantidade de erros do subgrupo de professores de matemática, como mostra a tabela 3.

Tabela 3: Questão 2 (Habilidade H6) - mapa de respostas por item

<input checked="" type="checkbox"/>	PFI	PFC							TOTAL
		BIO	C.N.	FIS	MAT	PED	OUT	PARCIAL	
A	9	1	2	0	5	1	0	9	18
B	9	0	0	1	1	0	0	2	11
C	4	1	0	2	4	2	1	9	13
D	0								0
NSR ⁴	1								1
NEQ	0								0

Como é possível observar, apenas 40% dos professores de matemática da amostra acertaram a questão 2, que exige um conhecimento sobre representação de funções em gráficos. Para respondê-la corretamente seria necessário perceber que os dados na tabela de variação do crescimento da população de insetos em função do tempo se encaixariam melhor em uma função do tipo $I = t^2$ (onde, I é população de insetos e t o tempo em dias) cujo gráfico se assemelha ao ilustrado pelo item C, mais do que qualquer função linear que se assemelhasse as distribuições ilustradas pelo gráficos A ou B. Considerando que os dados da referida tabela não contém pontos nos quais a quantidade de insetos pára de crescer, também devemos desconsiderar o item D como resposta adequada.

Apesar da média de acertos da questão de todos os subgrupos de professores se manterem bem próxima ($\cong 50\%$), nos pareceu inusitado que tantos professores de matemática equivocadamente tenham escolhido as alternativas A ou B como resposta correta para a questão. Evidentemente, é possível que fatores como pressa e excesso

⁴ Legenda: NSR: Não sei a resposta e NEQ: Não entendi a questão.

de confiança possam ter influenciado esse resultado, que, mesmo assim, não deixa de ser preocupante, já que se trata de um conhecimento elementar, principalmente para professores de matemática.

A questão 6, elaborada também para aferir a habilidade de *ler e interpretar representações gráficas de dados* (H6), é um pouco mais sofisticada do que a questão 2, pois, além dos conhecimentos de leitura e interpretação de gráficos, exige que os sujeitos imaginem hipóteses sobre eventuais efeitos de diferentes arranjos experimentais sobre uma variável quantitativa (porcentagem de girinos sobreviventes).

Esclarecimento para questão 6: O gráfico a seguir (Fig. 2) foi retirado de um artigo científico sobre os efeitos da adição de pesticidas sobre a mortalidade de girinos em seu ambiente natural.

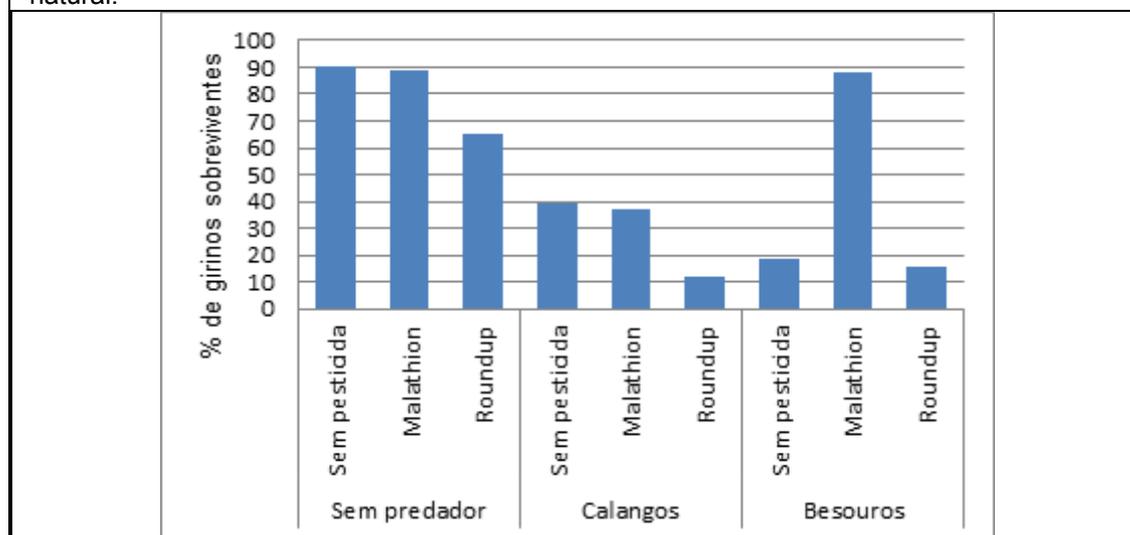


Fig. 2: Total de girinos sobreviventes em lagoas com dois tipos de pesticidas (Malathion e Roundup) e dois predadores de girinos (besouros e calangos) presentes.

Questão 6: Houve uma diferença significativa na mortalidade de girinos na lagoa onde foi utilizado o pesticida Malathion e introduzido besouros como predadores dos girinos. Qual das seguintes hipóteses é mais plausível para explicar esses resultados, mostrados no gráfico?

- A. O Malathion matou girinos, fazendo com que os besouros sentissem mais fome e comessem mais girinos.
- B. O Malathion matou girinos, de modo que besouros tinham mais comida e sua população aumentou.
- C. O Malathion matou os besouros, causando a morte de menos girinos.
- D. O Malathion matou os besouros, fazendo a população de girinos aumentar.

O erro mais comum (ver tabela 4) foi supor que a parte do gráfico que mostrava o arranjo experimental com besouros representava o aumento de população de girinos na presença do pesticida Malathion (alternativa D). Um equívoco que pode ter acontecido em virtude dos sujeitos não levarem em consideração que o tamanho das colunas no gráfico expressa a porcentagem de girinos sobreviventes. Não há informações que mais girinos tenham sido adicionados ou tenham conseguido se reproduzir (o que ocasionaria o aumento de população) durante a realização dos

supostos testes. Por isso, nesse caso, considerando os dados representados no gráfico, a hipótese plausível seria de que o pesticida Malathion matou os besouros (alternativa C), aproximando os resultados desse arranjo ao do arranjo experimental onde se usou pesticidas sem a presença de predadores.

Tabela 4: Questão 6 (Habilidade H6) - mapa de respostas por item

<input checked="" type="checkbox"/>	PFI	PFC							TOTAL
		BIO	C.N.	FIS	MAT	PED	OUT	PARCIAL	
A	1				1	1		2	3
B	3		1	2	2			5	8
C	4	2			2			4	8
D	10		1		2	1		4	14
NSR	2				1	2		3	6
NEQ	2				1		1	2	4

Como mostra o gráfico 5 e a tabela 4, a questão 6 foi a que teve a menor porcentagem de acerto entre os sujeitos do subgrupo dos demais PFC (todos os demais professores, excluindo os de Biologia), apenas 11,11% de acertos. A distribuição quase uniforme entre as alternativas assinaladas pelos professores de matemática, a baixa quantidade de acertos do subgrupo dos demais professores e, ainda, a ocorrência de respostas NSR e NEQ entre estudantes e professores (ver tabela 4) nos mostra que a questão 6 parece ter sido pouco compreendida pela grande maioria dos sujeitos da amostra. Provavelmente, uma expressão da deficiência das habilidades de interpretação de gráficos e apreciação de variáveis, tão importantes para qualquer professor ou profissional de ciências.

A questão 10 foi outra que obteve, no subgrupo dos demais professores, uma porcentagem de erro acima de 80% (16,67% de acerto). Seu foco está em aferir a habilidade de *avaliar a validade de fontes de informação científica* (H2).

Considerando a significativa porcentagem de escolha da alternativa C, é provável que a presença de referências a supostas publicações científicas no *website* induziu grande parte dos respondentes a supor que as informações constantes nele seriam confiáveis (ver tabela 5). Entretanto, mesmo que sejam fornecidas supostas referências, não é possível, principalmente para um não especialista, avaliar de imediato se as revistas nos quais os artigos foram publicados realmente são veículos de publicação cientificamente respeitados e credenciados pela comunidade científica médica. Infelizmente existem muitas publicações pseudocientíficas, que publicam artigos para quem simplesmente possa pagar por isso, sem nenhuma preocupação com qualidade e conteúdo. Além disso, o *site* como um todo faz apenas propaganda dos supostos benefícios do produto e da credibilidade da pesquisadora que inventou o

“perfume de feromônios Eros”. Por fim, se realmente um simples perfume aumentasse o *sex-appeal*, como o site sugere, por que outras grandes empresas não estariam vendendo tal produto milagroso? Portanto, nesse caso, a alternativa B seria a mais apropriada.

Antecedentes para questão 10: Suponha que seu interesse seja despertado por uma notícia sobre a história dos feromônios humanos. Em uma busca na internet você encontra o seguinte website:

Questão 10: Qual das seguintes características é a mais importante para avaliar a confiabilidade ou não do conteúdo deste website?

- A. As informações podem não ser corretas, pois referências adequadas não são fornecidas.
- B. As informações podem não ser corretas, uma vez que o objetivo do site é a propaganda de um produto.
- C. As informações são provavelmente corretas, porque são fornecidas referências adequadas.
- D. As informações são provavelmente corretas, porque o autor do site é confiável.

Como vimos não se trata de uma análise trivial. Para responder esta questão é necessário desenvolver um certo nível de ceticismo sensato.

Tabela 5: Questão 10 (Habilidade H10) - mapa de respostas por item

✓	PFI	PFC							TOTAL
		BIO	C.N.	FIS	MAT	PED	OUT	PARCIAL	
A	2					1	1	2	4
B	5	1	2		1			4	9
C	10			1	5	3		9	19
D	4	1			2			3	7

NSR	2					1	1	2	4
NEQ	5	1	2		1			4	9

A questão 10 requer uma habilidade que certamente deveria ser ensinada em cursos de formação de professores e até mesmo nas aulas de educação básica.

A seguir, a questão 12 trata exclusivamente de avaliar a capacidade de identificar diferentes gêneros textuais com os quais um tema científico pode ser abordado. Uma dimensão da habilidade de *avaliar a validade de fontes informação científica* (H2).

Analise o trecho abaixo para responder as perguntas **11 a 14**:

“Um estudo recente, com mais de 2.500 nova-iorquinos, maiores de 9 anos, mostrou que as pessoas que bebem refrigerante diet todos os dias possuem um risco 61% maior de sofrer eventos vasculares, incluindo acidente vascular cerebral e ataque cardíaco, em comparação com aqueles que evitam bebidas diet. Neste estudo, a equipe de investigação da doutora Hannah Gardner pesquisou aleatoriamente os comportamentos alimentares, hábitos de exercício, bem como cigarro e consumo de álcool de 2564 nova-iorquinos. Os participantes também passaram por exames físicos, incluindo medições de pressão arterial e exames de sangue para o colesterol e outros fatores que podem afetar o risco de ataque cardíaco e acidente vascular cerebral. O aumento da probabilidade de eventos vasculares permaneceu o mesmo depois dos pesquisadores contabilizarem outros fatores de risco, como o tabagismo, pressão arterial alta e níveis elevados de colesterol. Os investigadores não encontraram aumento do risco entre as pessoas que bebiam refrigerante comuns (não diet)”.

Questão 12: A citação anterior provém de que tipo de fonte de informação?

- A. Primária (pesquisa realizada, escrita e submetida à revisão por pares).
- B. Secundária (revisão de várias pesquisas, escrita como um artigo resumido com referências, que foi submetido a uma revista científica).
- C. Terciária (reportagens, verbetes enciclopédicos ou documentos publicados por órgãos do governo).
- D. Nenhuma das acima.

Podemos observar na tabela 6 que as respostas do subgrupo de PFC como um todo ficou bem distribuída entre as diversas alternativas possíveis, o que indica o aparente desconhecimento das características dos diferentes gêneros textuais mencionados nas alternativas da questão (artigo de pesquisa, revisão da literatura, reportagens ou texto de divulgação científica), que estão relacionados ao estilo de escrita (linguagem técnica ou linguagem informal) e ao grau de aprofundamento do texto (apresentação e discussão de dados com citações de outras pesquisas ou sínteses superficiais de ideias).

Tabela 6: Questão 12 (Habilidade H2) - mapa de respostas por item

<input checked="" type="checkbox"/>	PFI	PFC							TOTAL
		BIO	C.N.	FIS	MAT	PED	OUT	PARCIAL	
A	9				2	2	1	5	14
B	5				1			1	6

C	3	2			4	1		7	10
D	2		2	1	2	1		6	8
NSR	3			1				1	4
NEQ	1								1

Como o texto de referência para a questão apresenta uma síntese de ideias, expressas em uma linguagem informal, possui todas as características para ser um texto de uma reportagem sobre o assunto em questão (efeitos do consumo de refrigerantes *diet*), ou seja, uma fonte de informação terciária (alternativa C). Ainda que exemplos do que seria cada um dos três tipos de fontes tenham sido apresentados em cada uma das alternativas da questão, grande parte dos respondentes não soube enquadrar corretamente o texto apresentado. Provavelmente uma consequência da falta de leitura frequente desses diferentes tipos de texto, tanto durante os cursos de graduação quanto no exercício profissional da docência.

Além da habilidade de compreensão de texto escrito em língua portuguesa, a questão 16 trata exclusivamente de conhecimentos matemáticos, relacionados a habilidade de *resolver problemas usando variáveis quantitativas* (H7).

Questão 16: Com base nas informações do gráfico abaixo, qual a proporção de casas construídas em pedra com telhado de barro?

Composição dos materiais de construção utilizados na construção de casas

A
 Percentual de casas construídas em Madeira ou Pedra

B
 Percentual de casas de Pedra com telhado de barro ou metal

Madeira 52%
 Pedra 48%
 Barro 75%
 Metal 25%

A. 25%
 B. 36%
 C. 48%
 D. O valor não pode ser calculado sem o conhecimento do número original participantes da pesquisa

Neste caso, calcular a fração de uma subparcela em relação ao tamanho total de uma determinada amostra. Para isso, após analisar o gráfico, seria possível resolver a questão considerando que em cada 100 casas existe uma proporção de 52 casas construídas em madeira para cada 48 casas construídas em pedra e, assim, determinar que 75% (ou $\frac{3}{4}$) das 48 casas de pedra seria igual 36 casas de pedra com telhado de barro, que, por sua vez, equivaleriam a 36% do total de 100 casas consideradas inicialmente (alternativa B). Obviamente esse cálculo poderia ser feito de diversas outras formas, até mesmo mentalmente.

