

TECNOLOGIA & CULTURA

Revista do Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca

.....



TECNOLOGIA
& CULTURA



CEFET/RJ - CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO
TECNOLÓGICA CELSO SUCKOW DA FONSECA



Ministério da Educação - MEC
Secretaria de Educação Profissional
e Tecnológica - SETEC

CEFET/RJ - CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO
TECNOLÓGICA CELSO SUCKOW DA FONSECA
TECNOLOGIA & CULTURA - Revista do Cefet/RJ
N.25, Ano 17 - jan./jul. 2015
Tiragem: 300 exemplares
Edição eletrônica: acesso em <http://revistas.cefet-rj.br/>
Av. Maracanã, 229 - Rio de Janeiro/RJ
CEP 20271-110
Telefone geral: (21) 2566-3022 r. 3160
Telefax: (21) 2284-6021
<http://www.cefet-rj.br>
E-mail: revista@cefet-rj.br

Diretor-Geral

Carlos Henrique Figueiredo Alves

Vice-Diretor

Maurício Saldanha Motta

Diretora de Ensino

Gisele Maria Ribeiro Vieira

Diretor de Pesquisa e Pós-Graduação

Pedro Manuel Calas Lopes Pacheco

Diretor de Gestão Estratégica

Ursula Maruyama

Presidente do Comitê Técnico-Científico

Marcelo Borges Rocha (Cefet/RJ)

Conselho Editorial:

Adelaide Maria de Souza Antunes (UFRJ/INPI)
Cristina Gomes de Souza (Cefet/RJ)
Luiz Flávio Autran Monteiro Gomes (Ibmec/RJ)
Maria Lucia Alvares Maciel (UFRJ/SBPC/IBICT)
Pedro Manuel Calas Lopes Pacheco (Cefet/RJ)

Comitê Técnico-Científico:

Tecnologia & Sociedade

Marco Braga (Cefet/RJ)
Ana Margarida Campello (Fiocruz)
Carlos Fiolhais (Universidade de Coimbra - Portugal)
Gaudêncio Frigotto (UFF)
Guilherme Cordeiro da Graça de Oliveira (UFRJ)
Heloisa Helena Albuquerque Borges Quaresma Gonçalves (UNIRIO)
Isabel Malaquias (Universidade de Aveiro - Portugal)
José Renato de Oliveira Pin (Cefet/RJ)
Marisa Brandão (Cefet/RJ)
Olival Freire Junior (UFBA)
Pedro Henrique Ribeiro de Souza (Cefet/RJ)
Regina Viegas (Cefet/RJ)

Tecnologia & Gestão

Antonio Pithon (Editor - Cefet/RJ)
Antônio Mauricio Castanheira das Neves (Cefet/RJ)
José Dinis Carvalho (Universidade do Minho - Portugal)
José Luiz Fernandes (Cefet/RJ)
Luis Enrique Valdiviezo Vieira (Uenf)
Marcelo Fonseca Monteiro de Sena (IFRJ)
Rui Manoel Souza (Universidade do Minho - Portugal)

Tecnologia & Inovação

Hector Reynaldo (Editor - Cefet/RJ)
Américo Scotti (Universidade Federal de Uberlândia)
Ari Sauer Guimarães (UFRJ)
Carlos Henrique Figueiredo Alves (Cefet/RJ)
Dayse Haime Pastore (Cefet/RJ)
Ivani de Souza Bott (PUC-Rio)
Marcelo Borges Rocha (Cefet/RJ)
Maurício Motta (Cefet/RJ)

Editoria

Marcelo Borges Rocha

Revisão

Natasha Juliana Mascarenhas Pereira Lago

Biblioteca Central

Angela Carreiro Nolasco

Projeto Gráfico/Diagramação

Divisão de Programação Visual - DPROV
Fernando da Silveira Bracet
Isabela Menezes

Impressão

Setor Gráfico do Cefet/RJ

Observações

Os conteúdos dos artigos publicados nesta revista são de inteira responsabilidade de seus autores. Proibida a reprodução total ou parcial desta obra sem autorização dos autores.

Tecnologia & Cultura. _ Nº 28, Ano 18 (jul./dez. 2016) -
Rio de Janeiro : Centro Federal de Educação
Tecnológica Celso Suckow da Fonseca, 2017.
v. : il.; 28 cms.

Semestral
ISSN 1414-8498

I. Centro Federal de Educação Tecnológica Celso
Suckow da Fonseca

ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA: APRENDENDO SOBRE ALIMENTOS NA PERSPECTIVA SOCIO-HISTÓRICA DE VYGOTSKY	7
Emerson Nunes da Costa Gonçalves	
André Louzada Silva	
Michele Waltz Comaru	
DO DESENHO INFANTIL À PRODUÇÃO DO CONCEITO CIENTÍFICO NA ADOLESCÊNCIA	18
Valmir Sbano	
Luiza Oliveira	
Rose Latini	
Maria Bernadete Pinto dos Santos	
ESTUDO DE UMA REPRESENTAÇÃO DO MODELO DE LOTKA-VOLTERRA	27
Viviane de Lima Noronha	
Rosana da Paz Ferreira	
METACOGNIÇÃO, TECNOLOGIA EDUCACIONAL NA FORMAÇÃO DOCENTE DE CIÊNCIAS: MAPEANDO AS PRODUÇÕES BRASILEIRAS	37
Pedro Henrique Maraglia	
Mauricio Abreu Pinto Peixoto	
Márcia Regina de Assis	
MORTE HUMANA: DENTRO DA VIDA, FORA DA ESCOLA	46
Anderson Nunes Pinto	
Eliane Brígida Morais Falcão	
COMPORTAMENTO DE PROFESSORES E ALUNOS DURANTE VISITAS ESCOLARES AO MUSEU NACIONAL	55
Carina Costa dos Santos	
Guilherme Cordeiro da Graça de Oliveira	
A CONTRIBUIÇÃO DO CINEMA NA CONSTRUÇÃO DO TEMA SEXUALIDADE	64
Margareth Costa Neves	
VERIFICAÇÃO DA INTEGRAÇÃO DO BRT COM TREM NA MOBILIDADE URBANA DO RIO DE JANEIRO	70
Eunice Horácio de Souza de Barros Teixeira	
José Arthur d'Oliveira Mussi	
Ronaldo Balassiano	
Rosana Dischinger Miranda	
Victor Rodrigues do Amaral	
TURBIDEZ EM ORGANISMOS AQUÁTICOS: REVISÃO BIBLIOGRÁFICA E SUAS IMPLICAÇÕES LEGAIS	83
Bruno Villardi	
Ghandi Giordano	
Olavo Barbosa	
DINÂMICA E TEMPERATURA: UMA MODELAGEM MATEMÁTICA DE UM BOLHA SONOLUMINESCENTE	93
Vanessa P. Cavalcanti	
Dayse H. Pastore	
Ana L. F. de Barros	
UMA PROPOSTA DE MAPEAMENTO E MODELAGEM DE PROCESSOS COMO REQUISITOS DE NEGÓCIOS	102
Diego Medeiros Santos	
José Luiz Fernandes	
Eduardo Linhares Qualharini	
Andréa Souza da Cunha Fernandes	

APRESENTAÇÃO

Prezados membros da comunidade acadêmica, servidores e pesquisadores do Cefet/RJ e de universidades e escolas do Brasil: é com satisfação que lhes apresentamos mais um número de nossa revista *Tecnologia & Cultura*, dando seguimento a uma trajetória iniciada há 15 anos.

Importante ressaltar que o esforço empreendido nesta gestão, apoiando os grupos de pesquisa e a pós-graduação do Cefet/RJ, produz seus frutos, gerando pesquisa de qualidade e, consequentemente, mais suporte para nossos cursos *lato* e *stricto sensu*, realimentando um círculo virtuoso, com mais produção acadêmica.

Nossa revista faz parte desse processo, divulgando trabalhos de nossos pesquisadores e de universidades irmãs, apresentando a relevância de nossa instituição para o ensino e a pesquisa no Brasil.

Confiamos no aprimoramento da qualidade das publicações científicas de nosso periódico, cuja classificação Qualis aspiramos elevar a fim de alcançar o padrão das melhores revistas acadêmicas brasileiras.

Reforçamos o desejo de que todos os membros da comunidade do Cefet/RJ e de instituições parceiras considerem os trabalhos divulgados e submetam suas pesquisas a futuras edições de nossa revista.

Boa leitura a todos.

Atenciosamente,

Prof. Carlos Henrique Figueiredo Alves/D.Sc.
Diretor-Geral do Cefet/RJ



ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA: APRENDENDO SOBRE ALIMENTOS NA PERSPECTIVA SOCIO-HISTÓRICA DE VYGOTSKY

Emerson Nunes da Costa Gonçalves

André Louzada Silva

Michele Waltz Comaru

RESUMO: Esta foi uma investigação qualitativa, para elaboração, desenvolvimento e avaliação de uma sequência didática (SD), na perspectiva socio-histórica, com o tema “Os alimentos e seus nutrientes” a partir do modelo estrutural de Guimarães e Giordan (2011), desenvolvida com 48 alunos do 8º ano do ensino fundamental numa escola pública estadual, em São Mateus, Espírito Santo. Planejaram-se ações diversificadas, interativas e colaborativas que valorizaram a relação aluno-aluno e destes com o professor, identificando-se que, no seu desenvolvimento, a SD promoveu a ampliação dos saberes sobre nutrientes dos alimentos e a importância da alimentação saudável, considerando-a como uma proposta didática capaz de subsidiar os professores de Ciências das séries finais do ensino fundamental no ensino desse conteúdo curricular.

Palavras-chave: Ensino de Ciências. Práticas didáticas. Alimentos e nutrientes. Sequência didática.

ABSTRACT: This was a qualitative research, to elaborate, development and evaluation of a Didactic Sequence (DS), the socio-historical perspective, with the theme “Food and its nutrients” from the structural model of Guimarães and Giordan (2011), developed with 48 students 8th grade of elementary school in a public school in São Mateus, in the state of Espírito Santo. It was planned diversified actions, interactive and collaborative in valuing student-student and student-teacher, the development of DS promoted the expansion of knowledge about the nutrients in foods and the importance of healthy eating, understanding it as a didactic proposal capable of supporting science teachers of the Final Series of the teaching of this curriculum content.