Tabela 7: Questão 16 (Habilidade H7) - mapa de respostas por item

<input checked="" type="checkbox"/>	PFI	PFC							TOTAL
		BIO	C.N.	FIS	MAT	PED	OUT	PARCIAL	
A	1								1
B	2	2			3	1			8
C	3				1	1			5
D	2		2		2	1			7
NSR	11			1	1	1	1		15
NEQ	2			1	2				5

Todavia, o fato de exigir o cálculo de uma fração de outra fração parece ter confundido os respondentes, inclusive a maioria dos professores de matemática, como mostra os resultados da tabela 7.

A questão 19 novamente aborda a habilidade relacionada ao domínio da matemática, especificamente a habilidade de *compreender e interpretar estatísticas básicas* (H8).

<p>Questão 19: Dois estudos estimam o teor médio de cafeína em bebidas energéticas. Cada estudo utiliza o mesmo teste numa amostra aleatória de bebida energética. O estudo 01 utiliza 25 garrafas, e o estudo 02 utiliza 100 garrafas. Qual afirmação é verdadeira?</p> <p>A. O teor médio real estimado de cafeína em cada estudo será igualmente incerto.</p> <p>B. A incerteza na estimativa do teor de cafeína média real será menor no estudo 01 do que no estudo 02.</p> <p>C. A incerteza na estimativa do teor de cafeína média real será maior no estudo 01 do que no estudo 02.</p> <p>D. Nenhuma das alternativas acima.</p>

Nesse caso, para responder corretamente a questão, seria necessário recordar os princípios básicos de estimativa de incerteza e erros amostrais que, em geral, são - ou pelo menos deveriam ser - tratados em disciplinas de probabilidade & estatística e metodologia de pesquisa científica, por frequentemente serem úteis e necessários em ocasiões de coleta e análise de dados de experimentos de laboratório ou mesmo para a realização de trabalhos de pesquisas educacionais, no âmbito acadêmico ou profissional.

Especificamente, seria necessário recordar que, estatisticamente, o grau de incerteza de uma estimativa diminui à medida que se aumenta o tamanho da amostra. Em outras palavras, geralmente, podemos ter mais confiança estatística em resultados de pesquisas com amostras maiores do que com os de amostras de menor tamanho. Portanto, a afirmação que está de acordo com esse princípio está expressa na alternativa C.

Tabela 8: Questão 19 (Habilidade H8) - mapa de respostas por item

<input checked="" type="checkbox"/>	PFI	PFC							TOTAL
		BIO	C.N.	FIS	MAT	PED	OUT	PARCIAL	
A	7		1		2			3	10
B	5	1						1	6
C	2	1			3	2		6	8
D	1				2		1	3	4
NSR	6			2	2	2		6	12
NEQ	2		1					1	3

Tendo em vista que apenas cinco dos dezoito (27,77%) professores da subamostra dos demais PFC (ver tabela 8) acertaram a questão, nos leva a crer que tais conhecimentos não foram apropriadamente aprendidos por mais de 70% dos professores desse subgrupo. Um dado preocupante.

A questão 22, tal qual a questão 10 e 12, tenta aferir a habilidade de *avaliar a validade de fontes informação científica* (H2).

Questão 22: Seu médico prescreveu um medicamento que é completamente novo. A droga tem alguns efeitos colaterais, assim, é necessário fazer uma pesquisa para determinar a eficácia da nova droga em comparação com os medicamentos similares no mercado. Qual das seguintes fontes fornece informações mais confiáveis?
A. Bula/site do fabricante da droga.
B. Uma característica especial sobre a droga no noticiário noturno.
C. Estudo realizado por pesquisadores independentes.
D. Informações de um amigo de confiança que tomou a droga por seis meses.

Novamente, como mostra a tabela 9, a maioria, tanto de professores quanto de estudantes da amostra, julgam confiáveis as informações fornecidas pelos próprios fabricantes dos medicamentos (alternativa A). Todavia, considerando a informação que se trata de um medicamento totalmente novo e ausência de alguma menção que sua comercialização tenha sido autorizada por alguma agência governamental de fiscalização ou controle de medicamentos, não é prudente confiar plenamente apenas no que esteja escrito na bula desse medicamento.

Tabela 9: Questão 22 (Habilidade H2) - mapa de respostas por item

<input checked="" type="checkbox"/>	PFI	PFC							TOTAL
		BIO	C.N.	FIS	MAT	PED	OUT	PARCIAL	
A	17	1	1	2	6	2		12	29
B					1			1	1
C	3	1			2	2		5	8
D		1						1	1
NSR	3						1	1	4
NEQ									0

Nesse caso, uma atitude cientificamente apropriada seria procurar pesquisas, realizadas por pesquisadores que não tenham relação com a empresa fabricante, que, com procedimentos adequados para esse tipo de teste, explicitem possíveis efeitos

benéficos, como também, efeitos colaterais do uso do medicamento e comparações de sua eficácia em relação a outros medicamentos similares já disponíveis no mercado (alternativa C). Embora tal atitude não seja trivial para digamos, um cidadão comum, pelo menos não pode faltar a um professor de ciências, que tem o dever de aprender e ensinar a sempre desconfiar de simples propagandas e basear seus argumentos em resultados de pesquisas científicas rigorosas e com a maior isenção ética possível.

A questão 25 tenta aferir a habilidade de compreender os elementos do *design* de pesquisa e como eles impactam nas descobertas/conclusões científicas (H4).

Questão 25: Um pesquisador levanta a hipótese de que as vacinas que contêm traços de mercúrio não causam autismo em crianças. Qual dos seguintes dados corroboram essa hipótese?

- A. A contagem do número de crianças que foram vacinadas e têm autismo.
- B. Dados de triagem anuais sobre sintomas de autismo em crianças vacinadas e não vacinadas desde o nascimento até os 12 anos.
- C. Taxa média de autismo em crianças nascidas nos Estados Unidos.
- D. Média da concentração de mercúrio no sangue de crianças com autismo.

No caso, uma boa fonte de evidência para corroborar ou não a hipótese proposta, sem dúvida, seria investigar a frequência de casos de autismo em crianças que tenham tomado vacina com traços de mercúrio. O que exclui o uso exclusivo dos dados das alternativas C e D, que supostamente não trariam informação nenhuma sobre a quantidade de crianças que teriam recebido esse tipo de vacinas. A simples contagem de crianças que foram vacinadas e tem autismo (alternativa A) também não esclareceria nada sobre as possíveis causas da doença. Por outro lado, dados de triagens anuais sobre sintomas de autismos em crianças vacinadas e não vacinadas (alternativa B) poderiam ser submetidos a análises estatísticas que explicitariam possíveis correlações de sintomas de autismo em duas amostras de crianças com sintomas de autismo diferenciados pela variável cuja hipótese está sendo analisada.

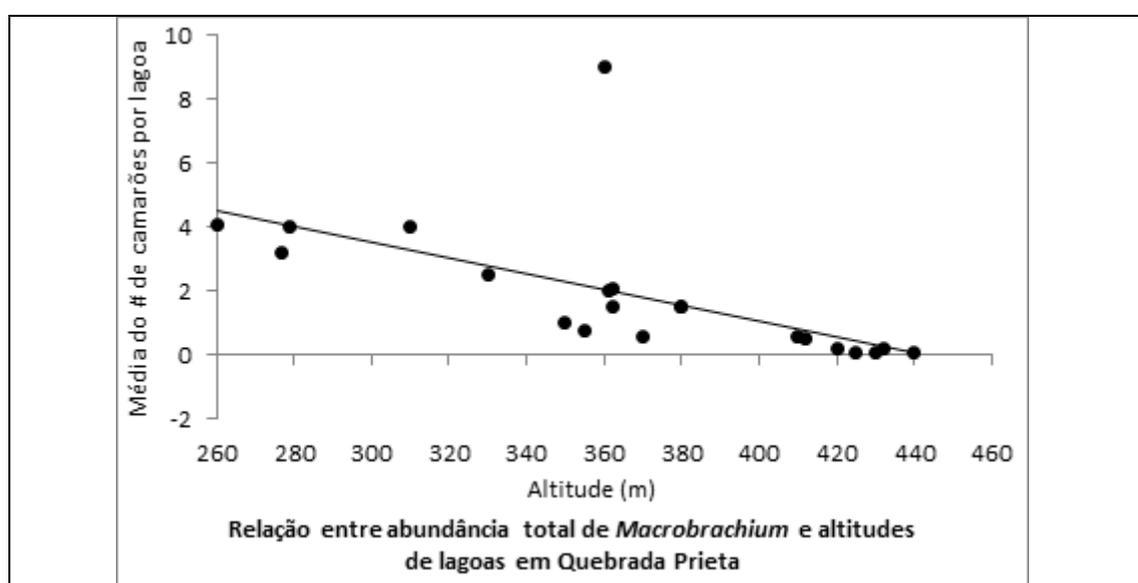
Tabela 10: Questão 25 (Habilidade H4) - mapa de respostas por item

<input checked="" type="checkbox"/>	PFI	PFC							TOTAL
		BIO	C.N.	FIS	MAT	PED	OUT	PARCIAL	
A	1				1	1		2	3
B	7	2	1	1	2	2		8	15
C								0	0
D	2		1		5	1		7	9
NSR	9				1		1	2	11
NEQ	4			1				1	5

O Conhecimento e a sensibilidade sobre a utilidade e o uso de análises estatísticas, como tantas outras habilidades científicas, são melhor aprendidas na prática, ou seja, em ocasiões nas quais estudantes ou profissionais realizam pesquisas

que envolvam análises dessa natureza. Todavia, em geral, uma pequena parcela de estudantes universitários participa de programas de iniciação científica durante seus cursos de graduação (MASSI, 2010) e uma parcela ainda menor de professores se envolve com a execução de pesquisas educacionais desse tipo durante o exercício profissional (PIRES, 2009; SOUZA, 2014). Portanto, essa falta de prática poderia explicar a dificuldade da maioria dos sujeitos da amostra em responder corretamente a questão proposta (ver tabela 10).

Finalmente, a questão 28, elaborada para avaliar a habilidade de *justificar inferências, previsões e conclusões baseadas em dados quantitativos* (H9), combina a compreensão de gráficos de dispersão com a capacidade de analisar possíveis causas de mudanças observadas em certas variáveis representadas nesse tipo de gráfico.



Questão 28: Qual das seguintes hipóteses é mais plausível para explicar os resultados apresentados no gráfico?

- A. Há um maior número de lagoas em altitudes superiores a 340 metros porque chove com mais frequência em altitudes mais elevadas.
- B. Camarões são mais abundantes em lagoas de altitudes mais baixas, pois esses locais tendem a ser mais profundos.
- C. Este gráfico não pode ser interpretado devido existência de um ponto periférico nos dados.
- D. A medida que a elevação aumenta, abundância de camarão também aumenta, porque eles têm menos predadores em altitudes mais elevadas.

Uma análise do gráfico mostra que, com exceção de uma lagoa localizada aproximadamente a 360 metros de altitude, a média do número de camarões decresce com o aumento da altitude da localização de cada lagoa. Sendo assim, primeiramente poderíamos descartar as alternativas A e D, pois ambas as hipóteses incluem a afirmação de que há um crescimento da média do número de camarões em altitudes mais elevadas, contradizendo o que está demonstrado no gráfico da questão. A

alternativa C também poderia ser descartada já que a existência de um ponto periférico não exclui a possibilidade de interpretação desse tipo de gráfico. Resta-nos então a hipótese expressa pela alternativa B que, mesmo que inclua uma variável que não é expressa no gráfico (profundidade das lagoas), é a única que está coerente com as informações disponíveis (decréscimo da média do número de camarões em função do aumento da altitude).

Tabela 11: Questão 28 (Habilidade H9) - mapa de respostas por item

<input checked="" type="checkbox"/>	PFI	PFC							TOTAL
		BIO	C.N.	FIS	MAT	PED	OUT	PARCIAL	
A	1							1	1
B	3	2	1		4	1		8	11
C	1				1	3		4	5
D	6			2	1			3	9
NSR	12		1		1		1	3	15
NEQ					2			2	2

A chave para responder corretamente a referida questão está em identificar as contradições nas hipóteses propostas e assim eliminá-las. Uma conduta muito comum e desejável em qualquer pesquisa científica séria e rigorosa. Todavia, a questão em si, apenas exige que se tenham noções de lógica e que consiga interpretar adequadamente gráficos de dispersão. O conhecimento de conteúdos de cunho biológico não é estritamente necessário, uma vez que estes servem apenas como pano de fundo para o problema proposto.

Como vimos as questões que tiveram menores % de acertos na amostra do subgrupo denominado “demais professores” (que exclui os professores de Biologia da amostra), não exigem 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.

Em comentários de cada questão apontamos possíveis causas para as diferenças de desempenho encontradas, em particular a falta de práticas de pesquisa, a insuficiência de leitura e uso de diferentes tipos/fontes de informação científica, que já vem sendo discutidas em pesquisas como as de Bridi (2004); Queiroz e Almeida (2010) e Souza (2014), por exemplo. Todavia, esses são apenas alguns dos diversos fatores que podem ter sido responsáveis pelos resultados obtidos com nossa pequena amostra. Provavelmente, o estudo mais aprofundado de amostras maiores de

professores e alunos em diferentes contextos poderá ajudar a esclarecer de forma mais consistente o papel desses e de outros fatores no letramento científico desses grupos. De qualquer modo, como procuramos mostrar, o TOSLS poderá ser utilizado também nessas pesquisas como um parâmetro promissor de avaliação e comparação.

Qualidades do MAI e correlação entre MAI e TOSLS

Para realizar análise das variações de resposta para cada asserção do MAI, plotamos o gráfico 6 que mostra 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 do gráfico 6 foi possível extrair os dados listados na tabela 12 que resumem as asserções proeminentes do MAI, de acordo com cada tipo de resposta possível.

Tabela 12: 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.

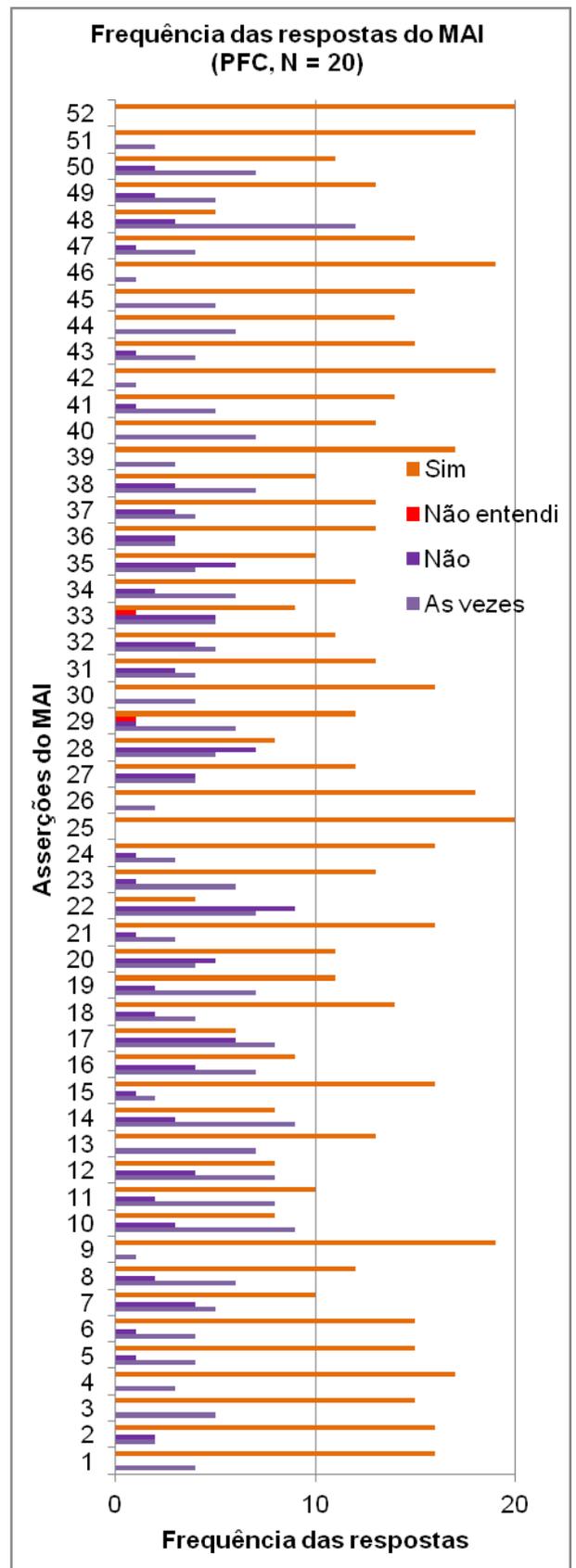
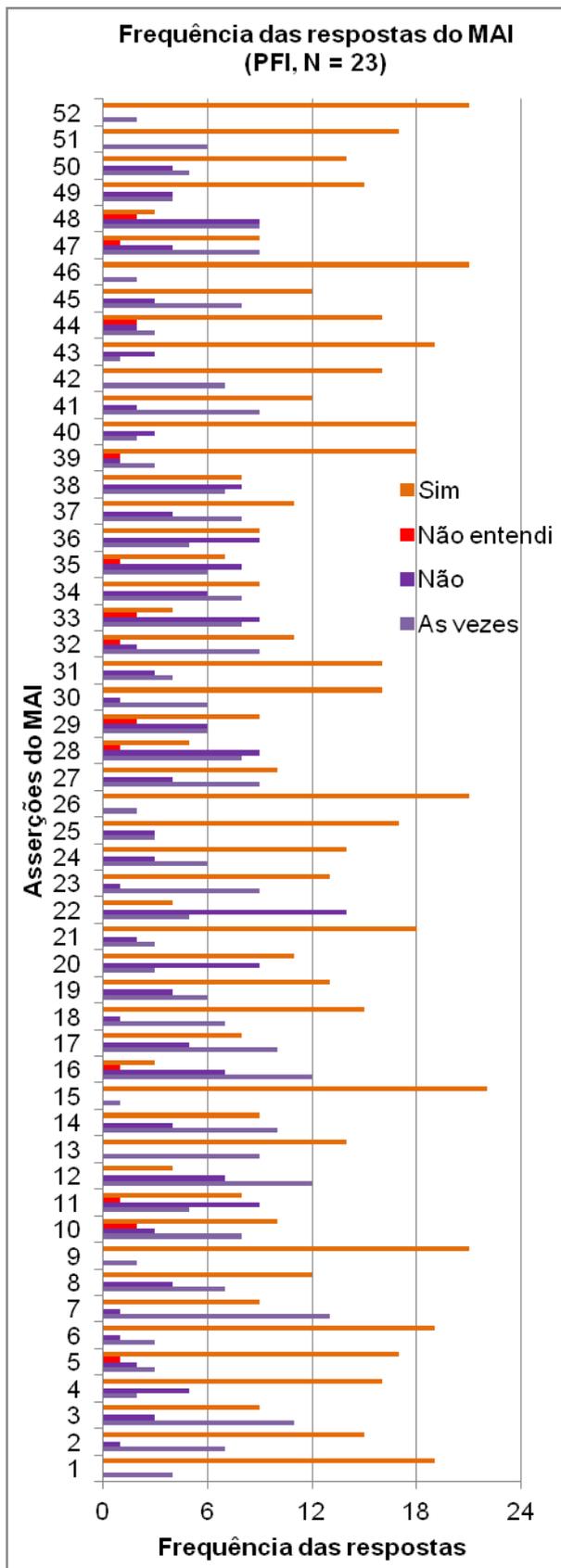


Gráfico 6: Frequência das respostas às asserções do MAI nos dois grupos amostrais

A coincidência da proeminência da negação da asserção 28 (Procuró analisar a utilidade das estratégias enquanto estudo) e da asserção 22 (Procuró elaborar perguntas sobre o material antes de começar a estudar) pode ser um indicativo do quanto o uso desse tipo de estratégia tem sido pouco explorada 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.

O gráfico 6 e tabela 12 mostram que é 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.

Tabela 13: Matriz de correlações da análise fatorial entre os escores de diferentes subgrupos de habilidades do TOSLS e MAI (N = 20 PFC e 23 PFI)

	H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	H8	H9	CDEC	CPROC	CCOND	CCOG	PLAN	EGINF	EDEP	MONIT	AVAL	RCOG	LCIE	CMETAG	
Correlação	H1	1,000	,271	,375	,396	,117	,335	,438	,329	,381	,203	,224	,001	,192	,155	,260	,311	,221	,220	,313	,659	,282
	H2	,271	1,000	,289	,277	-,031	,389	,335	,395	,454	,094	,106	,174	,141	,097	,315	,088	,304	,161	,285	,666	,243
	H3	,375	,289	1,000	,352	,229	,309	,521	,069	,477	,052	,193	,015	,098	,213	,218	,030	,156	-,028	,174	,632	,153
	H4	,396	,277	,352	1,000	-,121	,285	,445	,460	,490	-,145	-,035	,026	-,089	,146	-,027	,277	,049	,035	,106	,666	,035
	H5	,117	-,031	,229	-,121	1,000	-,013	,040	-,158	,136	-,133	,002	-,126	-,114	,134	,087	-,093	-,196	-,196	-,072	,120	-,092
	H6	,335	,389	,309	,285	-,013	1,000	,371	,151	,428	,052	,028	,167	,167	,145	,066	,052	,082	-,100	,066	,620	,078
	H7	,438	,335	,521	,445	,040	,371	1,000	,409	,569	,003	,159	,058	,071	-,025	,088	,130	,301	,010	,139	,748	,120
	H8	,329	,395	,069	,460	-,158	,151	,409	1,000	,338	-,113	-,009	-,080	-,093	-,012	-,111	,061	,170	,175	,080	,578	,017
	H9	,381	,454	,477	,490	,136	,428	,569	,338	1,000	,152	,224	,095	,191	,279	,218	,161	,341	,073	,303	,758	,275
	CDEC	,203	,094	,052	-,145	-,133	,052	,003	-,113	,152	1,000	,511	,534	,910	,453	,599	,216	,570	,560	,701	,040	,818
	CPROC	,224	,106	,193	-,035	,002	,028	,159	-,009	,224	,511	1,000	,430	,754	-,545	,540	,270	,608	,503	,713	,156	,765
	CCOND	,001	,174	,015	,026	-,126	,167	,058	-,080	,095	,534	,430	1,000	,748	-,399	,346	,256	,438	,393	,522	,081	,636
	CCOG	,192	,141	,098	-,089	-,114	,089	,071	-,093	,191	,910	,754	,748	1,000	,561	,629	,291	,662	,608	,798	,098	,917
	PLAN	,155	,097	,213	,146	,134	,145	-,025	-,012	,279	,453	,545	,399	,561	1,000	,512	,114	,361	,300	,670	,190	,661
	EGINF	,260	,315	,218	-,027	,087	,066	,088	-,111	,218	,599	,540	,346	,629	,512	1,000	,119	,541	,548	,812	,203	,782
	EDEP	,311	,088	,030	,277	-,093	,052	,130	,061	,161	,216	,270	,256	,291	,114	,119	1,000	,157	,181	,338	,194	,337
	MONIT	,221	,304	,156	,049	-,196	,082	,301	,170	,341	,570	,608	,438	,662	,361	,541	,157	1,000	,665	,815	,281	,797
	AVAL	,220	,161	-,028	,035	-,196	-,100	,010	,175	,073	,560	,503	,393	,608	,300	,548	,181	,665	1,000	,800	,086	,766
	RCOG	,313	,285	,174	,106	-,072	,066	,139	,080	,303	,701	,713	,522	,798	,670	,812	,338	,815	,800	1,000	,264	,972
	LCE	,659	,666	,632	,666	,120	,620	,748	,578	,758	,040	,156	,081	,098	,190	,203	,194	,281	,086	,264	1,000	,213
	CMETAG	,282	,243	,153	,035	-,092	,078	,120	,017	,275	,818	,765	,636	,917	,661	,782	,337	,797	,766	,972	,213	1,000

Legenda:

Escore dos subconjuntos de habilidades e global do TOSLS		Escore dos subconjuntos de habilidades e global do MAI	
H1	Avaliar argumento científico válido	CDEC	Conhecimento declarativo
H2	Avaliar qualidade de fontes bibliográficas	CPROC	Conhecimento processual
H3	Avaliar uso de informações e atitudes científicas	CCOND	Conhecimento condicional
H4	Reconhecer possíveis vieses	CCOG	Conhecimento Cognitivo: CDEC+CPROC+CCOND
H5	Compreender histogramas	PLAN	Planejamento
H6	Interpretar gráficos adequadamente	EGINF	Estratégias de gestão da informação
H7	Resolver cálculos algébricos	EDEP	Estratégias de depuração
H8	Ter noção de uso de estatística	MONIT	Monitoramento
H9	Compreender que correlações nem sempre são causais	AVAL	Avaliação
LCE	Letramento Científico: escore global do TOSLS (em % de acerto)	RCOG	Regulação Cognitiva: PLAN+EGINF+EDEP+MONIT+AVAL
		CMETAG	Consciência Metacognitiva: escore global do MAI (valor bruto)

Finalmente, a tabela 13 mostra os resultados da análise fatorial dos escores globais e dos diferentes subconjuntos de escores do TOSLS e MAI. A ideia é detectar possíveis correlações entre esses diferentes fatores dos instrumentos e, assim, conjecturar possíveis relações entre variáveis e a consistência interna dos instrumentos, ou seja, se os diversos itens que se propõe a medir o mesmo construto geral produzem resultados semelhantes. Cabe esclarecer que correlações próximas e acima de 0,60 podem ser consideradas estatisticamente significativas (BISQUERRA, SARRIERA e MARTINEZ, 2009).

Os resultados da análise fatorial dispostos na tabela 13 mostram 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 é 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 para medir a habilidade H1: identificar um argumento científico válido (ver conjunto de questões por habilidade no anexo 3).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para efeito de síntese das respostas às questões propostas no início desse estudo, considerando a análise dos resultados obtidos mediante a aplicação dos instrumentos propostos, podemos concluir que o trabalho cumpriu a contento os objetivos de analisar a ocorrência de diferentes tipos de habilidades metacognitivas e de letramento científico em grupos de formação inicial e continuada de professores; investigar a viabilidade do uso de questionários para avaliar habilidades metacognitivas e de letramento científico em grupos de professores e estudantes de licenciatura; investigar possíveis correlações entre habilidades metacognitivas e de letramento científico.

Após ter observado os resultados das análises estatísticas podemos tecer breves considerações sobre dois principais pontos a respeito dos 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 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 existem pessoas cientificamente letradas que conseguem resolver mais de dois terços das questões do TOSLS. Outro fator que corrobora a qualidade psicométrica do TOSLS relaciona-se a ocorrência de correlações significativas entre os escores dos subconjuntos de habilidades e o escore total, obtidas por meio da análise fatorial (tabela 13).

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.

As análises de correlação nos permitem concluir que 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 varia coerentemente correlacionadas nos diferentes grupos da amostra.

A análise de correlações também demonstrou a impossibilidade de estabelecer alguma correlação entre habilidades metacognitivas e habilidades de letramento

científico como demonstrada na matriz de correlações de escores nos instrumentos (tabela 13) do grupo pesquisado. Entre outras possibilidades, 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 utilizar.