Keywords: Science education. Teaching practices. Food and nutrients. Sequence didactics.

INTRODUÇÃO

A demanda formativa atual exige do sistema educacional a capacidade de alfabetizar cientificamente todos os cidadãos, entendendo que “[...] a cidadania só pode ser exercida plenamente se o cidadão ou cidadã tiver acesso ao conhecimento (e isto não significa apenas informação) e aos educadores cabe fazer essa educação científica” (CHASSOT, 2014, p. 74).

Lorenzetti e Delizoicov (2001) nos alertam que a escola não ensina aos alunos como conectarem criticamente os conhecimentos curriculares com suas vivências pessoais, de forma que nos é solicitado “[...] propiciar aos alunos a visão de que a Ciência, como as outras áreas, é parte de seu mundo e não um conteúdo separado, dissociado da sua realidade”.

Implica-nos, nesse discurso, que a população em geral é diariamente submetida a situações diversas, utilizando-se de informações científicas para tomadas de decisões sobre assuntos importantes, por exemplo, em discussões públicas, o que, nesse contexto, justifica outras propostas curriculares nas dimensões sociais e pessoais, em prol da sua alfabetização científica (CACHAPUZ et al., 2011, GIL-PÉREZ; VILCHES, 2006 e MARANDINO; KRASILCHIC, 2007).

Vivemos, assim, a necessidade de criarmos, também, outros olhares e posturas na maneira de se ensinar ciência em relação às práticas tradicionais há tempos vigentes. Essa é uma conquista advinda e evidente, principalmente, a partir da década de 1980, pelo surgimento de questionamentos que envolviam uma proposta crítica acerca dos rumos que o mundo tomava no âmbito da ciência e da tecnologia. Essas mudanças foram solicitadas em virtude dos diversos acontecimentos sociais, políticos e econômicos desde os anos de 1970, numa proposta voltada para “Ciência, Tecnologia e Sociedade” (BRASIL, 1998).

No âmbito da alfabetização científica da sociedade e a responsabilidade da escola com essa missão, a partir das aulas sobre ciência, Chassot (2014) nos pergunta sobre quais conteúdos privilegiam essa postura, esclarecendo que é “[...] Sempre temerário fazer-se uma proposta curricular (aqui simplificada *lista de conteúdos*), pois conteúdos (in)adequados se fazem boas ou más propostas de ensino” (CHASSOT, 2014, p. 75, grifo do autor).

A temática “Alimentos e seus nutrientes” é um componente do Currículo Básico Comum das escolas estaduais do Espírito Santo (CBC-ES)

(ESPÍRITO SANTO, 2010) e presente nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs), no eixo “Ser humano e saúde”, que dentre os objetivos apontados para as séries finais (SF) do ensino fundamental (EF) solicita o desenvolvimento de atividades que levem o aluno a “[...] compreender a alimentação humana, a obtenção e a conservação dos alimentos, sua digestão no organismo e o papel dos nutrientes na sua constituição e saúde” (BRASIL, 1998, p. 61), devendo essas sugestões sofrer as devidas adequações e modificações de acordo com a realidade local e a proposta educacional de cada escola (BRASIL, 1998).

Na intenção de colaborar com os professores de Ciências das SF do EF no desenvolvimento dessa temática, foi elaborada, desenvolvida e avaliada uma SD a partir da abordagem socio-histórica (VYGOTSKY, 2007, 2005), objetivando-se entender como as práticas docentes interativas entre aluno-aluno e professor-aluno são capazes de promover esses discentes na construção de conhecimentos sobre a relevância de uma alimentação balanceada, rica nos nutrientes importantes para a obtenção de energia e a manutenção das funções básicas do corpo humano, num processo transformador de indivíduos passivos a sujeitos ativos na construção do conhecimento sobre as questões de bons hábitos alimentares.

OS ALIMENTOS E SEUS NUTRIENTES: POR QUE E COMO ENSINAR?

Dentre os objetivos do ensino de Ciências nas SF do EF, está o de promover ao discente “[...] conhecer o próprio corpo e dele cuidar, valorizando e adotando hábitos saudáveis como um dos aspectos básicos da qualidade de vida e agindo com responsabilidade em relação à sua saúde e à saúde coletiva” (BRASIL, 1998, p. 7).

Dessa forma, na ampla gama de conhecimento que a ciência já produziu sobre o corpo humano, seu desenvolvimento e sua manutenção, as questões alimentares surgem como um dos principais fios condutores dessa discussão que envolve o bem-estar pessoal e coletivo, a partir de hábitos alimentares saudáveis, associados principalmente à frequente atividade física.

Sobre a alimentação humana, Ortigoza (2008) esclarece que a escolha da qualidade e da quantidade do nosso alimento diário deve estar associada a fatores que a tornem equilibrada e balanceada, considerando a harmonia entre eles durante as refeições, sendo que o descuido dessa observação poderia resultar, dentre outros problemas, no aumento do peso corporal

e deficiências nutricionais, o que nos impõe um constante processo de educação sobre o tema.

De acordo com a Política de Educação Alimentar, aprovada pela Portaria nº 710, de 10 de junho de 1999, é necessária a educação alimentar como uma prática intersetorial e multiprofissional, com diversas abordagens educacionais, continuamente, envolvendo, ao longo da vida, de forma significativa e interativa, o comportamento alimentar, grupos populacionais e comunidades diversas (BRASIL, 2013b).

Cabe a nós, então, atentar para o fato de que o ciclo vital do ser humano, em cada uma das suas etapas, tem imprimido aspectos socioculturais traduzidos de cada povo, por seus hábitos e comportamentos, estando a alimentação como um fator biológico comum a todo ser humano, com a necessidade de consumo das substâncias nutritivas básicas (vitaminas e sais minerais, proteínas, carboidratos e lipídios) para o seu devido desenvolvimento (BRASIL, 1998).

Assim, sobre o processo de escolha alimentar, Viana (2002) nos solicita uma análise psicológica e sociocultural, a partir das atitudes, valores culturais e psicossociais que são construídos desde a infância, o que empreenderá diretamente a seleção de alimentos pelo prazer associado ao sabor e hábitos aprendidos na família, além de outros fatores sociais e psicológicos. Dessa forma, o autor nos desloca da valorização biológica e fisiológica da forma de pensar os hábitos alimentares, a nutrição e o próprio alimento para uma proposta antropológica, vislumbrando o homem como um ser indissociavelmente biológico, social, psíquico, afetivo e cultural, o que corrobora, na interpretação de uma educação para a humanidade.

Nessa perspectiva, identificou-se que

[...] na escola a formação para a humanidade deveria centrar-se na recriação da condição humana. Sendo assim um dos objetivos essenciais do processo de ensino é desenvolver nos alunos: a aptidão de contextualizar e integrar saberes; a capacidade de organizar conhecimentos para entender e contextualizar a grande quantidade de informação surgida das práticas humanas; e a capacidade de integrar saberes para que cada aluno seja capaz de recriar sua vida sociocultural natural e afetiva. (ESPÍRITO SANTO, 2010, p. 63).

Surgem, então, alguns questionamentos sobre quais são as concepções dos docentes das SF do EF sobre suas práticas no ensino de Ciências quanto à proposta de um ensino mais humanizado. Sobre a escolha alimentar, que práticas didáticas, nas escolas, valorizam essas questões numa dimensão da relevância social e contextualizada?

Vislumbrou-se nessa discussão que, sobre a prática do professor de Ciências, alguns pontos determinantes apontados por Santos (2012) podem colaborar com essa missão, como

[...] valorizar o papel do professor no processo de aprendizagem, incentivar a interação em sala de aula, reconhecer que o ensino não deve se limitar ao estágio de desenvolvimento que o aluno apresenta naquele momento e realçar a importância da linguagem na apreensão dos conteúdos. (SANTOS, 2012, p. 17)

Para esse autor, esses são direcionamentos para uma prática docente que está fundamentada na teoria socio-histórica de Vygotsky, sinalizando-nos que poucas são as propostas de práticas dessa envergadura possíveis de serem desenvolvidas na sala de aula, e de que a interatividade social é uma necessidade fundamental para o processo de ensino-aprendizagem (SANTOS, 2012).

Desejosos de uma estratégia didática para o desenvolvimento do tema “alimentos e seus nutrientes”, na elaboração da sequência didática, objeto deste estudo, buscamos agregar os valores da abordagem vygotskyana com atividades que estimulassem uma prática diversificada em conteúdos e que promovessem interatividade entre o professor e os discentes, e desses entre si, na intenção do que podemos considerar um processo educacional dialético, contextualizado e eficiente na construção de conhecimento sobre essa temática.

O DESENVOLVIMENTO DO APRENDIZADO NO OLHAR DE VYGOTSKY E DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA CRÍTICA

Desde o início da sua carreira, Vygotsky se apropriava do pensamento marxista como um princípio científico, aplicando o materialismo histórico e dialético na Psicologia, já utilizado por outros teóricos da época. Essa prática a partir das teorias marxistas se apresenta como um resumo preciso da sua teoria sociocultural dos processos psicológicos superiores, por ter sido ele o primeiro a tentar correlacioná-lo às questões psicológicas concretas (VYGOTSKY, 1989).

Os trabalhos de Vygotsky tinham “[...] como principal objetivo, o estudo da gênese dos processos psicológicos tipicamente humanos em seu contexto histórico-cultural” (OLIVEIRA, 2013, p. 103, grifo do autor), elucidando-nos que a essência humana origina-se a partir da interação dialética do homem com o seu meio sociocultural, que ao transformar o meio onde vive na tentativa de atender às suas necessidades,

“[...] ele mesmo se transforma, sofre mudanças” (OLIVEIRA, 2013, p. 104).

De forma ampla, podemos dizer que o desenvolvimento humano se dá em dois níveis: o interpessoal, no qual a criança entra em contato com o ambiente social, e o intrapessoal, em que ela entra em contato com ela mesma, desenvolvendo suas representações mentais influenciadas pela cultura e linguagem, não estando seu desenvolvimento cognitivo separado do contexto social (OLIVEIRA, 2013).