Obviamente, considerando o tamanho da amostra, é mais uma hipótese que poderá ser analisada novamente em novos estudos. Aliás, muitas pesquisas poderão derivar deste estudo, entre as quais, sugere-se expandir a amostra para, assim, dispor de uma maior quantidade de dados e ter uma perspectiva mais abrangente que possa nos ajudar a aperfeiçoar 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. Haja vista que, por se tratar de uma amostra pequena ($N = 43$) – a variação detectada em um pequeno número de sujeitos acaba por refletir um valor percentual relativamente alto. Naturalmente em uma amostra maior (dez, vinte vezes maior) esta diversidade tende a ter efeito reduzido no computo geral. Nesse sentido, não é possível descartar a possibilidade de observar a ocorrência de correlações estatisticamente significativas entre letramento científico e metacognição em amostras suficientemente maiores e mais diversificadas.

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.

Um fato que chama atenção é que mesmo que a diferença das médias de acertos do TOSLS tenha sido significativamente maior no GFC, apenas 9,3% da amostra (20% professores) conseguiu ter um bom desempenho na resolução das questões do TOSLS, sendo que 74,4% dos sujeitos da amostra obtiveram menos de 50% de acertos das questões do instrumento. Especificamente, os sujeitos do 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).

O TOSLS particularmente 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 adequadas 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.

Os resultados do MAI também nos fornecem novos problemas de pesquisa, como, por exemplo, a proeminência da questão 25 entre os professores do GFC (*Peço ajuda a outros quando não entendo alguma coisa*) que pode ser um indicativo de que esse tipo de atitude se aprende de forma efetiva no exercício profissional, do que durante a formação inicial. Outra questão se refere 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*) que pode ser um indicativo da adoção de uma atitude mais individualista em grande parte da amostra de estudantes investigada. Os resultados do MAI também demonstram que 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 pouco explorada nos cursos de formação inicial e continuada de professores.

Mesmo antes de realizar pesquisas que possam corroborar as hipóteses postas acima, sem dúvida podemos usar esses resultados como base para sugestões didáticas simples, tais como incentivar os alunos a pedir ajuda quando não entenderam algo; iniciar um conteúdo a partir do conhecimento existente (no grupo e individualmente); problematizar o assunto a ser abordado antes de começar a expor/discutir o conteúdo,

usando, por exemplo, uma notícia veiculada na mídia local, para despertar o interesse do grupo; usar técnicas de leitura que façam com que os estudantes pratiquem a antecipação de perguntas sobre o assunto e reflita sobre estratégias que usarão para aprender o que está escrito no texto, uma vez que tais habilidades (antecipação de perguntas e seleção de estratégias) são características marcantes de bons leitores e estudantes (BROWN, 1987).

As análises das respostas do TOSLS e MAI também possibilitaram identificar quais as habilidades metacognitivas e de letramento científico aparentam estar mais e menos desenvolvidas entre os sujeitos da amostra. Resumidamente, como foi discutido anteriormente, a maioria dos erros, tanto do grupo de professores em formação inicial quanto do grupo em formação continuada, ocorreram em questões que exigiam, essencialmente, 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.

Hipoteticamente podemos especular que possíveis causas para ocorrências desses resultados esteja relacionado à falta de práticas de pesquisa, a insuficiência de leitura e uso de diferentes tipos/fontes de informação científica em cursos de formação inicial de professores e o pouco tempo dedicado a leitura e aperfeiçoamento profissional docente. Tal como esses problemas foram discutidos em pesquisas como as de Bridi (2004); Queiroz e Almeida (2010) e Souza (2014), por exemplo. Obviamente, tais causas só poderão ser precisamente determinadas em estudos mais aprofundados sobre cada uma delas. De qualquer forma, nossos resultados apontam claramente a direção de eventuais temas para novas pesquisas.

Por fim, como podemos notar, os resultados apresentados neste estudo apenas iniciam uma série de questionamentos possíveis de serem estudados sobre o assunto. Este tema não se esgota. Os dados coletados ainda podem ser aproveitados para responder a outras perguntas que talvez não tenham sido tratadas adequadamente nas análises propostas. Até mesmo as análises aqui apresentadas, poderiam ser expandidas em função do volume de dados disponíveis, com base em novos testes estatísticos ou análises interpretativas.

REFERÊNCIAS

- AINKENHEAD, Glen S. **Educação científica para todos**. Mangulade: Edições Pedagogo, 2009.
- BAKER, L.; BROWN, A. Metacognitive skills and reading. **Technical Report n° 188**. Washigton. DC: National Institute of Child Health and Human Development , 1980.
- BISQUERRA, R; SARRIERA, J.C; MARTINEZ, F. **Introdução à estatística: enfoque informático com o pacote estatístico SPSS**. Porto Alegre: Artmed. 2009.
- BORUCHOVITCH, E., SANTOS, A. A. A., COSTA, E. R., NEVES, E. R. C., CRUVINEL, M., PRIMI. A construção de uma escala de estratégias de aprendizagem para alunos do ensino fundamental. **Psicologia: Teoria e Pesquisa**, 22, p.297-304. 2006
- BRIDI, J. C. A. **A iniciação científica na formação do universitário**. Dissertação. Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas. 2004.
- 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.
- BROWN, A. The advancement of learning. **Educational Researcher**, v.23(8), 1994. p.4-12.
- CACHAPUZ, A. A procura da excelência na aprendizagem. IN: MOREIRA, M; VALADARES, J; CABALERO, C. e TEODORO, V. **Contributos do III Encontro Internacional sobre Aprendizagem Significativa**. Lisboa (Peniche), Portugal. 01 a 15 de Setembro de 2000. p.67-86.
- 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.
- CARVALHO, R. H. **Abordagem CTS por meio de tema: consumo doméstico de energia**. Universidade Federal do Pará. Dissertação de Mestrado. 2014.
- CAVANAUGH, J. C. & PERLMUTTER, M. (1982). Metamemory: a critical examination. **Child Development**, 53, 11-28.
- CHASSOT, Ático 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.
- FEYERABEND, Paul K. **Contra o método** (C. A. Mortari, trad., 3a. ed.). São Paulo: Editora da UNESP. 2007.
- FLAVELL, J. H. Cognitive development: children's knowledge about the mind. **Annual Review of Psychology** n° 50, 1999. p.21-45.
- FLAVELL, J. H. **El desarrollo cognitivo**, Madrid: Visor. 1976.
- FLAVELL, J. H. Metacognition and cognitive monitoring: a new area of cognitive developmental inquiry. **American Psychologist** n° 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.
- FORREST-PRESSLEY, D. L.; WALLER, T. G. **Metacognition, cognition and reading**. New York: Springer-Verlag, 1984.
- 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.
- HACKER, D. J. Definitions and empirical foundations. IN HACKER, D., DUNLOSKY, J. and GRAESSER, A. (eds.) **Metacognition in educational theory and practice**. Mahwah, NJ: Erlbaum. 1998.
- 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.
- JOU, G. I., & SPERB, T. M. Lectura comprensiva: estudo de intervención. **Interamerican Journal of Psychology**, 43, p.12-21, 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.
- LOUREIRO, C.F.B. Complexidade e dialética: contribuições à práxis política e emancipatória em Educação Ambiental. **Educação & Sociedade**, Campinas, v.26, n.93, 2005. p.1473-1494.
- 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.
- MASSI, L. Estudos sobre iniciação científica no Brasil: uma revisão. **Cadernos de Pesquisa**, v.40 (139), 2010. p.173-197.
- 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.
- NISBETT, R. E; WILSON, T. D. Telling more than we can know: verbal reports on mental processes. **Psychological Review** n° 84, 1977. p.231-259. <<http://hdl.handle.net/2027.42/92167>>
- PARIS, S.G; WINOGRAD, P. How metacognition can promote academic learning and instruction. **Dimensions of thinking and cognitive instruction** n° 1, 1990. p.15-51.
- PÉREZ, L.F.M. e CARVALHO, W.L.P. Contribuições e dificuldades da abordagens de questões sociocientíficas na prática de professores de ciências. **Educação e Pesquisa**, v.38 (3). São Paulo jul./set. 2012.
- PIRES, Regina Celi Machado. Formação inicial do professor pesquisador através do programa PIBIC/CNPq: o que nos diz a prática profissional de egressos? **Avaliação** (Campinas), Sorocaba , v. 14, n. 2, p. 487-514, 2009.
- PISA - **Programa Internacional de Avaliação de Estudantes: relatório nacional**. Brasília, 2006.
- QUEIROZ, S. L.; ALMEIDA, M. J. P. M. Do fazer ao compreender ciências: reflexões sobre o aprendizado de alunos de iniciação científica em Química. **Ciência e Educação**, Bauru, v.10 (1), 2004. p.41-53.
- RAMOS, M. B.; SILVA, H. C.; Para pensar as controvérsias científicas em aulas de ciências. **Ciência & Ensino**, v. 1, número especial, 2007.
- REIS, Pedro. Os temas controversos na educação ambiental. **Pesquisa em Educação Ambiental**, 2007. p.125-140.
- RIBEIRO, C. Metacognição: um apoio ao processo de aprendizagem. **Psicologia: Reflexão e Crítica**, v.16 (1), 2003. p.109-116.
- RIVERS, W. P. Autonomy at all costs: An ethnography of metacognitive self-assessment and self- management among experienced language learners. **The Modern Language Journal**, v.85 (2), 2001. p.279-290.
- SADLER, T. & ZEIDLER, D. Patterns of informal reasoning in the context of socioscientific decision making. **Journal of Research in Science Teaching**, 42, 2004. p.112-138.
- SADLER, T. Informal reasoning regarding socioscientific issues: a critical review of research. **Journal of res Research in Science Teaching**, 41, 2004. p.513-536.
- SANTOS, Maria Eduarda Moniz Vaz, Cidadania, conhecimento, ciência e educação CTS. Rumo a “novas” dimensões epistemológicas. **Revista CTS**, v. 2, n. 6, , 2005. p.137- 157.

- 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
- SOUZA, R.R. Letramentos e indícios de identidades em (trans)formação: atuação docente na iniciação científica no ensino médio técnico integrado. **Revista Recorte**, v.11 (1). 2014.
- 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.
- TURNER, J. C. The influence of classroom contexts on young children's motivation for Literacy. **Reading Research Quarterly** n° 30, 1995. p.410-441.
- 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, Marcel VJ. Alternative assessment of strategy use with self-report instruments: a discussion. **Metacognition and Learning**, v. 6, n. 2, p. 205-211, 2011.
- 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** n° 11, 1989. p.577-586.
- WHITE, R.T; GUNSTONE, R.F. **Probing Understanding**. Londres: Falmer Press. 1992.
- WOLTERS, C. A; PINTRICH, P. R. Contextual differences in student motivation and self-regulated learning in mathematics, English, and social studies classrooms. **Instructional Science** n° 26, 1998. p.27-47.
- ZIMMERMAN, B. J. Self-regulated learning and academic achievement: an overview. **Educational Psychologist** n° 25, 1990. p.3-17.

ANEXOS

ANEXO 1: Teste de Habilidades de Letramento Científico (TOSLS)

Este questionário é a primeira versão de um instrumento de avaliação de habilidades de letramento científico de estudantes de cursos de graduação.

No momento estamos trabalhando para medir a qualidade das questões propostas e por isso solicitamos sua colaboração em responder as questões de acordo com opções disponíveis **no cartão resposta**. É imprescindível que você marque as opções que realmente expressem seu entendimento das questões, ou seja, se não souber a resposta das questões **não chute!** Assinale as alternativas a respeito disso. Essas respostas ajudarão a reelaborar as questões nas quais os estudantes apresentarem dificuldades de compreensão.

O teste é composto por 28 questões de múltipla escolha. Você terá 35 minutos para respondê-las. Lembre-se, suas respostas honestas nos ajudarão de forma mais efetiva.

Não use calculadora. Agradecemos pela colaboração!

1. Qual dos argumentos abaixo é cientificamente válido?

a) As medições do nível do mar na costa do Golfo do México, tomadas este ano, foram menores do que o normal. Em média as medições mensais foram quase 0,1 centímetros menores que o normal em algumas áreas. Tal fato mostra que elevação do nível do mar não é um problema.

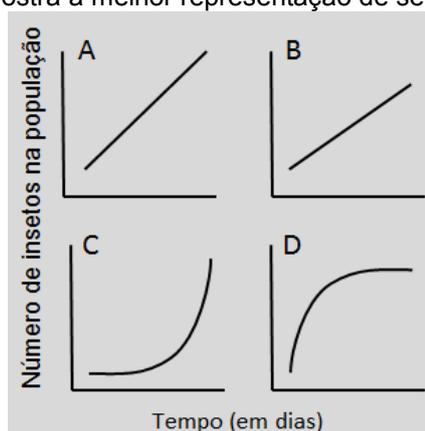
b) Observou-se que certa linhagem de camundongos geneticamente modificados pela ausência de um certo gene, eram incapazes de se reproduzir. A reintrodução do referido gene nos camundongos mutantes restaurou sua capacidade de reprodução. Tal evidência sugere que o referido gene é essencial para a reprodução dos camundongos.

c) Uma pesquisa revelou que 34% dos americanos acreditam que os dinossauros e seres humanos conviveram no passado, porque pegadas fósseis de ambas as espécies foram encontradas no mesmo lugar. Esta crença generalizada é uma evidência apropriada para apoiar a alegação de que os seres humanos não evoluíram de ancestrais símios.

d) Neste inverno, o nordeste dos Estados Unidos registrou quantidades recordes na média mensal de queda de neve. As temperaturas foram 2°C mais baixas do que o normal em algumas áreas. Esses fatos indicam que o clima da região está mudando.

2. Suponha que em certo local você registrou em forma de tabela a variação do crescimento da população de insetos ao longo do tempo. Neste caso, qual gráfico mostra a melhor representação de seus dados?