Na infância, durante as observações das ações externas, a criança aprende e por meio da repetição de experiências, ela planeja as suas atividades e simultaneamente pede a ajuda de outra pessoa, caso seja necessário, para resolver o problema, sendo que, para Vygotsky (2007, p. 19), “a capacidade que a criança tem de controlar o comportamento de outra pessoa torna-se parte necessária de sua atividade prática”.

Os estímulos proporcionados à criança em seu desenvolvimento intelectual são determinantes para o seu aprendizado, em que as conexões criadas para o desenvolvimento, por exemplo, da fala, permitem o contato social com outras pessoas e as habilidades conquistadas com o uso de brinquedos e demais objetos facilitam a sua percepção do ambiente (VYGOTSKY, 2007).

Assim, o processo de aprendizagem da fase escolar da criança começa muito antes de ela frequentar a escola, de forma que “[...] qualquer situação de aprendizado com a qual a criança se defronta tem sempre uma história prévia” (VYGOTSKY, 2007, p. 94).

Esse desenvolvimento prévio é classificado por Vygotsky por “nível de desenvolvimento real”, que pode ser definido como o conhecimento que já está consolidado em seu intelecto e que é executado sem nenhum auxílio. Mas aquele conhecimento que ainda não foi apropriado pela criança, que pode ser adquirido dentro ou fora do ambiente escolar, é definido por Vygotsky por “nível de desenvolvimento potencial” e, para alcançá-lo, é necessário percorrer a “zona de desenvolvimento proximal” (ZPD) (VYGOTSKY, 2007).

Com o desenvolvimento da fala, por exemplo, a criança inicia o controle do ambiente em que vive, surgindo então novas relações e um padrão de organização. Por meio do estudo da importância dos estímulos externos para o desenvolvimento do aprendizado, é possível diagnosticar que ele não ocorre da mesma maneira

entre duas crianças de forma que “o fato de a fala ser mais egocêntrica ou mais social depende não só da idade da criança, mas também das condições que a cercam” (VYGOTSKY, 2005, p. 28). Dessa forma, se uma criança teve mais estímulos que outra, deve ter mais facilidade para o aprendizado da fala.

O ambiente escolar deve ser entendido como um espaço rico de diversidade, sendo comum diagnosticarmos alunos que possuem facilidade para o aprendizado de disciplinas que envolvam cálculos, como Matemática, Física ou Química, e outros que possuem melhor desenvoltura para disciplinas da área de humanas, como História e Geografia (BRASIL, 2013a).

Nessa perspectiva, corroboramos com Mattos, Thiengo e Souza (2014, p. 288), quando nos esclarecem que

a vivência coletiva dinamiza o contato entre os seres, propiciando, assim, a criação de um sistema comunicativo que facilite a realização de suas ações sociais. É nesse processo de desenvolvimento que as trajetórias do pensamento e linguagem se unem, e o pensamento se torna verbal, e a linguagem se torna racional.

Assim, a relação entre o aluno e o professor e dos alunos entre si na partilha de vivências durante o processo de ensino-aprendizagem é facilitadora na construção da ZPD dos alunos menos experientes, atingindo um estado maior de entendimento do conhecimento socializado (MATTOS; THIENGO; SOUZA, 2014).

Portanto, partindo da teoria socio-histórica de Vygotsky, entendemos que se faz necessária a construção de instrumentos pedagógicos para o ensino de Ciências, nas SF do EF, que auxiliem os professores dessa disciplina curricular na realização de aulas que vislumbrem a alfabetização científica dos discentes de forma a valorizar suas vivências prévias, num viés colaborativo, tendo o professor como mediador da elaboração e consolidação do conhecimento.

SOBRE AS SEQUÊNCIAS DIDÁTICAS

Contextualizar o ensino de Ciências de forma que o saber científico, as vivências e o cotidiano do aluno estejam relacionados surge como uma possibilidade viável da motivação discente, estimulando-o a uma postura ativa na sua própria construção do aprendizado, de forma que a SD quando elaborada na perspectiva sociocul-

tural é capaz de diminuir os entraves de práticas descontextualizadas, ainda existentes no meio escolar (GUIMARÃES; GIORDAN, 2011).

Essas são considerações definidas, também, por Zabala (1998), almejando, nesse contexto de interações sociais, a possibilidade de ações direcionadas que sejam capazes de promover o aluno de forma conceitual, procedimental e atitudinal, oportunizando-o a sujeito construtivo e não um indivíduo passivo, receptor de informações prontas, estando o professor como agente mediador desse processo.

Para Zabala (1998, p. 140), “[...] nas atividades e nas tarefas que configuram as diferentes unidades de intervenção que definem a prática na aula, trabalham-se conteúdos de aprendizagem distintos e, habitualmente, mais de um conteúdo”, exigindo, então, a sua devida organização, caracterizada na relação e vinculação entre eles.

Com o objetivo de melhorar o ensino da língua francesa, no início dos anos de 1980, onde conteúdos como a ortografia, a sintaxe e as categorias diversas da gramática eram ensinados de forma fragmentada, surgiu, na França, a SD como uma metodologia pedagógica que visou implantar um ensino integrador desses elementos da língua materna, estimulando pesquisas nesse campo do conhecimento (OLIVEIRA, 2013).

Assim, fundamentados no princípio de coesão entre os conteúdos a serem ensinados e de uma prática de ensino contextualizada com as experiências vivenciadas pelos alunos, podemos definir a SD como:

um procedimento simples que compreende um conjunto de atividades conectadas entre si, e prescinde de um planejamento para a delimitação de cada etapa e/ou atividade para trabalhar os conteúdos disciplinares de forma integrada para uma melhor dinâmica no processo ensino-aprendizagem. (OLIVEIRA, 2013, p. 53)

Segundo Oliveira (2013), a técnica da SD já é utilizada em diferentes áreas de conhecimento, apresentando-se como um processo de sistematização do processo ensino-aprendizagem, tendo alguns passos básicos de direcionamentos que devemos considerar, da escolha do tema à delimitação das ações a serem desenvolvidas.

Antes da sua aplicação junto aos discentes, Guimarães e Giordan (2011, p. 5) nos orientam de que a SD deva ser validada, de forma que esse procedimento “busca confirmar que o instrumento possui o desempenho que sua aplicação requer [...]”, além de se objetivar nas garantias de que as intenções de ação propostas na SD este-

jam apoiadas nas teorias e abordagens de ensino, nesse caso, na teoria socio-histórica de Vygotsky.

PERCURSO METODOLÓGICO

Essa foi uma investigação de caráter qualitativo (LÜDKE; ANDRÉ, 1986; WELLER; PFAFF, 2011), na perspectiva da pesquisa-ação colaborativa (COMPIANI, 2015), na qual os pesquisadores vivenciaram o processo de elaboração e desenvolvimento da SD, valendo-se das suas percepções, direcionando suas intenções, também, na tentativa de transformar as práticas institucionais no sentido de que cumpram seu papel de democratização social e política da sociedade (PIMENTA, 2005).

Para elaboração da SD, utilizou-se a proposta pedagógica de Guimarães e Giordan (2011), teoricamente embasados na abordagem socio-histórica (VYGOTSKY, 2005; 2007) para o desenvolvimento do conteúdo curricular “alimentação e saúde”, intitulada “Os alimentos e seus nutrientes: conhecimentos para uma alimentação saudável”, apresentando nove aulas no primeiro semestre do ano de 2016. Dessas, as primeiras oito aulas tiveram duração de 55 minutos; a culminância, na Aula 9, foi um momento coletivo com a comunidade escolar. Participaram 48 alunos do 8º ano das SF do EF, na Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio Pio XII, no município de São Mateus, no Espírito Santo, e os dados coletados e analisados foram obtidos por observação realizada durante o desenvolvimento das aulas propostas e registrados num diário de bordo (PORLÁN; MARTIN, 1997), além dos registros fotográficos (BASSALO; WELLER, 2011).

A SD foi apresentada a duas estagiárias da Universidade Federal do Espírito Santo, *Campus São Mateus*, que acompanhavam os alunos durante esse período letivo, além de dois professores de Ciências, atuantes no EF, validando-a, de acordo com a sua estrutura e organização, com a problematização do tema, com os conteúdos e os conceitos, com a metodologia de ensino e a forma de avaliação. Estão apresentados, no quadro 1, as orientações preliminares da SD, demonstrando o público-alvo, a proposta de problematização e os objetivos gerais.

Quadro 1. Orientações preliminares da Sequência Didática: “Os alimentos e seus nutrientes: conhecimentos para uma alimentação saudável” (público-alvo; problematização; objetivos gerais)

SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Título	Os alimentos e seus nutrientes: conhecimentos para uma alimentação saudável
Público-alvo	Alunos do 8º ano do ensino fundamental.
Problematização	No dia a dia, realizamos diversas atividades que sempre nos requerem dispêndio de energia, por mais simples que possam ser. Essa energia é obtida dos alimentos, bem como os nutrientes variados, caracteristicamente importantes para funções bem específicas na composição do nosso organismo, sendo, além de energéticos, também plásticos ou construtores e auxiliares ou reguladores. Todos nós já ouvimos a frase “Nós somos o que nós comemos”. Entendemos, assim, que quanto melhor for a nossa alimentação, rica dos nutrientes básicos que precisamos para a boa manutenção das nossas atividades vitais, mais saudáveis seremos. Questões de reflexão: 1. <i>Quais são os nutrientes presentes nos alimentos?</i> 2. <i>Todos os alimentos possuem os mesmos nutrientes?</i> 3. <i>Quais são as funções dos nutrientes no nosso organismo?</i> 4. <i>O que é uma alimentação balanceada?</i>
Objetivos gerais	Promover a sensibilização e conscientização dos alunos do 8º ano do ensino fundamental sobre a importância de uma alimentação balanceada e de qualidade, a partir do processo de investigação e práticas educativas socialmente interativas e dialógicas que motivem o processo participativo dos alunos na construção do conhecimento sobre os temas abordados: os alimentos e seus nutrientes.

Fonte: Elaborado pelos autores (2016).