Tempo (dias)	População de insetos
2	7
4	16
8	60
10	123



3. Um estudo sobre a expectativa de vida foi realizado com uma amostra aleatória de 1.000 participantes dos Estados Unidos. Nessa amostra, a expectativa de vida média era 80,1 anos para as mulheres e 74,9 anos para os homens. Uma maneira de aumentar a confiança na afirmação de que, na população dos Estados Unidos, as mulheres verdadeiramente vivem mais que os homens, é?

a) Subtrair o valor da média de expectativa de vida das mulheres do valor da média de expectativa de vida dos homens. Se o resultado for positivo as mulheres vivem mais.

- b) Realizar uma análise estatística para determinar se as mulheres vivem mais que os homens.
- c) Traçar os valores da média de vida de homens e mulheres e analisar visualmente os dados.
- d) Não há forma de aumentar a certeza sobre a efetiva diferença de expectativa de vida entre homens e mulheres.

4. Em qual das seguintes pesquisas é *menos provável* existir viés (variável que permite uma explicação alternativa dos resultados)?

- a) Adotou-se uma amostra aleatória, onde os participantes são grupos experimentais e controle. Mulheres representam 35% do grupo experimental e 75% no grupo de controle.
- b) Para explorar as tendências em crenças religiosas de estudantes que frequentam universidades brasileiras, pesquisadores investigaram uma seleção aleatória de 500 calouros em uma pequena faculdade privada localizada em uma cidade que faz fronteira com a Argentina.
- c) Para avaliar o efeito de um novo programa de dieta, pesquisadores compararam a perda de peso entre voluntários selecionados para grupos de tratamento (dieta) e controle (sem dieta), enquanto monitoram a média de exercícios diários e variação de peso dos sujeitos de ambos os grupos.
- d) Os pesquisadores testaram a eficácia de um novo fertilizante para 10.000 (dez mil) mudas de árvores. As mudas do grupo de controle (sem fertilizantes) foram testadas durante o outono, enquanto as do grupo de tratamento (com fertilizantes) foram testadas durante a primavera seguinte.

5. Qual das seguintes atitudes é a cientificamente válida?

- a) Baseada em dois estudos financiados pela indústria farmacêutica, a Agência de Vigilância Sanitária declara seguro o uso de certa substância química, independentemente de outros estudos químicos e sanitários.
- b) Jornalistas darem o mesmo crédito a ambos os lados de uma controvérsia científica, embora a versão de um dos lados tenha sido refutada por muitos experimentos.
- c) A agência do governo decide alterar mensagens de saúde pública sobre a devida a pressão de um conselho das empresas envolvidas na fabricação de uma fórmula de leite para recém-nascidos.
- d) Vários estudos descobriram uma nova droga eficaz para tratar os sintomas de autismo; no entanto, uma agência do governo se recusa a aprovar o medicamento até que seus efeitos a longo prazo sejam conhecidos.

Esclarecimento para questão 6: O gráfico a seguir (Fig. 2) foi retirado de um artigo científico sobre os efeitos da adição de pesticidas sobre a mortandade de girinos em seu ambiente natural.

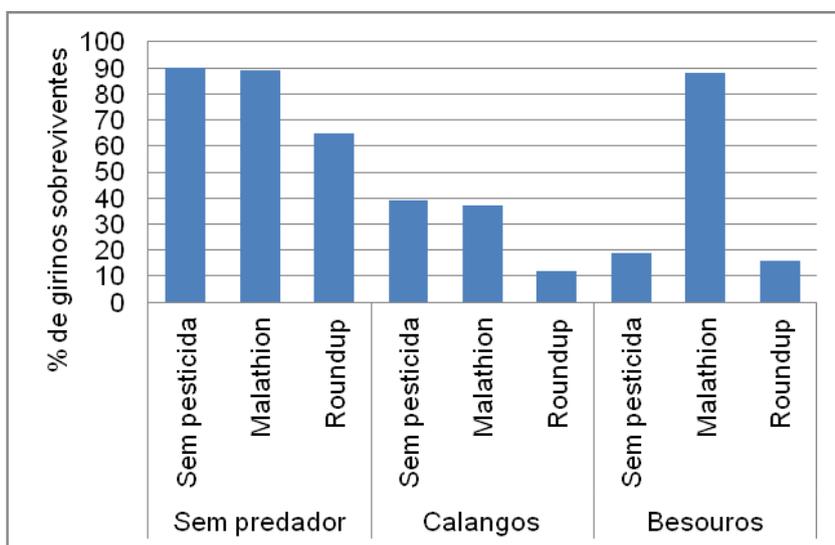
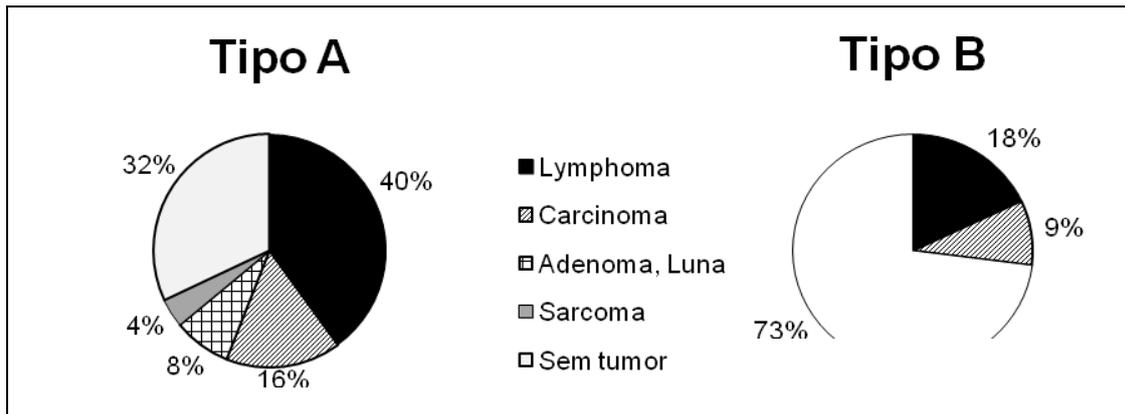


Fig. 2: Total de girinos sobreviventes em lagoas com dois tipos de pesticidas (Malathion e Roundup) e dois predadores de girinos (besouros e calangos) presentes.

6. Houve uma diferença significativa na mortandade de girinos na lagoa onde foi utilizado o pesticida Malathion e introduzido besouros como predadores dos girinos. Qual das seguintes hipóteses é mais plausível para explicar esses resultados, mostrados no gráfico?

- a) O Malathion matou girinos, fazendo com que os besouros sentissem mais fome e comessem mais girinos.
- b) O Malathion matou girinos, de modo que besouros tinham mais comida e sua população aumentou.
- c) O Malathion matou os besouros, causando a morte de menos girinos.
- d) O Malathion matou os besouros, fazendo a população de girinos aumentar.

7. Qual das seguintes alternativas é a melhor interpretação do gráfico abaixo:



Tumores encontrados em ratos do tipo A e B. Gráfico do tipo pizza que mostra a incidência relativa de tumores. Números representam a porcentagem de ocorrência de cada tipo específico de tumor

- Ratos do tipo A com Lymphoma são mais comuns que ratos do tipo A sem tumor
- Ratos do tipo B são mais propensos a ter tumores que os do tipo A
- A porcentagem de ocorrência de Lymphoma é igual em ratos do tipo A e B
- Carcinoma é menos comum que Lymphoma somente em ratos do tipo B

8. Criadores do *Mister Músculo*, um tipo de haltere articulado, que o uso de seu produto pode produzir “incrível força!”. Qual das informações adicionais abaixo pode fornecer uma evidência mais forte para apoiar a eficácia do *Mister Músculo* em aumentar a força muscular dos seus usuários?

- Dados da pesquisa indicam que, em média, os usuários do *Mister Músculo* relatam usar o produto 6 dias por semana, enquanto os usuários de halteres padrão relatam usá-los apenas 3 dias semana.
- Comparados no estado de repouso, os usuários do *Mister Músculo* apresentavam 300% de aumento do fluxo sanguíneo nos músculos quando utilizavam o produto.
- Dados da pesquisa indicam que um número significativo os usuários do *Mister Músculo* relataram sentir maior tônus muscular.
- Comparado com usuários de halteres padrão, usuários do *Mister Músculo* foram capazes de levantar pesos significativamente mais pesados no final de um ensaio de 8 semanas.

9. Qual desses não é um bom exemplo do uso adequado da Ciência?

- Um grupo de cientistas pediu para rever propostas de concessão de financiamento com base em recomendações sobre a experiência do investigador, os planos de projeto, e dados preliminares de propostas de pesquisa submetidas.
- Os cientistas estão sendo selecionados para ajudar a realizar um estudo de pesquisa patrocinado pelo governo sobre o clima global com base em seus interesses políticos.
- O Serviço de Pesca e Vida Silvestre revisa sua lista de espécies protegidas e em perigo de extinção em resposta a resultados de novas investigações.
- O Senado deixa de financiar um programa de educação sexual amplamente utilizado após estudos mostrarem limitada a eficácia do programa.

Antecedentes para Pergunta 10: Suponha que seu interesse seja despertado por uma notícia sobre a história dos feromônios humanos. Em uma busca na internet você encontra o seguinte website:

EROS FOUNDATION Special Sale
Pheromone 10.131* increase romance in your life; 1.6 oz. bottle normally \$98.50, 125% off.

INICIO	EROS CIÊNCIA	FEROMÔNIOS REVELADOS	LIVROS & PRODUTOS	ARTIGOS MULTIMÍDIA	CONTATOS	VIDEOS
--------	--------------	----------------------	-------------------	--------------------	----------	--------

Explore o Site

- Início da EROS
- Melhores histórias
- Artigos da Dra. Baxter
- Descobertas
- Dra. Baxter na Comunidade Científica
- Outras pesquisas na área de saúde

Shortcuts
Click here To Order From Eros
Privacy Protection

Bem vindo a Fundação Eros
Um centro de pesquisa Biomédica

Fundado em 1995 pela **Dra. Millicent Baxter**
Bióloga e co-descobridora de feromônios em humanos e autora do livro:



Os Hormônios e sua Saúde: um guia rápido sobre tratamento hormonal e outras terapias alternativas para a menopausa

>> Para comprar este livro [clique aqui](#)

Dra. Millicent Baxter, bacharelou-se em Psicologia em 1981 pela Universidade de Utica, concluindo seu doutorado em Biologia em 1987 pela Universidade de Duke, em seguida fez seus estudos de pós-doutorado sobre endocrinologia comportamental na Universidade de Stanford. Em 1995 fundou, em parceria com outros pesquisadores, um programa de Bem Estar de Mulheres no Hospital Estadual da Universidade de Nova York. É autora de mais de 35 artigos de pesquisa, co-autora de cinco patentes e autora de oito livros sobre saúde da mulher.

Frágâncias ativas para aumentar o sex-appeal

Feromônios EROS para mulheres
Feromônios EROS para Homes

Artigos científicos da Dra. Baxter

Descobertas e Bibliografia

Dra. Baxter na Comunidade Científica

Publicações da Fundação Eros em revistas científicas
Em dezembro de 2010, a Sociedade Internacional da Menopausa convidou a Dra. Baxter para publicar uma revisão de artigos publicados sobre os tratamentos para diminuição do câncer de mama. Em 2002 um artigo publicado na revista WHI e sua divulgação na mídia fizeram com que mulheres intercompessem os tratamentos de reposição hormonal aos quais vinham sendo submetidas

Baxter, M; McColl, N. Leiberman, E.; Calabrese-Stone, E. (2000) Sexual Response in women. Obstetrics & Gynecology 95: 4 (Supplement) April 2000, 19S.
Baxter, M; McColl, N. Leiberman, E. (1998) Pheromonal Influences on Sociossexual Behavior. Archives of Sexual Behavior 24:1-13.
Baxter, M; Calabrese-Stone, E. (1998) Woman after 40 years of age: the role of sex hormones and pheromones. Disease-A-Month 44, 423-546
Breast cancer in postmenopausal women: what is the real risk? Comunicação oral proferida durante a 65th Annual Meeting of the American Society of Reproductive Medicine (ASRM) October 2009.

10. Qual das seguintes características é a mais importante para avaliar a confiabilidade ou não do conteúdo deste website?

- As informações podem não ser corretas, pois referências adequadas não são fornecidas.
- As informações podem não ser corretas, uma vez que o objetivo do site é a propaganda de um produto.
- As informações são provavelmente corretas, porque são fornecidas referências adequadas.
- As informações são provavelmente corretas, porque o autor do site é confiável.

Analise o trecho abaixo para responder as perguntas 11 a 14:

“Um estudo recente, com mais de 2.500 nova-iorquinos, maiores de 9 anos, mostrou que as pessoas que bebem refrigerante diet todos os dias possuem um risco 61% maior de sofrer eventos vasculares, incluindo acidente vascular cerebral e ataque cardíaco, em comparação com aqueles que evitam bebidas diet. Neste estudo, a equipe de investigação da doutora Hannah Gardner pesquisou aleatoriamente os comportamentos alimentares, hábitos de exercício, bem como cigarro e consumo de álcool de 2564 nova-iorquinos. Os participantes também passaram por exames físicos, incluindo medições de pressão arterial e exames de sangue para o colesterol e outros fatores que podem afetar o risco de ataque cardíaco e acidente vascular cerebral. O aumento da probabilidade de eventos vasculares permaneceu mesmo depois dos pesquisadores contabilizarem outros fatores de risco, como o tabagismo, pressão arterial alta e níveis elevados de colesterol. Os investigadores não encontraram aumento do risco entre as pessoas que bebiam refrigerante comuns (não diet)”.

11. Os resultados deste estudo sugerem que beber refrigerante diet pode aumentar o risco de eventos cardíacos, ataques e derrames. Nas instruções a seguir, identifique evidências adicionais que apoiem esta afirmação.

- Os resultados de um estudo epidemiológico sugerem que os residentes de New York são 6,8 vezes mais propensos a morrer por causa de doença vascular, em comparação com as pessoas que vivem em outras cidades norte-americanas.
- Os resultados de um estudo experimental demonstraram que indivíduos escolhidos aleatoriamente para consumir um refrigerante diet por dia, tinham duas vezes mais chances de ter um acidente vascular cerebral em comparação com aqueles escolhidos para beber um refrigerante normal diariamente.
- Estudos em animais sugerem uma ligação entre doença vascular e o consumo de doces que são ingredientes de refrigerantes.
- Resultados de pesquisa indicam que pessoas que bebem um ou mais refrigerantes diet por dia fumam com mais frequência do que as pessoas que não bebem refrigerante diet, levando a aumento de eventos vasculares.

12. A citação anterior provém de que tipo de fonte de informação?

- a) Primária (pesquisa realizada, escrita e submetida à revisão por pares).
- b) Secundária (revisão de várias pesquisas, escrita como um artigo resumido com referências, que foi submetido a uma revista científica).
- c) Terciária (reportagens, verbetes enciclopédicos ou documentos publicados por órgãos do governo).
- d) Nenhuma das acima.

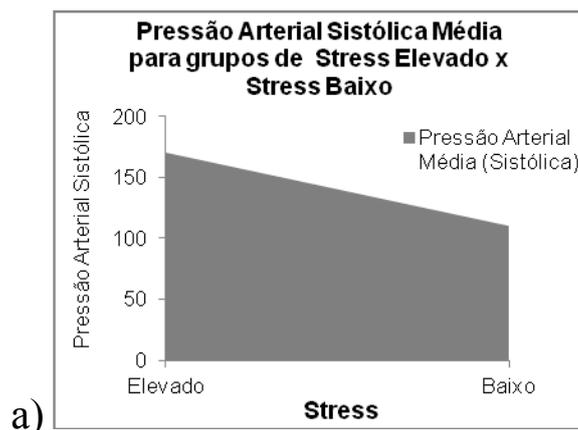
13. A pesquisadora principal do referido estudo, declarou: “*Acho que os consumidores de refrigerante diet tem que ficar atentos, mas não o fazem.*” Então, por que não alertar as pessoas a parar de tomar refrigerante diet imediatamente?

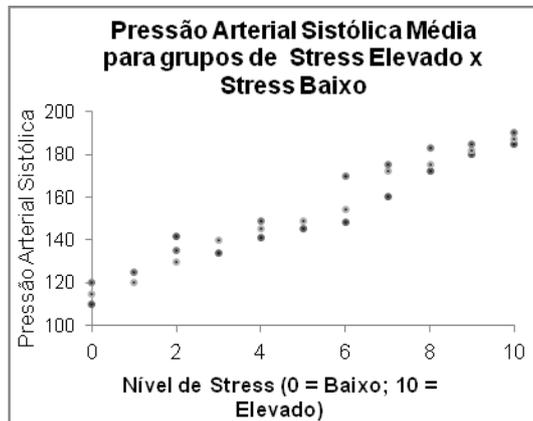
- a) Os resultados devem ser reaplicados com uma amostra mais representativa da população dos EUA.
- b) Pode haver significativa confusão de variáveis presentes (explicações alternativas para relação entre consumo de refrigerantes diet e doença vascular).
- c) Os sujeitos não foram escolhidos aleatoriamente para grupos experimental e de controle.
- d) Todas as afirmações anteriores estão corretas.

14. Qual dos seguintes atributos não faz parte da pesquisa mencionada?

- a) Coleta de dados a partir de uma grande amostra.
- b) Amostragem aleatória de pessoas residentes em New York.
- c) Participantes divididos aleatoriamente em grupos controle e experimental.
- d) Todas as afirmações anteriores estão corretas.

15. Os pesquisadores descobriram que os indivíduos mais estressados têm índices significativamente mais elevados de pressão arterial em comparação com indivíduos com pouco stress. O gráfico que seria mais apropriado para a exibição da média de classificações de pressão arterial por grupo seria?





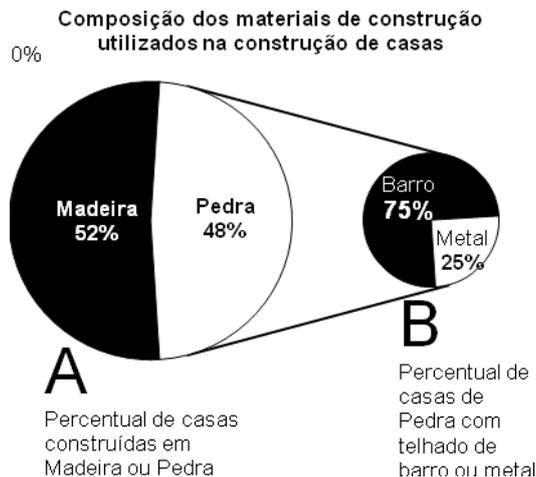
c)



d)

Esclarecimento para *Pergunta 16*: A eficiência energética de residências depende dos materiais de construção utilizados e como eles se adaptam a diferentes climas. Os dados a seguir foram coletados sobre os tipos de materiais de construção utilizados na construção de moradias. Casas de pedra são mais eficientes. Para determinar se a eficiência depende do estilo de telhado, os dados também foram coletados no percentual de casas de pedra que tinham ambos os telhados: de telhas ou metal.

16. Com base nas informações do gráfico abaixo, qual a proporção de casas construídas em pedra com telhado de barro?

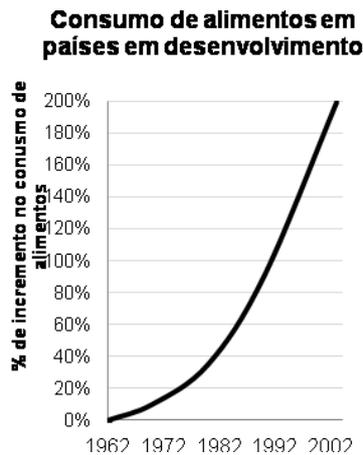


- a) 25%
- b) 36%
- c) 48%
- d) O valor não pode ser calculado sem o conhecimento do número original participantes da pesquisa

17. O fator mais importante para classificar um artigo de pesquisa como confiável é:

- a) A Presença de dados gráficos ou ilustrações
- b) Ter sido avaliado imparcialmente por terceiros, especialistas no assunto
- c) A reputação dos pesquisadores
- d) A publicação do artigo

18. Qual é a conclusão mais precisa que se pode fazer a partir dos dados do gráfico abaixo?



- a) O maior aumento do consumo de carne tem ocorrido nos últimos 20 anos.
- b) O consumo de carne tem aumentado de forma constante ao longo dos últimos 40 anos.
- c) O consumo de carne nos países em desenvolvimento duplica a cada 20 anos.
- d) O consumo de carne aumenta em 50% a cada 10 anos

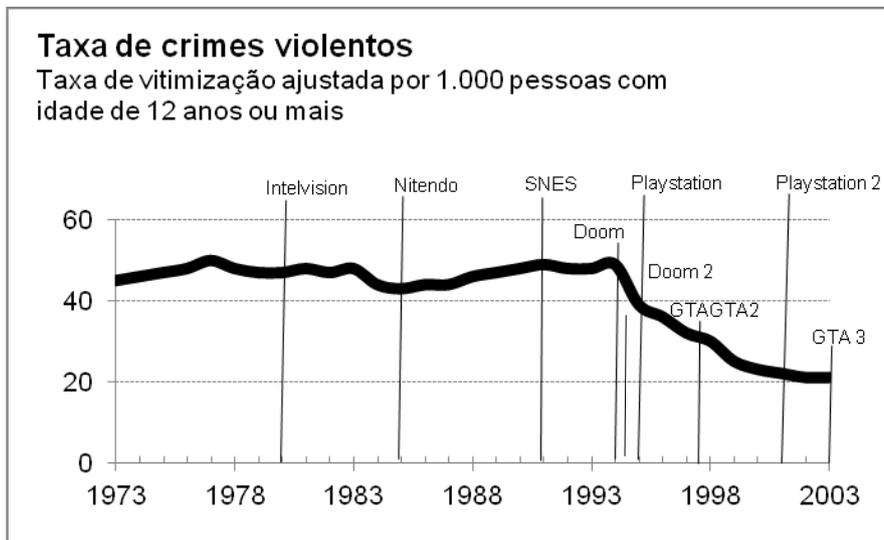
19. Dois estudos estimam o teor médio de cafeína em bebidas energéticas. Cada estudo utiliza o mesmo teste numa amostra aleatória de bebida energética. O estudo 01 utiliza 25 garrafas, e o estudo 02 utiliza 100 garrafas. Qual afirmação é verdadeira?

- a) O teor médio real estimado de cafeína em cada estudo será igualmente incerto.
- b) A incerteza na estimativa do teor de cafeína média real será menor no estudo 01 do que no estudo 02.
- c) A incerteza na estimativa do teor de cafeína média real será maior no estudo 01 do que no estudo 02.
- d) Nenhuma das alternativas acima.

20. Um furacão eliminou 40% dos ratos selvagens em uma cidade costeira. Em seguida, uma doença transmitida por água parada acabou matando 20% dos ratos selvagens que sobreviveram ao furacão. Qual percentagem da população original de ratos sobrou após esses dois eventos?

- a) 40%
- b) 48%
- c) 60%
- d) Não pode ser calculado sem saber o número original de ratos.

Esclarecimento para questão 21: Um entusiasta de jogos eletrônicos, argumentou que jogar videogames violentos não causa aumento de crimes violentos como os críticos desse tipo de jogo frequentemente afirmam. Para apoiar seu argumento, apresentou o gráfico a seguir. Nele observa-se que a taxa de crimes violentos diminuiu bastante desde a época em que os primeiros jogos eletrônicos foram introduzidos.



- 21.** Dada a informação apresentada neste gráfico, qual a fragilidade no argumento desse entusiasta?
- As taxas de crimes violentos parecem aumentar ligeiramente após a introdução de alguns jogos.
 - O gráfico não mostra índices de crimes violentos cometidos por crianças com menos de 12 anos de idade, por isso os resultados são tendenciosos.
 - A tendência de queda na taxa de criminalidade pode ter sido causada por algo diferente do lançamento de jogos de videogames violentos.
 - O gráfico mostra apenas dados até 2003. Dados mais atuais são importantes

22. O seu médico prescreveu um medicamento que é completamente novo. A droga tem alguns efeitos colaterais, assim, é necessário fazer uma pesquisa para determinar a eficácia da nova droga em comparação com os medicamentos similares no mercado. Qual das seguintes fontes fornece informações mais confiáveis?

- Bula/site do fabricante da droga
- Uma característica especial sobre a droga no noticiário noturno
- Estudo realizado por pesquisadores independentes
- Informações de um amigo de confiança que tomou a droga por seis meses

23. Um teste de genética mostra uma promissora detecção precoce do câncer do colo do útero. No entanto, 5% de todos os resultados dos testes são falsos positivos; ou seja, os resultados indicam que o câncer é presente quando o paciente está na verdade, livre do câncer. Dada essa taxa de falsos positivos, o número de pessoas em 10.000 que teria um resultado falso positivo e se assustaria desnecessariamente é igual a?

- 5
- 35
- 50
- 500

24. Por que os pesquisadores utilizam as estatísticas para tirar conclusões sobre os seus dados?

- Pesquisadores muitas vezes coletam dados sobre tudo e todos na população.
- O público é facilmente influenciado por números e estatísticas.
- As verdadeiras respostas às questões de investigação só podem ser reveladas por meio de análise estatística.
- Os investigadores fazem inferências sobre a população e utilizam estimativas a partir de amostras menores.

25. Um pesquisador levanta a hipótese de que as vacinas que contêm traços de mercúrio não causam autismo em crianças. Qual dos seguintes dados corroboram essa hipótese?

- A contagem do número de crianças que foram vacinadas e têm autismo.
- Dados de triagem anuais sobre sintomas de autismo em crianças vacinadas e não vacinadas desde o nascimento até os 12 anos.
- Taxa média de autismo em crianças nascidas nos Estados Unidos.
- Média da concentração de mercúrio no sangue de crianças com autismo.

Antecedentes para questão 26: Suponha que ao fazer uma pesquisa na internet para ajudar sua avó a entender dois diferentes novos medicamentos para osteoporose, você encontrou uma publicação no *Eurasian Journal* que contém dados que mostram a eficácia de apenas um desses novos medicamentos. Como a referida revista é

financiada por uma empresa farmacêutica específica, a maioria dos anúncios da revista são de produtos desta empresa. Em suas pesquisas, você também encontrou outros artigos que mostram que a referida droga tem apenas uma eficácia limitada.