De acordo com as orientações metodológicas para a elaboração da SD (GUIMARÃES; GIOR-DAN, 2011) e a abordagem socio-histórica (VYGOTSKY, 2005; 2007), foram planejadas atividades que promovessem a socialização dos discentes, contribuindo para a construção do conhecimento de forma interativa, entre os alunos e o professor e, principalmente, dos alunos entre si. As atividades foram dispostas a partir de questões problematizadoras do tema geral e de ações investigativas, com seus respectivos objetivos específicos e os conteúdos que se pretendiam, como disposto abaixo, no Quadro 2.

Quadro 2. Organização das atividades propostas da SD “Os alimentos e seus nutrientes: conhecimentos para uma alimentação saudável”

DESCRIÇÃO DAS ATIVIDADES POR AULA

Aula	Objetivos específicos	Conteúdos	Dinâmicas
1	Revisão de conteúdo com o levantamento das informações prévias sobre obtenção de matéria e energia para a composição dos seres vivos	- Seres autótrofos e heterótrofos; - Fotossíntese; - Cadeia alimentar.	Tempestade de ideias
2, 3 e 4	Estimular o processo investigativo	Os nutrientes dos alimentos e suas funções (carboidratos, lipídios, proteínas, vitaminas, sais minerais, água e fibras); Conceito de quilocalorias.	Aula 2. Prática: pesquisando nos rótulos. Aulas 3 e 4. Prática: elaboração de cartazes.
5	Estimular o processo dialógico dos alunos por estímulo a debates sobre os temas abordados	Apresentação dos dados obtidos na pesquisa realizada.	Mesa-redonda
6 e 7	Promover a apropriação de informações básicas sobre as vitaminas	Alimentação balanceada e a importância das vitaminas	Tabela comparativa de vitaminas
8	Criar concepções sobre alimentação saudável	Pirâmide alimentar	Entendendo a pirâmide alimentar
9	Interatividade com a comunidade escolar no processo de construção do conhecimento	Alimentação balanceada – apresentação de alimentos e seus valores nutricionais	Socializando conhecimentos
Avaliação	Em comum acordo com a proposta pedagógica de valoração adotada pela escola.		
Bibliografia	BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. <i>Dez passos para uma alimentação saudável: um guia para o profissional da saúde na atenção básica</i> . 2. ed. Disponível em: < http://www.redeblh.fiocruz.br/media/10palimsa_guiar13.pdf >. Acesso em: 1 nov. 2016. _____. <i>Guia alimentar: como ter uma alimentação saudável</i> . Disponível em: < http://bvsm.sau.gov.br/bvs/publicacoes/guia_alimentar_alimentacao_saudavel.pdf >. Acesso em: 1 nov. 2016. _____. <i>Guia alimentar para a população brasileira</i> . Disponível em: < http://bvsm.sau.gov.br/bvs/publicacoes/guia_alimentar_populacao_brasileira_2ed.pdf >. Acesso em: 1 nov. 2016. Vídeo: [TV TRIBUNA] Nova pirâmide alimentar do brasileiro. Disponível em: < https://www.youtube.com/watch?v=m8AKU2aW2V4&nohtml5=False >. Acesso em 1 nov. 2016. GEWANDSZNAJDER, Fernando. <i>Ciências: nosso corpo – 8º ano</i> . São Paulo: Ática, 2012.		

Fonte: Elaborado pelos autores (2016).

APLICANDO A SEQUÊNCIA DIDÁTICA, ENTENDENDO OS CONTEXTOS

Desde a sua elaboração, alguns questionamentos surgiram sobre o quão necessário seria situar os alunos em relação à conexão dos conteúdos propostos na SD, de forma a levarem em conta seus conhecimentos prévios sobre os processos de obtenção de matéria e energia dos seres vivos, da sua classificação de acordo com esse princípio e de que forma resgatar esses conceitos e aprendizados poderia ser útil no ensino do conteúdo curricular “Alimentos e Nutrientes”.

Na Aula 1, com a atividade “Tempestade de ideias”, a partir da pergunta: “De onde vem a energia presente nos alimentos?”, revisaram-se conceitos, supostamente já construídos no 7º ano, e foram levantadas informações previamente estabelecidas pelos discentes sobre a origem do alimento e a energia presente neles. Para sua realização, os alunos foram dispostos em semicírculo e motivados, a partir do questionamento inicial, a resgatarem os conceitos construídos sobre “seres autótrofos”, “seres heterótrofos” e “fotossíntese”.

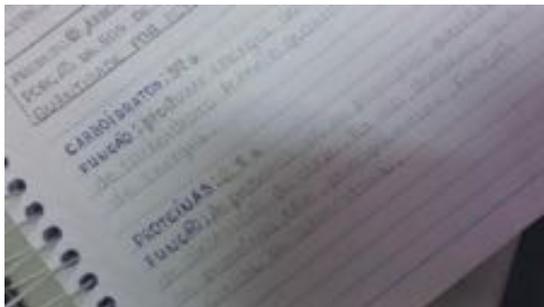
Sobre isso, Zabala (1998, p. 65) esclarece que “Será necessário introduzir atividades que estimulem os alunos a expressar o que pensam sobre o tema tratado, de forma que nos deem pistas acerca dos diferentes níveis de complexidade que deve ter a exposição”. Entende-se, assim, que, nessa primeira aula, o professor, ao valorizar os conhecimentos prévios dos alunos, conseguiu também direcionar com mais destreza as atividades propostas ao longo da SD.

Percebeu-se que, na Aula 1, houve total envolvimento dos alunos, identificando, já na sua disposição, na sala de aula, numa perspectiva não convencional (semicírculo), condição fundamental como ação geradora de descontração e predisposição em interagirem com o professor, corroborando com Zabala, para quem, independentemente do conteúdo ser mais ou menos interessante, isso se efetivará de acordo com a maneira e as características da sua exposição, de forma que “A motivação para a aprendizagem não decorre da sequência em si mesma [...]” (ZABALA, 1998, p. 65).

Na Aula 2, foi realizada uma pesquisa com rótulos alimentícios, objetivando-se promover os discentes à prática investigativa. A partir da análise de rótulos dos diferentes tipos de alimentos que fazem parte da sua dieta alimentar, os alunos foram aguçados para a nomenclatura bioquímica nutricional (carboidratos, lipídios,

proteínas, vitaminas, sais minerais e quilocalorias), conforme Figura 1. Agrupados em duplas, identificaram que não faz parte da rotina dos discentes consultarem os rótulos dos alimentos seja durante a sua aquisição num estabelecimento comercial, seja no consumo destes, demonstrando desconhecimento sobre as nomenclaturas adotadas para especificação dos nutrientes e da quantidade de energia presente nos alimentos.

Figura 1. Atividade proposta na Aula 02. Investigação realizada pelos alunos na segunda aula proposta na SD.



Fonte: Arquivo pessoal dos autores.

Constatou-se que o desenvolvimento da prática de pesquisa sobre os rótulos atingiu seu objetivo ao oportunizar aos alunos o contato analítico dos dados contidos nos rótulos a partir da investigação sugerida, sendo que “[...] o ensino não deve se limitar ao que o aluno sabe, mas que a partir deste conhecimento tem que conduzi-lo à aprendizagem de novos conhecimentos, ao domínio de novas habilidades e à melhora de comportamentos já existentes [...]” (ZABALA, 1998, p. 97).

Com a elaboração e confecção de cartazes, nas Aulas 3 e 4, foram dinamizados grupos de trabalho entre dois e quatro componentes para consolidação dos dados obtidos na pesquisa sobre os rótulos alimentares desenvolvida na Aula 2, com o intuito de socialização numa mesa-redonda (Figura 2).

Figura 2. Atividade proposta nas Aulas 3 e 4. Alunos elaborando cartaz com os dados pesquisados dos rótulos alimentares.



Fonte: Arquivo pessoal dos autores.

Os alunos se mostraram bem dispostos durante todo o processo construtivo de elaboração dos cartazes, identificando-se, da prática, possibilidades de promover os discentes à interatividade entre seus pares, capacidade de planejamento e argumentação em grupo. Percebemos que, com atividades como essas, cria-se “[...] um ambiente seguro e ordenado, que ofereça a todos os alunos a oportunidade de participar, num clima com multiplicidade de interações que promovam cooperação e a coesão do grupo” (ZABALA, 1998, p. 100).

A mesa-redonda, desenvolvida na Aula 5, foi uma prática para socialização dos dados obtidos na pesquisa dos rótulos alimentícios, com exposição dos cartazes produzidos e debate orientado pelo professor (Figuras 3 e 4).



Figura 3. Atividade desenvolvida na Aula 5, mesa-redonda

Fonte: Arquivo pessoal dos autores.

Figura 4. Atividade desenvolvida na Aula 5. Mesa-redonda – grupo de alunos apresentando seus cartazes

Fonte: Arquivo pessoal dos autores.



Figura 5. Atividade proposta nas Aulas 6 e 7. Alunos elaborando uma tabela comparativa sobre as vitaminas.



Fonte: Arquivo pessoal dos autores.

Constatou-se que, durante a realização da mesa-redonda, os alunos se mostraram inibidos, porém, mais desenvolvidos à medida que transcorriam suas apresentações e as devidas inferências do professor, sendo que a prática foi geradora de diálogos esclarecedores sobre a composição nutricional dos alimentos que fazem parte da rotina dos alunos, aguçando-os nessa perspectiva. Sobre isso, Zabala (1998, p. 101) esclarece que “Para isso será imprescindível promover a participação e a relação entre os professores e os alunos e entre os próprios alunos, para debater opiniões e ideias sobre o trabalho realizado e sobre qualquer das atividades que se realizam na escola [...]”.

A partir de pesquisa orientada, na Aula 6, de forma individual, promoveu-se a familiarização dos alunos com as vitaminas presentes nos alimentos, suas fontes principais, funções e doenças causadas por sua carência no organismo. Na Aula 7, foram socializados os dados obtidos, em classe, com organização num quadro comparativo, que foi criado em comum acordo com os próprios alunos e por eles (Figura 5).