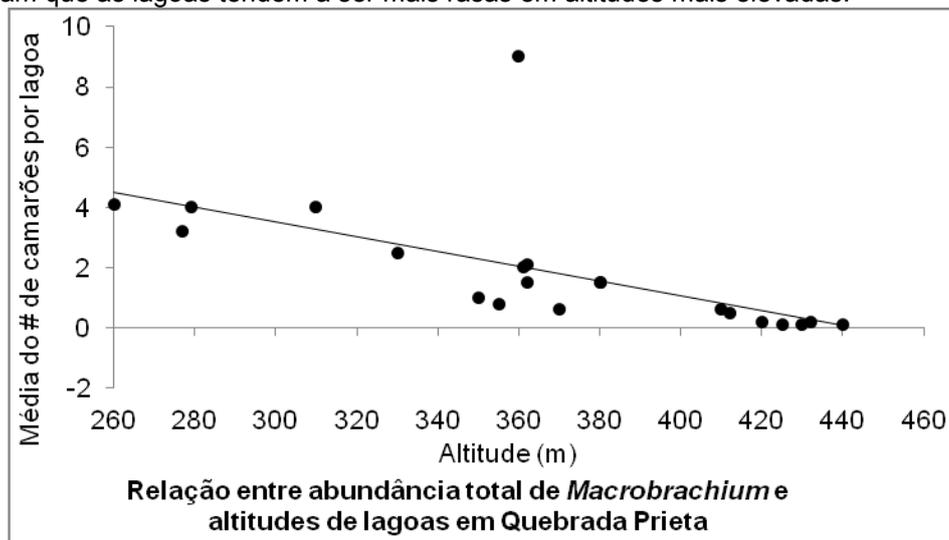
26. Escolha a melhor resposta que iria ajudá-lo a decidir sobre a credibilidade da revista acima citada:

- a) Não é uma fonte confiável de pesquisa científica porque havia anúncios dentro da revista.
- b) É uma fonte confiável de pesquisa científica porque a publicação conta com colaboradores que possuem credenciais apropriadas para avaliar a qualidade dos artigos de pesquisa antes de sua publicação.
- c) Não é uma fonte confiável de investigação científica, porque seus artigos mostram apenas a eficácia dos medicamentos da empresa que a financia.
- d) É uma fonte confiável de pesquisa científica, pois os estudos publicados na revista foram mais tarde reaplicados por outros pesquisadores.

27. Qual das seguintes opções são atitudes cientificamente válidas?

- a) Uma revista científica rejeitar um estudo porque os resultados fornecem evidências contra um modelo amplamente aceito.
- b) Uma revista científica retirar a publicação de um artigo depois de descobrir que o pesquisador deturpou os dados.
- c) Um investigador distribuir amostras grátis de uma nova droga que ele está desenvolvendo para pacientes que necessitam.
- d) Um cientista sênior incentivar seu aluno de pós-graduação a publicar um estudo contendo resultados inovadores que não podem ser verificados.

Antecedentes para questão 28: Pesquisadores interessados na relação entre a abundância de camarões (*Macrobrachium*) e altitude das lagoas, apresentaram os seguintes dados no gráfico abaixo. Curiosamente, eles também observaram que as lagoas tendem a ser mais rasas em altitudes mais elevadas.



28. Qual das seguintes hipóteses é mais plausível para explicar os resultados apresentados no gráfico?

- a) Há um maior número de lagoas em altitudes superiores a 340 metros porque chove com mais frequência em altitudes mais elevadas.
- b) Camarões são mais abundantes em lagoas de altitudes mais baixas, pois esses locais tendem a ser mais profundos.
- c) Este gráfico não pode ser interpretado devido existência de um ponto periférico nos dados.
- d) A medida que a elevação aumenta, abundância de camarão também aumenta, porque eles têm menos predadores em altitudes mais elevadas.

ANEXO 2: Inventário de Consciência Metacognitiva (MAI)

Matrícula nº _____

Idade: _____ anos

Sexo: _____

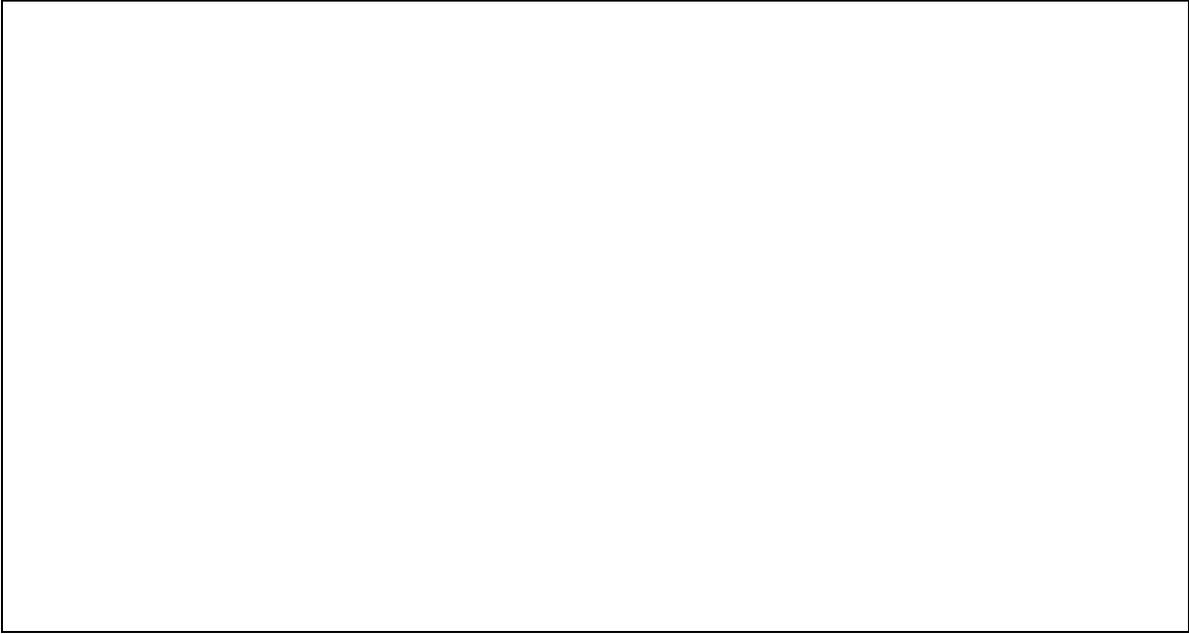
O questionário é um instrumento de coleta de dados de uma pesquisa sobre habilidades metacognitivas de estudantes universitários. Leia atentamente os enunciados e, com sua opinião, escreva, na coluna de resposta, uma das quatro possíveis alternativas seguintes:

SEMPRE (S), NUNCA (N), ÀS VEZES (AV) ou NÃO ENTENDI (NE), **circulando as respostas** relacionadas às estratégias ou habilidades que julgue ter adquirido **após completar as aulas** do curso de mestrado.

É aceitável que suas respostas expressem o que realmente você pensa ou faz a respeito dos enunciados. Não se preocupe, seus dados serão mantidos em absoluto sigilo e apenas para fins acadêmicos. Obrigado pela sua colaboração. Caso queira, pode fazer comentários no verso desta folha.

ENUNCIADOS	RESP.	ENUNCIADOS	RESP.
01. Quando estudo, frequentemente estabeleço objetivos a serem alcançados.		27. Estou ciente das estratégias de aprendizagem que uso quando estou estudando.	
02. Considero várias alternativas para um problema antes de respondê-lo.		28. Procuo analisar a utilidade das estratégias enquanto estudo.	
03. Tento usar estratégias que deram certo no passado.		29. Uso os meus talentos intelectuais para compensar minhas limitações.	
04. Enquanto aprendo, procuro estabelecer um ritmo apropriado para o tempo que disponho.		30. Concentro-me sobre o significado e a importância de novas informações.	
05. Tenho consciência dos meus talentos e limitações intelectuais.		31. Crio meus próprios exemplos para tornar a informação mais significativa.	
06. Penso sobre o que realmente preciso saber antes de começar uma tarefa.		32. Sou capaz de avaliar bem o quanto entendo de alguma coisa.	
07. Quando termino de fazer um teste, geralmente, sei como me saí nele.		33. Encontro e uso estratégias de aprendizagem úteis automaticamente.	
08. Costumo definir metas específicas antes de começar uma tarefa.		34. Costumo parar regularmente para verificar minha compreensão.	
09. Procuo prestar mais atenção quando me deparo com informações importantes.		35. Sei o quanto cada estratégia que uso será mais eficaz.	
10. Sei que tipo de informação é mais importante para aprender.		36. Quando finalizo uma tarefa, me pergunto o quão bem cumpri meus objetivos.	
11. Antes de finalizar a resolução de um problema, pergunto-me se considere todas as diferentes possibilidades de resolução.		37. Costumo usar imagens e diagramas para me ajudar a entender e aprender.	
12. Sou bom em organizar informações.		38. Pergunto-me se considere todas as opções após resolver um problema.	
13. Conscientemente foco atenção em informações importantes.		39. Tento traduzir novas informações em minhas próprias palavras.	
14. Tenho propósitos específicos para cada estratégia que uso.		40. Mudo de estratégia quando não consigo entender.	
15. Aprendo melhor quando já sei alguma coisa sobre o assunto.		41. Tento usar a estrutura organizacional do texto para me ajudar a compreendê-lo.	
16. Sei o que o professor espera que eu aprenda.		42. Leio cuidadosamente as instruções antes de começar uma tarefa.	
17. Sou bom em lembrar informações.		43. Pergunto-me se o que estou lendo tem relação com o que eu já sei.	
18. Uso diferentes estratégias de aprendizagem, dependendo da situação.		44. Tento reavaliar minhas suposições quando fico confuso.	
19. Pergunto-me se haveria uma maneira mais fácil de fazer a coisa depois que eu termino uma tarefa.		45. Tento organizar meu tempo para cumprir melhor meus objetivos.	
20. Tenho controle sobre o quanto estou aprendendo.		46. Aprendo mais quando estou interessado no tema.	
21. Costumo rever pontos que me ajudem a entender as relações importantes.		47. Tento dividir o que tenho para estudar em etapas menores.	
22. Procuo elaborar perguntas sobre o material antes de começar a estudar.		48. Concentro-me no sentido global ao invés dos detalhes.	
23. Penso em várias maneiras de resolver um problema e tento escolher a melhor.		49. Frequentemente me pergunto sobre como está meu desempenho enquanto estou aprendendo algo novo.	
24. Posso resumir o que aprendi depois que termino de estudar.		50. Assim que finalizo uma tarefa, pergunto-me se eu aprendi tanto quanto eu podia.	
25. Peço ajuda a outros quando não entendo alguma coisa.		51. paro e volto quando encontro uma nova informação que não ficou clara.	
26. Quando preciso, sou capaz de me motivar para aprender.		52. paro e releio quando fico confuso.	

COMENTÁRIOS (OPCIONAL)



Autores Responsáveis: Jesus Brabo, Ana Pimentel e Ana Gomes - Universidade Federal do Pará, Instituto de Educação Matemática e Científica - Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemáticas - Contatos: brabo@ufpa.br, (91)88791988

Teste de habilidades de Letramento Científico (TOSLS)

CARTÃO RESPOSTA

SEXO:

IDADE:

MATRICULA N°

Para cada questão, marque com **x** apenas uma das alternativas abaixo.

QUESTÃO	A	B	C	D	NEQ	NSR
01						
02						
03						
04						
05						
06						
07						
08						
09						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						
28						

LEGENDA | **NEQ** = Não entendi o enunciado da questão | **NSR** = Não sei a resposta.

ANEXO 3: Teste de Letramento Científico (TOSLS) - Chave de Habilidades e Respostas

HABILIDADES	DESCRIÇÃO	QUESTÃO	RESPOSTA CORRETA
1 (3 Qs)	Identificar um argumento científico válido (por exemplo, reconhecer quando uma evidência científica suporta uma hipótese).	1	B
		8	D
		11	B
2 (5 Qs)	Realizar pesquisa bibliográfica eficaz (por exemplo, avaliar a validade de fontes como sites, revistas especializadas, distinguindo os diferentes tipos de fontes).	10	B
		12	C
		17	B
		22	C
		26	C
3 (3 Qs)	Avaliar o uso de informação científica (reconhecer de atitudes cientificamente éticas, distinguir o uso adequado da ciência para tomar decisões sociais).	5	D
		9	B
		27	B
4 (4 Qs)	Reconhecer possíveis interferências de vieses (por exemplo, as diferenças no tamanho de uma amostra, a composição da amostra); Explicar como os controles são usados para mitigar vieses; identificando pontos fortes e fraquezas do projeto experimental (por exemplo, a atribuição aleatória de grupos de controle e tratamento).	4	C
		13	D
		14	C
		25	B
5 (1Q)	Compreender que um histograma é a melhor maneira de comparar as médias.	15	D
6 (4 Qs)	Saber identificar se dados apresentados são capazes de explicar o que se pretende, de acordo com o tipo de gráfico (p.e.: exponencial/logaritmo vs linear); Explicar porque certos tipos de formatos não são apropriados; Interpretar e justificar informações nos gráficos (por exemplo, pesticida matou os besouros que mantendo a população de girinos); Extrair informação numérica de gráfico e usá-la para fazer comparações e conclusões; Interpretar a forma de um gráfico, para chegar a uma conclusão.	2	C
		6	C
		7	A
		18	A
7 (3 Qs)	Resolver cálculos algébricos com precisão	16	B
		20	B
		23	D
8 (3 Qs)	Usar testes estatísticos para definir probabilidade e confiabilidade; efeitos do tamanho da amostra; Reconhecer que os pesquisadores utilizam as estatísticas para fazer inferências sobre uma amostra desta população.	3	B
		19	C
		24	D
9 (2 Qs)	Reconhecer ou usar o raciocínio para explicar que a correlação não implica causalidade; usando informações de um gráfico para explicar por que eles escolheram uma resposta que eles fizeram (por exemplo, o gráfico mostrava elevação e o número médio de camarão em vez de ter menos predadores).	21	C
		28	B

ANEXO 4: Modelo de Consentimento Livre e Esclarecido

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

INFORMAÇÕES DA PESQUISA

Projeto de Pesquisa: Avaliação de Habilidades Metacognitivas de Professores.
Pesquisadores responsáveis: Jesus Brabo, Ana Pimentel e Ana Gomes.
Instituição dos Pesquisadores: Universidade Federal do Pará, Instituto de Educação Matemática e Científica - Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemáticas.
Contatos: brabo@ufpa.br, (91) 88791988.

Você está sendo convidado(a) a participar do projeto de pesquisa “*Avaliação de Habilidades Metacognitivas de Futuros Professores*”, de responsabilidade do pesquisador Jesus Cardoso Brabo.

O referido projeto destina-se a avaliar habilidades metacognitivas apresentadas por professores de ciências e matemática.

Os dados serão coletados por meio de questionário tipo *Likert*, preenchido voluntariamente pelos sujeitos que optarem em colaborar.