Constatou-se, no desenvolvimento dessa atividade, que os alunos tiveram como principal fonte de pesquisa o livro didático. Devido à precariedade da biblioteca e do laboratório de informática, não foi possível utilizar outros meios informativos. Durante a pesquisa, os alunos demonstraram grande dificuldade interpretativa na identificação dos itens elencados para cada vitamina e na elaboração da tabela comparativa desses nutrientes. Sendo, assim, várias vezes necessária a intervenção do professor.

Por fim, foi possível identificarmos que as atividades das Aulas 6 e 7 geraram um grande esforço mental, em que os alunos sentiram necessidade de “[...] fazer perguntas, de questionar suas ideias, de estabelecer relações entre fatos e acontecimentos, de revisar suas concepções” (ZABALA, 1998, p. 99).

Na Aula 7, os alunos mostraram-se predispostos na socialização dos dados obtidos com a investigação realizada na aula anterior, construindo de forma coletiva uma tabela no quadro branco, havendo inferências do professor e dos seus pares, algo que entendemos ter-se motivado na sua participação em vários momentos coletivos que a própria sequência didática possibilitou, como a mesa-redonda, na Aula 5.

A atividade “Entendendo a pirâmide alimentar” teve por objetivo apresentar aos alunos a proposta de uma pirâmide alimentar, demonstrando os alimentos de acordo com sua importância nutricional e suas necessidades em porções alimentares diárias, de forma que os alunos foram solicitados a levarem para a aula recortes com imagens de alimentos para a organização coletiva de uma pirâmide alimentar no quadro branco da sala de aula a partir de colagem com fita adesiva (Figura 6).

Figura 6. Atividade proposta na Aula 8. Construção coletiva de uma pirâmide alimentar.



Fonte: Arquivo pessoal dos autores.

Para Zabala, numa prática pedagógica diferenciada, longe do contexto tradicional de ensino, exige-se que o conjunto de estratégias didáticas ofereça condições para que sejam valorizadas a cultura e as necessidades diversas dos alunos, proporcionando-os “[...] às vezes, desafiar; às vezes, dirigir; outras vezes propor, comparar” (ZABALA, 1998, p. 90), algo constatado na forma de lhes apresentar a pirâmide alimentar, nessa sequência, onde ela não lhe foi oferecida pronta e acabada, mas construída de acordo

com o que vivenciam no seu cotidiano, no que tange sua prática alimentar, de forma a terem vez de fala e a oportunidade de partilhar das diferentes experiências dos seus pares, algo que se reelaborou com a participação do professor.

Os conhecimentos produzidos pelos alunos ao longo das oito aulas desenvolvidas na SD foram socializados num momento de divulgação, que aconteceu na Aula 9, em interatividade com a comunidade escolar no “Dia da família na escola”, ocorrido em 14 de abril de 2016. Essa data é previamente definida no calendário escolar pela Secretaria Estadual de Educação do Estado do Espírito Santo – SEDU (Figura 7). Percebeu-se que esse momento foi muito importante como desfecho da SD, constatando-se a satisfação dos alunos ao apresentarem os conhecimentos construídos ao longo da realização das atividades desenvolvidas. Identificou-se, nesse processo de socialização com a comunidade escolar, um momento imprescindível para que os alunos demonstrassem as apropriações que tiveram durante toda a realização da SD, questão ressaltada por Zabala (1998).

Figura 7. Atividade proposta para a Aula 10. Socialização de conhecimentos consolidados.



Fonte: Arquivo pessoal dos autores.

O processo avaliativo aconteceu ao longo da realização de toda a SD, tendo sido esclarecidos aos alunos os requisitos solicitados, especificando parâmetros pertinentes quanto à participação e envolvimento nos trabalhos e das construções elaboradas – pesquisa orientada e produção de cartazes (Aulas 1, 2, 3 e 4); apresentação na mesa-redonda (Aula 5); participa-

ção nos debates (Aulas 1, 5, 8 e 9); construção da pirâmide alimentar (Aula 8); envolvimento na socialização dos conhecimentos no “Dia da família na escola” (Aula 9). Coube ao professor, levando em consideração as diretrizes avaliativas do regimento escolar, adequar a devida valoração de cada item de forma pertinente à sua realidade e pactos pedagógicos instituídos na escola junto ao apoio pedagógico.

Levando-se em consideração que “no processo social de ensino e aprendizagem, partilhado entre professor e aluno, também entre aluno e aluno, abre-se a possibilidade de a interação facilitar a construção da ZDP do aluno menos experiente para que alcance um estado superior de entendimento dos conhecimentos compartilhados” (MATTOS; THIENGO; SOUZA, 2014, p. 291), caracterizamos que as ações propostas dinamizaram a rotina da sala de aula em prol dessa interatividade, observado nas atividades realizadas coletivamente.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A SD ampliou os conhecimentos dos alunos no desenvolvimento da temática “Os alimentos e seus nutrientes”, sendo que sua fundamentação a partir da abordagem socio-histórica foi capaz de gerar condições eficazes para a promoção conceitual, procedimental e atitudinal dos alunos como solicitado por Zabala (1998). As atividades coletivas foram geradoras de grande interatividade entre os discentes, vislumbrando que, para o sucesso dos objetivos traçados, houvesse, principalmente, total envolvimento e atenção do professor. Coube ao professor perceber-se como um agente mediador de apropriações dos conteúdos pretendidos, além de entender o conjunto de ações propostas, as atividades elaboradas e desenvolvidas dessa SD, como um processo participativo, interativo, colaborativo, dinâmico e contextualizador da realidade dos alunos. Evidenciou-se também que, mais importante do que a sofisticação dos recursos didáticos para o desenvolvimento do conteúdo proposto, bem como aparatos educacionais tecnológicos não apresentados na sua elaboração e realização, foi o planejamento de atividades que estimularam a construção coletiva de conhecimento entre os discentes e destes com o professor, superando a falta de recursos que, na maioria das vezes, aflige as escolas públicas.

REFERÊNCIAS

- BASSALO, L. M. B.; WELLER, W. Imagem fotográfica: registros de visões de mundo. In: XV CONGRESSO BRASILEIRO DE SOCIOLOGIA, jul. 2011, Curitiba.
- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. *Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais da Educação Básica*. Diretoria de Currículos e Educação Integral. Brasília: MEC, SEB, DICEI, 2013a. 562p. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=15548-d-c-n-educacao-basica-nova-pdf&Itemid=30192>. Acesso em: 20 nov. 2016.
- _____. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. *Política Nacional de Alimentação e Nutrição*. Departamento de Atenção Básica. Brasília: Ministério da Saúde, 2013b. 84 p. Disponível em: <http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/politica_nacional_alimentacao_nutricao.pdf>. Acesso em: 1 jun. 2016.
- _____. Secretaria de Educação Fundamental. *Parâmetros curriculares nacionais: Ciências naturais*. Brasília: MEC/SEF, 1998. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/ciencias.pdf>>. Acesso em: 1 jun. 2016.
- CACHAPUZ, Antônio et al. *A necessária renovação do ensino das ciências*. 3. ed. São Paulo: Cortez, 2011.
- CHASSOT, A. *Alfabetização científica: questões e desafios para a educação*. 4. ed. Ijuí: UNIJUÍ, 2014.
- COMPIANI, M. Como o projeto Ribeirão Anhumas na escola desenvolveu a pesquisa na prática docente. In: COMPIANI, M. (Org.). *Ribeirão Anhumas na Escola: pesquisa colaborativa entre Escola e Universidade gerando conhecimentos contextualizados e interdisciplinares*. 3. ed. Curitiba: CRV, 2015. p. 17-39.
- ESPÍRITO SANTO. Secretaria da Educação. *Currículo Básico Comum: Séries Finais, Ciências da Natureza*. Vitória: SEDU, 2010.
- GIL-PÉREZ, D.; VILCHES, A. Educación ciudadana y alfabetización científica: mitos y realidades. *Revista Iberoamericana de Educación*. N.º 42 (2006), p. 31-53. Disponível em: <<http://rieoei.org/rie42a02.htm>> Acessado em 21 nov. 2016.
- GUIMARÃES, Y. A. F.; GIORDAN, M. *Instrumento para construção e validação de sequências didáticas em um curso a distância de formação continuada de professores*. In: VIII ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 2011, Campinas.
- LORENZETTI, L.; DELIZOICOV, D. Alfabetização científica no contexto das séries iniciais. *Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 3, n. 1, jun. 2001. Disponível em: <[https://disciplinas.stoa.usp.br/pluginfile.php/165076/mod_resource/content/1/Lorenzetti%20e%20Delizoi-cov%20\(2001\)%20Alfabetiza%C3%A7%C3%A3o%20cient%C3%ADfica%20no%20contexto%20das%20s%C3%A9ries%20iniciais.pdf](https://disciplinas.stoa.usp.br/pluginfile.php/165076/mod_resource/content/1/Lorenzetti%20e%20Delizoi-cov%20(2001)%20Alfabetiza%C3%A7%C3%A3o%20cient%C3%ADfica%20no%20contexto%20das%20s%C3%A9ries%20iniciais.pdf)>. Acesso em: 21 nov. 2016.

- LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. *Pesquisa em educação: abordagens qualitativas*. 1. ed. São Paulo: EPU, 1986.
- MARANDINO, M.; KRASILCHIK, M. *Ensino de ciências e cidadania*. 2. ed. São Paulo: Moderna, 2007.
- MATTOS, L.; THIENGO, E. R.; SOUZA, M. A. V. F. O processo de desenvolvimento da mente e algumas relações com a aprendizagem à luz da teoria vygotskyana. In: SOUZA, M. A. V. F.; SAD, L. A.; THIENGO, E. R. *Aprendizagem em diferentes perspectivas: uma introdução*. Vitória: Ifes, 2014. p. 281-307.
- OLIVEIRA, M. *Sequência didática interativa: no processo de formação de professores*. Petrópolis, RJ: Vozes, 2013.
- ORTIGOZA, S. A. G. Alimentação e saúde: as novas relações espaço-tempo e suas implicações nos hábitos de consumo de alimentos. *Ra'ega – O Espaço Geográfico em Análise*, v. 15, 2008. Disponível em: <<http://revistas.ufpr.br/raega/article/viewArticle/14247>>. Acesso em: 1 jun. 2016.
- PIMENTA, S. G. Pesquisa-ação crítico-colaborativa: construindo seu significado a partir de experiências com a formação docente. *Educ. Pesqui.* São Paulo, v. 31, n. 3, p. 521-539, Dec. 2005. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1517-97022005000300013&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 10 ago. 2016.
- PORLÁN, R.; MARTÍN, J. *El diario del profesor: un recurso para la investigación en el aula*. Sevilla: Díada, 1997. In: SANTOS, E. I. S. *Ciências nos anos finais do ensino fundamental: promoção de atividades em perspectiva socio-histórica*. 1. ed. São Paulo: Editora Anzol, 2012.
- VIANA, Victor. Psicologia, saúde e nutrição: contributo para o estudo do comportamento alimentar. *Aná. Psicológica*, Lisboa, v. 20, n. 4, p. 611-624, nov. 2002. Disponível em: <http://www.scielo.mec.pt/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0870-82312002000400006&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em: 20 nov. 2016.
- VYGOTSKY, L. S. *A formação social da mente*, 3. ed. São Paulo: Martins Fontes, 1989.
- _____. *A formação social da mente*. 7. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2007.
- _____. *Pensamento e linguagem*. 3. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2005.
- WELLER, W.; PFAFF, N. *Metodologias da pesquisa qualitativa em educação: teoria e prática*. 2. ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2011.
- ZABALA, A. *A prática educativa: como ensinar*. Porto Alegre: Artmed, 1998.

DADOS DOS AUTORES

Emerson Nunes da Costa Gonçalves (mesonbio@gmail.com), mestre em Educação em Ciências e Matemática, Secretaria Municipal de Educação de São Mateus – SME-SM/ES, Formação de Professores – Ciências.

André Louzada Silva (andre.louzada@ig.com.br), mestre em Educação em Ciências e Matemática, EEEM Professor Agenor Roris.

Michele Waltz Comaru (mcomaru@ifes.edu.br), doutora em Ensino de Ciências (Fiocruz/RJ).

DO DESENHO INFANTIL À PRODUÇÃO DO CONCEITO CIENTÍFICO NA ADOLESCÊNCIA

Valmir Sbano

Luiza Oliveira

Rose Latini

Maria Bernadete Pinto dos Santos

RESUMO: A constatação de Vigotski, do corrente abandono do desenho pelo sujeito na sua chegada à puberdade, suscitou a questão central deste artigo – as relações entre o desenvolvimento do sujeito, do desenho e da aprendizagem no ensino de ciências. Com apoio em Vigotski, sustentamos que este abandono corriqueiro se deve, fundamentalmente, (1) ao desenvolvimento do pensamento pela escrita e (2) ao descompasso no desenvolvimento micro e sociogenético entre novas estruturas do pensamento e o advento de novas motivações púberes. Assim como os casos de exceção, caracterizados como “talentosos”, o corriqueiro abandono do desenho se deve à nova exigência vivida pelo sujeito púbere: fazer sentido e dar sentido a partir do que inicialmente carece de sentido. O sujeito que atravessa a passagem da infância à adolescência, mantendo-se desenhando, testemunha, de certo modo, seu desenho em alguma apreensão do alfabeto visual, feito estruturalmente equiparável ao que faz o advento do conceito na puberdade. Equiparável também ao que fez o advento do conceito científico na fundação das ciências.

Palavras-chave: Vigotski. Desenho. Desenvolvimento. Ensino de Ciências.

ABSTRACT: In this article the central question – the relationship between the development of the subject, drawing and learning in science education – according to Vygotsky is the common abandonment of drawing by the subject on onset of puberty. Basis in Vygotsky, we maintain that this commonplace abandonment is due mainly: 1) the development of thought by handwriting and (2) to the mismatch in the development, microgenetic and sociogenetic between new structures of thought and the advent of new pubescent motivations. As well as cases of exception, characterized as “talented”, the common abandonment of drawing is due to the new demand experienced by the pubescent subjects: to make sense and make sense out of what initially lacks of meaning. The subject who crosses the passage from childhood to adolescence, keeping up drawing, witness somehow sustain its draw in some apprehension of the visual alphabet made structurally comparable to what makes the concept of the advent of puberty. Also comparable to what achievement the advent of the scientific concept at the foundation of science.

Keywords: Vygotsky. Drawing. Development. Science education.

INTRODUÇÃO

O desenvolvimento da imaginação e a imaginação no desenvolvimento subjetivo têm, segundo Vigotski, um papel preparatório imenso na formação do sujeito.

De fato, a *História do desenvolvimento das funções psíquicas superiores* concluirá, amparada por pesquisas da psicologia histórico-cultural do desenvolvimento infantil, que a própria liberdade, subjetiva e intelectual, não é um princípio eterno que empurra adiante o sujeito ao seu pleno desenvolvimento, mas, antes, um permanente e renovado *resultado* da interação dialética entre a imaginação e o pensamento, por mediação da cultura e da linguagem (TOASSA, 2004).

Na obra que nos interessa trabalhar aqui, *Imaginação e Criação na Infância* (2010), Vigotski postula, primeiramente, que a mais básica atividade infantil, rente à percepção e à memória, conta já com a participação de alguma atividade criadora e imaginativa; que esta atividade não é, portanto, privilégio milagroso de alguns poucos gênios. Reciprocamente, a atividade imaginativa vai conquistando um ascendente enriquecimento, em diálogo com a experiência e com o pensamento, por mediação do outro social.

Não obstante seu compromisso estreito com o marxismo dialético, ou exatamente por isso, a obra de Vigotski é rigorosamente uma obra de psicólogo. Isto é, não lhe falta aquele sensível acolhimento das inconsistências lógicas e axiológicas desse sujeito, prometido por seu círculo social e formação cultural à liberdade criativa e à ciência, mas que vai nascendo aos poucos para o conhecimento e para a liberdade que ele próprio reinventará no processo de sua própria caminhada cultura adentro. O sujeito-criança precisa do outro social para chegar às coisas (precisa da educação) e, também, deste outro para chegar às suas maiores realizações de sujeito, em si mesmo e por si mesmo. É assim também, por trazer essa perspectiva concreta e desidealizada, que Vigotski nos diz que a imaginação da criança é mais pobre que a imaginação do adulto¹; e que o encontro dialético entre imaginação e pensamento formal, a partir da puberdade, provoca ordinariamente na vida adulta, para a maioria dos sujeitos, uma curva decrescente da imaginação.

Chega, enfim, à constatação cruel do abandono do desenho, tão satisfatório na primeira infância. Abandono do desenho em favor da escrita, por ocasião do advento dessa mesma puberdade.

Foi esse ponto que despertou as questões que fizeram nascer este nosso artigo: por que há esse recorrente abandono do desenho na puberdade em favor da escrita? O que a puberdade tem de peculiar para induzi-lo? Qual o papel da educação nesse abandono?

Curiosamente, a resposta que encontramos em Vigotski trouxe novas luzes sobre o papel do ensino de ciência na puberdade.

Para chegar até lá, retomemos o fio da gênese subjetiva da imaginação em torno do desenho, narrado por nosso autor, para então apresentarmos nossa questão e leitura.

DA IMAGINAÇÃO PARA TODOS À CRIATIVIDADE FIGURATIVA DE APENAS ALGUNS

O livro *Imaginação e criação na infância* é um dos mais controversos da obra de Vigotski. O caráter polêmico do livro não se dá apenas porque o autor dá à imaginação função na experiência estética de produção de novas formas de vida (singular), diante das condições objetivas, do modo de apropriação da cultura (universal), diferente dos sentidos comuns da imaginação no início do século XX, mas, também, porque o texto revela falas de Vigotski apresentadas, por volta de 1930, em palestras para pais e professores. Longe do campo circunscrito pelo discurso acadêmico, o psicólogo russo foi didático, mas, em muitos momentos, não explicitou os postulados fundamentais de sua obra (SMOLKA, 2010). Isso faz com que receba críticas sobre a apresentação de uma visão naturalista/maturacionista que se distancia da abordagem histórico-cultural que aporta sua obra.

Já nos capítulos iniciais, Vigotski enfatiza a imaginação como uma atividade humana, que não é dada *a priori*, mas desenvolvida pela experiência, pela cultura. Evidencia a imaginação como um processo que se constrói de materiais hauridos da realidade, mas que precisa tomar uma forma na produção coletiva. É isso que explicita que o processo de subjetivação na obra de Vigotski é cultural e retorna ao real, pois a apropriação do sujeito transforma a cultura.

Vigotski segue tratando especificamente da criação literária na idade escolar para afirmar que o domínio da escrita constitui um momento fundamental para o desenvolvimento infantil. Ao abordar a criação teatral, Vigotski, nesse texto especificamente, tangencia a importância da narrativa, do faz de conta e da brincadeira no desenvolvimento infantil.

¹ Curiosamente, a introdução de outra edição da mesma obra em português (VIGOTSKI, 2014), escrita pelo tradutor, "citará" esta passagem corrigindo-a (!): "Esclarecemos que 'a imaginação da criança não é mais pobre nem mais rica do que a do adolescente ou do adulto', refere Vigotski..." (p. XIII).

Vygotski finaliza analisando a função do desenho no desenvolvimento infantil. Escolhemos esta última para elaborar a questão central deste artigo, pois o autor apresenta proposta instigante sobre a relação entre imaginação, desenho e realidade: “A atividade de imaginação, na forma como se manifestava na infância, retrai-se na adolescência” (VIGOTSKI, 2010, p. 48). Essa afirmação nos permitirá discutir as relações entre pensamento e linguagem, a partir da análise do desenvolvimento do desenho infantil, trazendo à tona, assim, a questão que perpassa todo o livro – o drama do desenvolvimento humano.

ABANDONO DO DESENHO

Vygotski constata o abandono do desenho para o sujeito que não mais se satisfaz com ele, não mais encontra nele sua expressão. Tal abandono é decorrente da constituinte dinâmica inter-relacional do desenvolvimento do sujeito e das inter-relações sociogenéticas entre imaginação e pensamento formal. É muito importante discutir esse ponto, pois, pertinente e fecundamente, muitos pesquisadores e educadores vêm destacando a importância do acolhimento do desenho infantil na educação, nas escolas e nas famílias (ALEXANDROFF, 2010). Muitos vêm inclusive denunciando o descuido, a inibição e, até mesmo a repressão exercida nas escolas contra a atividade plástica da criança, por educadores que se obcecaram numa estreita alfabetização, tratando o desenho como dispensável ou até como um obstáculo (GOLDBERG; YUNES; FREITAS, 2005).