Os dados e identidade dos voluntários serão mantidos em absoluto sigilo e usados exclusivamente para fins de pesquisa acadêmica, não havendo também nenhum risco de ordem física ou psicológica para aqueles que decidirem colaborar.

DECLARAÇÃO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Declaro ter sido informado e concordo em participar, como voluntário, do projeto de pesquisa acima descrito.

Data: ____/____/____

Assinatura: _____

ANEXO 5 – Dados brutos da amostra tabulados (N = 43, 20 professores e 23 estudantes)

	MAT42H	MAT30H	MAT33H	MAT43M	PED44M	MAT26M	CNT30M	MAT57M	CNT34M	BIO34M	PED38M	LIECML01M	LIECML02H	LIECML04H	LIECML05H	LIECML06M	LIECML07H	LIECML08H	LIECML09H	LIECML10M	LIECML11M	LIECML12M	LIECML13H	LIECML14M	LIECML16M	LIECML18H	LIECML20H	LIECML21H	LIECML23	
Q01	B	B	B	D	B	B	D	B	B	B	B	D	B	B	B	B	A	C	B	B	B	NSR	NSR	NSR	B	D	B	B	NSR	
Q02	A	A	A	A	B	B	A	A	A	A	A	A	B	A	A	A	B	A	B	B	B	B	A	B	A	A	A	A	B	B
Q03	B	A	D	B	B	A	A	D	B	B	B	B	C	B	A	NEQ	A	A	C	C	B	B	NEQ	A	D	B	C	C	A	
Q04	C	NEQ	A	NSR	C	C	D	C	D	C	C	A	NEQ	B	D	D	NSR	C	NEQ	NSR	D	NSR	NSR	C	NEQ	B	D	A	C	
Q05	D	D	D	NEQ	D	D	D	D	D	D	A	NSR	D	D	D	B	NSR	NSR	D	B	A	C	NSR	NSR	D	C	D	D	NSR	
Q06	D	A	NSR	B	A	C	B	C	D	C	D	B	NEQ	D	C	NSR	A	D	NEQ	C	D	D	D	C	NSR	D	B	D	C	
Q07	A	NSR	A	D	A	A	D	A	A	A	D	A	A	A	A	NSR	A	A	NEQ	A	B	A	A	B	A	D	B	A	B	
Q08	C	NEQ	NEQ	D	D	D	D	D	C	D	D	D	NSR	NSR	D	NEQ	C	NSR	C	D	A	NSR	C	NSR	NEQ	B	D	C	NSR	
Q09	B	A	B	B	C	B	B	B	B	B	B	B	D	A	B	B	NSR	A	A	B	C	A	B	NSR	NEQ	B	B	B	NSR	
Q10	C	D	D	B	C	NSR	B	C	B	D	A	B	D	D	B	B	A	C	C	C	C	NSR	C	D	C	NSR	C	C	D	
Q11	B	NSR	B	A	B	B	NSR	D	B	B	B	B	D	D	C	B	D	B	NEQ	B	B	B	D	D	B	B	B	B	D	
Q12	B	A	A	C	A	C	D	D	D	C	D	NSR	A	D	C	B	C	A	NEQ	A	B	D	B	A	A	A	A	B	A	A
Q13	D	NSR	A	D	B	A	B	C	D	D	A	B	B	B	A	A	A	D	NEQ	B	A	NSR	A	A	A	C	B	A	A	
Q14	B	C	C	B	C	D	D	D	C	C	B	NSR	C	C	A	C	D	D	NEQ	C	D	D	B	A	A	D	C	A	A	
Q15	D	NSR	D	C	D	C	D	C	D	D	C	D	D	C	D	NSR	B	D	D	A	C	A	D	B	D	D	D	D	B	
Q16	B	D	NEQ	D	B	B	D	NSR	D	B	NSR	NSR	NEQ	B	A	NEQ	NSR	NSR	NSR		NSR	NSR		NSR	NSR	D	C	C	NSR	
Q17	C	D	D	C	B	D	B	B	D	B	B	B	NEQ	C	B	NSR	A	D	B	D	NSR	D	A	D	D	NSR	A	A	D	
Q18	C	NEQ	D	B	A	A	A	B	C	B	B	D	B	A	A	NEQ	A	A	B	A	B	C	A	B	B	A	B	C	B	
Q19	A	NSR	A	C	C	NSR	A	C	NEQ	C	C	NSR	NEQ	B	C	NSR	NSR	NSR	B	A	A	C	B	A	NEQ	B	D	A	A	
Q20	B	B	B	A	B	B	A	A	A	B	A	NSR	D	D	C	NSR	B	NSR	A	A	A	D	A	A	A	B	A	A	A	
Q21	C	A	C	D	C	A	B	D	B	C	C	NSR	D	A	C	NEQ	D	NSR	NEQ	D	D	D	NSR	C	NSR	NSR	D	D	C	
Q22	B	A	A	A	C	A	D	A	A	C	A	NSR	A	A	A	A	A	A	NSR	A	A	A	A	C	A	C	A	A	C	

	MAT42H	MAT30H	MAT33H	MAT43M	PED44M	MAT26M	CNT30M	MAT57M	CNT34M	BIO34M	PED38M	LIECML01M	LIECML02H	LIECML04H	LIECML05H	LIECML06M	LIECML07H	LIECML08H	LIECML09H	LIECML10M	LIECML11M	LIECML12M	LIECML13H	LIECML14M	LIECML16M	LIECML18H	LIECML20H	LIECML21H	LIECML23	
Q23	C	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	NSR	D	D	D	D	D	NSR	D	D	NSR	D	C	A	D	D	D	D	A	
Q24	B	NEQ	D	D	D	D	D	D	D	D	D	NSR	A	D	D	NSR	D	D	B	D	D	D	NEQ	D	NSR	NSR	D	C	D	
Q25	D	NSR	D	D	D	B	D	B	B	B	B	NSR	NEQ	B	A	NSR	B	NSR	NSR	NSR	D	B	NEQ	NEQ	NSR	B	B	B	NEQ	
Q26	B	C	C	NEQ	C	C	C	C	D	C	C	NSR	C	NSR	C	NEQ	C	C	B	NSR	NSR	NSR	C	C	NSR	A	D	D	C	
Q27	B	B	B	NEQ	B	B	B	B	B	A	B	NSR	NEQ	D	D	B	B	B	NSR	NSR	NSR	B	B	B	NSR	B	A	B	B	
28	B	B	NEQ	D	B	B	NSR	NSR	B	B	C	NSR	D	D	D	NSR	NSR	NSR	D	NSR	NSR	NSR	C	D	NSR	NSR	A	B	D	
HM01	2	2	2	2	2	1	2	1	2	2	1	2	2	2	2	2	2	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1
HM02	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	1	2	2	2	2	2	1	1	0	1	2	1	1	2	2	1	2	2	2	2
HM03	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	0	2	1	2	1	1	2	2	2	2	1	2	1	0	0	
HM04	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	0	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	0	2	0	2	0	
HM05	2	2	0	2	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	1	0	1	2	2	2	2	2	1	0	2	2	2	2	
HM06	2	2	2	2	1	2	0	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	2	2	2	0	2	2	2	2	2	2	2	
HM07	2	2	2	2	1	1	0	1	0	2	1	2	1	1	2	1	0	2	1	1	2	1	1	1	1	1	2	1	2	1
HM08	2	2	2	0	2	1	1	1	2	0	1	2	0	1	2	1	0	2	1	2	2	1	1	2	2	2	1	2	0	
HM09	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2
HM10	1	2	2	2	1	1	1	1	0	0	1	2	0	0	2	2	0	1	1	1	1	0	2	1	1	2	0	2	2	
HM11	1	1	2	1	2	1	0	2	1	2	2	1	1	0	2	0	0	1	2	0	2	0	0	1	0	2	0	2	2	
HM12	2	1	2	1	1	2	1	0	0	0	0	1	0	1	2	1	0	1	1	1	1	2	1	0	0	0	1	2	0	
HM13	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	2	2	1	2	2	1	2	1	2	2	1	2	1	1	2	1	2	2	
HM14	1	2	2	2	1	1	1	0	1	0	0	2	1	1	2	2	0	2	1	2	2	1	1	1	2	0	1	2	0	
HM15	2		2	2	2	2	2	2	2	2	2		2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
HM16	2	2	2	1	1	1	2	2	0	0	2	1	0	1	1	1	0	1	2	0	1	0	0	1	2	0	1	1	1	
HM17	2	2	1	1	1	2	1	0	0	1	0	2	1	2	2	1	1	2	1	1	0	1	0	0	1	0	2	2	0	
HM18	1	2	2	1	2	2	2	0	1	1	0	2	1	1	2	2	2	2	0	1	2	1	2	1	1	2	1	2	2	
HM19	2	1	0	2	2	1	1	2	0	1	2	0	2	1	2	2	1	2	2	1	2	2	1	2	0	2	1	2	0	

	MAT42H	MAT30H	MAT33H	MAT43M	PED44M	MAT26M	CNT30M	MAT57M	CNT34M	BIO34M	PED38M	LIECML01M	LIECML02H	LIECML04H	LIECML05H	LIECML06M	LIECML07H	LIECML08H	LIECML09H	LIECML10M	LIECML11M	LIECML12M	LIECML13H	LIECML14M	LIECML16M	LIECML18H	LIECML20H	LIECML21H	LIECML23
HM20	2	2	1	2	1	0	0	2	0	0	2	2	1	0	0	2	0	2	2	2	2	0	0	2	0	2	0	0	2
HM21	2	2	2	2	2	1	2	2	0	1	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	0	0	2	2	2	2	2	2
HM22	2	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	2	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	2	0	0	1	0	0	0
HM23	2	1	2	0	2	2	2	1	1	2	1	2	1	2	2	1	1	1	1	0	2	1	1	2	2	2	2	2	2
HM24	2	2	2	2	1	2	2	2	0	1	2	2	1	0	1	2	1	2	1	2	2	2	2	2	2	2	0	1	2
HM25	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	0	2	2	2	2	2	2	2	2	0	2	2	2	0	2
HM26	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2	1	2	2	2
HM27	2	1	2	2	2	2	1	0	0	0	0	1	2	0	2	1	1	0	2	2	2	2	1	0	1	1	2	0	2
HM28	2	1	0	2	2	1	0	0	0	0	0	1	1	0	2	1	0	0	0	0	1	2	0	1	0	2	0	2	0
HM29	2	2	1	1	2	1	2	2	0	0	2	2	0	1	0	2	2	1	0	0	0	2	0	1	2	2	1	0	1
HM30	2	2	2	2	2	2	1	2	1	1	2	2	2	1	2	2	0	2	1	2	2	1	2	2	2	2	1	2	1
HM31	2	2	0	2	2	1	2	0	2	2	0	2	1	2	2	1	1	1	2	2	2	0	2	2	2	0	2	2	0
HM32	2	2	2	1	2	2	1	0	0	0	0	2	1	1	2	1	0	1	2	2	2	2	1	1	0	1	2	1	2
HM33	2	2	0	2	2	0	0	0	2	2	0	1	0	0	2	1	0	0	1	2	1	0	0	0	0	2	0	2	1
HM34	2	2	2	2	2	1	0	1	0	2	1	1	1	1	2	2	2	0	2	2	0	0	0	0	2	1	1	2	2
HM35	2	2	2	2	1	1	0	0	0	0	0	2	1	0	1	1	0	1	2	2	1	0	0	0	0	2	0		0
HM36	2	2	2	2	2	1	0	2	0	0	2	2	1	1	0	1	1	0	2	2	2	2	0	0	0	2	1	0	0
HM37	2	2	1	2	2	2	2	0	2	1	0	2	2	2	2	2	1	0	2	1	1	1	0	2	1	2	2	2	0
HM38	2	1	0	2	2	1	0	1	1	2	1	1	1	2	2	0	1	1	1	0	2	0	0	0	0	2	2	2	0
HM39	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	2	2	2	2	2	1	0	1	2	2	2	1	2	2	0	2	2	2	2
HM40	2	1	2	2	2	1	1	1	2	2	1	2	2	2	0	2	2	1	2	2	2	2	0	2	2	2	2	0	2
HM41	2	2	2	2	1	0	2	2	1	1	2	2	1	1	2	1	1	2	1	0	1	2	2	0	2	2	1	2	2
HM42	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	1	1	2	2	1	2	2	2	2	1	2	2	2	2	1	2	2
HM43	2	1	1	2	2	0	2	2	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	0	2	1	2	2	2	2	2	2	0

	MAT42H	MAT30H	MAT33H	MAT43M	PED44M	MAT26M	CNT30M	MAT57M	CNT34M	BIO34M	PED38M	LIECML01M	LIECML02H	LIECML04H	LIECML05H	LIECML06M	LIECML07H	LIECML08H	LIECML09H	LIECML10M	LIECML11M	LIECML12M	LIECML13H	LIECML14M	LIECML16M	LIECML18H	LIECML20H	LIECML21H	LIECML23
HM44	2	2	2	1	2	1	2	1	2	1	1	2	2	2	2	2	1	2	1	2	2	0	0	2	0	1	2	2	2
HM45	1	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	1	1	2	2	1	2	1	2	2	0	2	1	1	2	1	2	0
HM46	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2
HM47	1	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	1	1	2	2	1	1	2	2	0	0	1	2	1	0	1	2	0
HM48	1	2	0	1	2	2	1	1	0	1	1	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	0	0	1	1	1	1	0	0
HM49	2	2	0	2	2	1	1	2	0	1	2	2	0	2	2	2	2	2	2	2	2	1	0	1	0	2	2	2	2
HM50	2	1	1	2	2	0	0	2	1	1	2	2	1	2	2	2	1	1	2	0	2	0	0	2	0	2	2	2	2
HM51	2	2	2	1	2	1	2	2	2	2	2	2	2	1	1	2	1	2	1	2	2	2	2	2	2	2	1	1	2
HM52	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2