Ora, a obra de Vygotski, e também de outros psicólogos do desenvolvimento, vem justamente sendo invocada para retificar essa posição e concepção equivocadas sobre o desenho na infância, e até mesmo na puberdade; vem sendo invocada no fomento de novas práticas institucionais, a contrapelo das que cercam e cerceiam o desenho infantil.

Considerando-se que a escrita não é mera atividade motora, nem mera transcrição da fala, mas um próprio modo novo de representar e construir objetos – o desenho, como atividade de representação e simbolização, e não mera cópia da percepção, vem se oferecer como escalão anterior necessário para construir a representação e a simbolização pela escrita (VIGOTSKI, 2007). Sobre isso, afirma Alexandroff (2010, p. 35):

Vygotsky critica a ênfase do ensino da escrita apenas como habilidade motora: “Ensina-se as crianças a desenhar letras e construir palavras com elas, mas não se ensina a linguagem escrita. Enfatiza-se de tal forma a mecânica de ler o que está escrito que se acaba obscurecendo a linguagem escrita como tal”... O aprendizado da escrita é, portanto, entendido por Vygotsky, como um processo longo e complexo que é iniciado pela criança “muito antes da primeira vez que um professor coloca um lápis em sua mão e mostra como formar letras” (Vygotsky L.S et. al., 1989, p.143). Para o autor, o aprendizado da linguagem escrita envolve a elaboração de um sistema de representação simbólica da realidade, e Vygotsky afirma que há uma espécie de continuidade entre as diversas atividades simbólicas: gesto, desenho e brinquedo. Nestas atividades os signos representam significados e, por isso, contribuem para o processo de apropriação da linguagem escrita.

Apesar disso, as evidências trazidas por tantos pesquisadores – psicólogos, educadores e outros – é suficiente para afirmarmos que ainda sobre o desenho infantil um desconhecimento de sua importância e uma negligência, entre educadores, cuidadores e até pesquisadores, quanto ao seu acolhimento como voz das crianças (DOMINGUEZ; TRIVELATO, 2014).

Vygotski, seus escritos o testemunham, não ignorava esse desafio, esse campo sombrio a iluminar. Entretanto, aponta também que: (1) vem se interpor entre a criança e o desenho o seu próprio desenvolvimento, particularmente o desenvolvimento do (*sic*) “pensamento racional” – e vemos aí a participação da internalização, via escola, da letra, da conceitualização e da formalização que ela carrega, no desenvolvimento subjetivo; (2) vem se interpor entre a criança e o desenho o desencadeamento da situação subjetiva púbere. Isto é, mesmo sem o assalto ou o atropelo de uma intervenção antidesenho, por descuido ou brutalidade, há de algum modo, nessa fase do desenvolvimento sociogenético, uma inclinação ao abandono do desenho. Em primeiro lugar, não é (ao menos não necessariamente, e não deve sê-lo pedagogicamente) o adulto ou o educador que passam a recusar o desenho infantil do púbere; é ele mesmo que o recusa. Ou seja, são seus novos ideais, e a escrita tem a ver com isso, são seus novos interesses, bem como a puberdade tem a ver com isso e também o desenvolvimento desigual de suas novas habilidades e interesses, como o veremos mais abaixo, que o recusam ou o inibem (VIGOTSKI, 2010).

Vygotski, então, constata: o sujeito, chegando à puberdade, rearticulando e refundando o pensamento pelo desdobrar do letramento², não busca mais se exprimir por desenhos, prefe-

² O conceito do termo “letramento” foi introduzido na grande literatura da Educação, no Brasil, desde 1980; ao mesmo tempo que conceitualização e discussão similares se davam na França em torno do termo *illettrisme*, e em torno do termo *literacia*, em Portugal (SOARES, 2004). Entende-se que letramento se distingue de alfabetização, na medida em que este processo se define por uma decodificação, fonemática, e uma codificação, em letras. Enquanto o letramento, contando com a alfabetização, ao mesmo tempo que a viabiliza, é um processo bem mais amplo, implicando a instalação de habilidades múltiplas de ler, interpretar e produzir textos, de diferentes gêneros, em conformidade com o que nossa cultura espera (SANTOS, 2007). Quando adjetivado (letramento digital, visual etc.), esse conceito toma novas facetas, derivadas desta que envolve um contraponto e um complemento à alfabetização escolar.

re a escrita. Mais ainda: apenas alguns, “os mais talentosos” (VIGOTSKI, 2010, p. 50-51), continuam a se exprimir pela figuração do traço.

Mas como entendê-lo? Como entender o recurso plástico, o talento destes poucos? Como e por que o fazem estes? Não caberia uma indicação de gênese e/ou da estrutura desse talento?

Vigotski dá a entender que esse talento equivale à internalização e à precipitação microgenética das técnicas de desenho artístico, cujo manejo falta ao desenho infantil espontâneo: “Apenas algumas crianças continuam a desenhar, sobretudo os mais talentosos nesta atividade ou quando estimulados a isso pelas condições exteriores, como, por exemplo, através de aulas especiais de desenho etc.” (VIGOTSKI, 2010, p. 113).

Mas, ainda assim, como entendê-lo? Em que a apropriação dessas técnicas permite fazer persistir o desenho na recém-chegada “era da letra”, era da lógica e do conceito, era de sutis distinções verbais e de nuançadas expressões pela escrita? Qual a compatibilidade estrutural entre (1) este desenho (enriquecido sócio e/ou microgeneticamente, entre “os mais talentosos”), que se mantém como expressão, para alguns, e (2) a ampliação do “pensamento racional” e da escrita, que se dá na mesma fase?

A fim de dar sentido à questão central deste artigo – o abandono do desenho em favor da escrita – interessa-nos, então, primeiramente, analisar este ponto: que propriedades da técnica do desenho adulto, artístico ou técnico, já apreendidas pelo menos em parte por alguns, permitem, a esses púberes, ditos mais talentosos, manter uma relação de expressão, comunicação e simbolização pelo ato de desenhar?

AS ETAPAS DO DESENHO INFANTIL E A ALFABETIZAÇÃO VISUAL IMPLÍCITA NO DESENHO NÃO INFANTIL

Vigotski descreve fases do desenvolvimento do desenho, a partir do estabelecimento de diálogos com psicólogos, educadores e artistas de seu tempo, que, por motivos diversos, interessaram-se pela análise de um tipo de criação humana – o desenho. O psicólogo russo, por vezes, no livro *Imaginação e criação na infância*, afirma a fala naturalista de seus interlocutores. Porém, segundo Smolka (2010), há a possibilidade, no próprio texto de Vigotski, de outra interpretação teórica, diríamos mesmo epistemológica, devido à evidência dada ao

método do materialismo dialético, quando trata dos vínculos entre pensamento e linguagem no desenvolvimento do desenho na infância e na adolescência.

A divergência anunciada acima configura uma questão central dos estudos atuais sobre a obra de Vigotski, que versa sobre a constituição do sujeito. Há diferentes interpretações da obra do autor, e, neste artigo, aproximamo-nos dos comentadores que dão ênfase à relação dialética das dimensões intra e interpsicológica (SMOLKA, 2010; MOLON, 2010). Inicialmente, o diálogo de Vigotski é com Kerschensteiner, a fim de estabelecer as fases do desenvolvimento do desenho. Na fase inicial, que podemos denominar “desenho de memória”, a criança “[...] desenha de memória e não de observação [...] ela desenha o que sabe sobre a coisa; o que lhe parece mais essencial na coisa, e não aquilo que vê ou que imaginaria sobre as coisas” (VIGOTSKI, 2010, p. 107). A criança faz, como diz Vigotski, o que é mais fácil e mais cômodo para ela.

Ainda comentando esta fase, ao interagir com as produções de Bühler, Vigotski faz uma afirmação que o traz inteiramente para o campo da abordagem histórico-cultural, pois insere a discussão na ordem da relação dialética entre pensamento e linguagem. Ela desenha o que sabe sobre o fenômeno e não efetivamente o que vê.

Segundo Vigotski, o desenho da criança nessa fase é narração gráfica sobre o objeto representado. “Enquanto desenha, a criança pensa no objeto que está representado, como se estivesse falando dele. Em sua narração oral, ela não é fortemente constrangida pela continuidade temporal ou espacial do objeto e, por isso, pode, com determinados limites, captar quaisquer particularidades ou ignorá-las [...]” (VIGOTSKI, 2010, p. 109). Os primeiros traços são, portanto, nomeados posteriormente pela linguagem verbal; é a forma verbal que dá significado à atividade realizada. Vigotski (2007) chama esse processo de *simbolismo de primeira ordem*, pois, nessa fase da elaboração do desenho, a memória infantil não propicia uma cena objetiva das imagens “percebidas”, mas julgamentos já investidos pela fala. A criança, na fase inicial, que Vigotski chama de “desenho de memória”, desenha contando uma história. Não há como negar que há aí certo grau de abstração e que as linhas de um desenho são narração gráfica, um estágio preliminar no desenvolvimento da escrita. Tal como a escrita, o desenho é uma fala “sem”, dirigida a uma pessoa ausente ou imaginária. Nesse estágio do desenho, o do

simbolismo primário, há necessidade de uma ação analítica deliberada por parte da criança, tal como na escrita; o que não é exigido na fala, pois, nesse processo, “a criança mal tem consciência dos sons que emite e está bastante inconsciente das operações mentais que executa” (VIGOTSKI, 2003, p. 124). No desenho, precursor da escrita, há uma relação com a fala interior que é diferente da relação com a fala oral, que precede àquela no desenvolvimento humano. O desenho segue a fala interior, tal como a escrita. No entanto, a fala interior é condensada e abreviada. O desenho e a escrita, para se tornarem inteligíveis, precisam explicar o fenômeno, a situação. Vejamos a fala de Vigotski (2003, p. 125) sobre a linguagem escrita que nos ajuda a pensar o que o autor reserva ao primeiro estágio do desenvolvimento do desenho:

Todos esses traços da linguagem escrita explicam por que o seu desenvolvimento na criança em idade escolar fica muito atrás daquele da fala oral. A discrepância é causada pela proficiência da criança na atividade espontânea e inconsciente, e pela sua falta de habilidade para a atividade abstrata, deliberada.

Para entendermos melhor essa discussão, é preciso fazer referência aos estudos de Vigotski (2003) sobre as raízes do pensamento e da fala, que, segundo o autor, diferem, pois, inicialmente, o pensamento é não verbal e a fala é não racional, embora se encontrem a partir de determinado momento, o que torna a fala intelectual e o pensamento, verbal. Inicialmente, para a criança, a palavra é uma propriedade do objeto; podemos notar isso na primeira fase do desenvolvimento do desenho. É um período de domínio da estrutura externa do signo. Vigotski (2003, p. 62) conclui que:

[...] a fala interior se desenvolve mediante um lento acúmulo de mudanças estruturais e funcionais; que se separa da fala exterior das crianças ao mesmo tempo em que ocorre a diferenciação das funções social e egocêntrica da fala; e, finalmente, que as estruturas da fala dominadas pela criança tornam-se estruturas básicas de seu pensamento.

A fala mais primitiva da criança é essencialmente social, portanto, global e multifuncional. Só posteriormente torna-se diferenciada e vai, então, internalizando-se.

O desenho tem seu início, tal como a escrita, quando a linguagem falada já está desenvolvida e é habitual na vida da criança. Vigotski diz mais:

o desenho é um estágio preliminar no desenvolvimento da linguagem escrita [...] notemos que quando uma criança libera seus depósitos de memória através do desenho, ela o faz à maneira da fala, contando uma história. A principal característica dessa atitude é que ela contém certo grau de abstração [...] (VIGOTSKI, 2010, p. 136).

Num segundo estágio do desenvolvimento do desenho infantil, temos o que, segundo Vigotski, pode ser denominado “estágio do surgimento do sentimento da forma e da linha”. A criança enumera não apenas aspectos concretos do objeto, mas, também, as inter-relações formais das partes. Mas há uma mistura da representação formal com a esquemática. É uma representação de segunda ordem, segundo Vigotski (2007). “São ainda desenhos esquemas – e, por outro lado, encontramos rudimentos de representação parecida com a realidade. Esse estágio bem maior de detalhes, por uma disposição verossímil de partes isoladas dos objetos [...]” (VIGOTSKI, 2010, p. 110).

O terceiro estágio é o da “interpretação verossímil”, pois o esquema desaparece por completo do desenho infantil. Ainda não há a transmissão da perspectiva, da plasticidade do objeto, que é ainda delimitado pelo plano, mas é próximo de sua verdadeira aparência. O desenho está muito mais próximo da verdadeira aparência do objeto. Neste desenho, vemos uma disposição bem mais verossímil da realidade. Do ponto de vista da abordagem histórico-cultural, desenhar implica a inserção nas práticas sociais e a elaboração das funções psicológicas superiores, relacionadas ao modo de operar com os signos.

No início, a criança pensa lembrando; posteriormente, a percepção vai se tornando verbalizada, transformando, assim, a atenção e a memória.

O quarto estágio é o da “representação plástica”. “As observações experimentais demonstram que o desenho de observação, a representação real do objeto, é apenas o estágio superior e último no desenvolvimento do desenho infantil: é um estágio que somente poucas crianças atingem” (VIGOTSKI, 2010, p. 113). Diante disso, há duas questões que perpassam o livro *Imaginação e criação na infância*: o desenho morre naturalmente na idade de transição? Como devemos lidar com esse processo, esse período?

Nos textos de Vigotski, tanto aqueles que compõem o livro em que se baseia esta discussão, quanto os que estão no livro *A formação social da mente*, a problematização da transição entre a infância e a adolescência diante da

elaboração do desenho é discutida a partir da importância do ensino para a aproximação de recursos e técnicas construídas historicamente. Para Vigotski, o conhecimento e o domínio desses recursos e técnicas permitem a criação de novas formas e de novas relações. “[...] para o adolescente já não basta uma atividade de uma imaginação criadora; ele não se satisfaz com um desenho qualquer para contemplação de sua imaginação criadora, precisa adquirir habilidades e conhecimentos especiais e profissionais [...]” (VIGOTSKI, 2010, p. 117-118).

Imaginação criadora e atividade produtiva são conceitos relacionados na obra de Vigotski. É o domínio da técnica que pode promover transformação qualitativa no desenvolvimento do sujeito. Nas crianças mais novas, a apresentação de dificuldades técnicas pode conter momentaneamente a criação, mas, na adolescência, essas limitações elevam a atividade criativa (VIGOTSKI, 2010). “Quase cem anos depois, vivenciamos determinadas condições de vida, de conhecimento e desenvolvimento da tecnologia que viabilizam novas formas de objetivação da experiência. Criamos novas linguagens e aprendemos novos modos de dizer” (SMOLKA, 2010, p. 122).

No estágio final do desenvolvimento do desenho, o da representação plástica, há uma predominância da visão no processo de conhecer o mundo, como afirma Vigotski: “é a vitória completa da orientação visual pura na percepção do mundo” (2010, p. 114). Porém, segundo Smolka (2010), do ponto de vista da abordagem histórico-cultural, esse domínio da visão significa que a apreensão sincrética e globalizada da criança vai se tornando cada vez mais analítica com a emergência da linguagem. Assim, para desenhar copiando objetivamente a realidade supõe-se o distanciamento do objeto, o direcionamento do olhar, o controle da ação. Há um retorno à simbolização de primeira ordem, mas diferente daquela simbolização primária do estágio inicial do desenvolvimento do desenho, pois o distanciamento do objeto no último estágio significa observação analítica e não sincrética.

O desenho não infantil, enfim, aquele que poderá ainda ser meio de expressão para um púbere, seria aquele que fosse *instruído* ou *capturasse já* o “alfabeto visual” do desenho (DONDIS, 1991). Pode-se falar de um alfabeto visual do desenho, bem como de técnicas, porque para realizar desenhos não infantis é preciso *seguir / antever, vislumbrar / obedecer* os códigos do desenho, os elementos da linguagem visual (DONDIS, 1991), explícita ou implicitamente. Assim como a escrita de uma língua tem um

alfabeto convencional que precisa ser aprendido, o desenho artístico e o desenho técnico, desenhos não infantis, têm um rol de elementos e convenções técnicas que precisam ser *reproduzidos / suspeitados* em favor da *decomposição* do percepto, para gerar *nova composição* figurativa – trabalho que requer um tempo, uma aplicação, e tem uma estrutura.

Um desenhista exitoso é aquele que não vê primeiramente, no ato de desenhar, coisas ou objetos; vê pontos, linhas, formas e equilíbrios de formas em enquadres. Vê primeiramente as projeções da luz, as sombras e as dimensões do “espaço negativo” (i.e., as dimensões do espaço entre as coisas), tanto quanto vê as dimensões das próprias coisas a representar. Por exemplo: enquanto espontaneamente seguimos, milímetro a milímetro, desenhistas ainda infantis e irrealizados, a linha que tentamos fazer reta (e assim vemos, desgostosos, essa linha sair tão irregular, tão canhestra), nosso professor de desenho ensina que devemos simplesmente manter o olhar fixo no ponto de chegada que previamente marcamos no papel. Com esse fixo olhar no ponto de chegada, olhar agora alfabetizado e letrado na arte de traçar linhas retas à mão livre, deixamos a mão e o lápis seguirem sobre o papel e, para maior êxito, passamos a fazer retas preferencialmente de cima para baixo ou, por sermos destros, da esquerda para a direita, e não o inverso. São exigências e facilidades técnicas, já codificadas.

A diferença entre a primária representação do corpo humano em formato palito (cabeça em círculo, troncos e membros por simples linhas) e uma realista retratação desse corpo não reside apenas no seu resultado final. A criança que já faz o corpo em formato palito começa pelo objeto. Por tosca e simplória que seja sua representação, ou exatamente por conta de sua simplicidade e espontaneidade, vê-se desde o início o que ela pretende representar. Já um desenhista começa por traços, uma nuvem ou dança de traços (ou mesmo, antes, pela demarcação de um enquadre na folha de papel, no interior do qual realizará o desenho). Essa nuvem de traços, aparentemente desvinculados do objeto a representar, a partir de um determinado momento crítico, faz precipitar à nossa vista a presença figurativa de um corpo humano, quase que em pessoa. O desenhista talentoso faz sentido, visual, a partir de elementos sem sentido ou ainda carentes do sentido visual final.

Não será essa também uma característica da língua humana e da escrita? Os linguistas não apontaram a dupla articulação como a particu-

laridade e a razão do enorme poder da língua humana (MARTINET, 1973)? E o aspecto mais árduo da alfabetização não reside, justamente, em a letra precisar finalmente se ligar a fonemas sem sentido, pré-silábicos e prévios a morfemas (SANTOS, 2007)?

Eis aí a compatibilidade estrutural entre o desenho dos mais talentosos e a inclinação à escrita, verificada já no fim da infância ou no início da puberdade.

PUBERDADE E NOVA RELAÇÃO COM O SENTIDO

Falando mais diretamente da puberdade e da adolescência, Vigotski nos lembra, primeiramente, que as funções psicológicas não se exprimem caótica ou casualmente, mas orientadas por “aspirações, atrações e por interesses sedimentados” (VIGOTSKI, 2013, p. 1). Ele explica que o lembra, justamente, quando pretende abordar a puberdade, precisamente porque essa fase se caracteriza por rupturas ou básculas bruscas dessas “forças motrizes” (VIGOTSKI, 2013).

A participação do sexual não é ignorada por Vigotski na composição desse turbilhão. Apontará, porém, que tratar a puberdade apenas como um período de endógenas tormentas emocionais é superfluidade. O redimensionamento das motivações constitui realmente uma guinada, e esta certamente é efeito de pujantes novas exigências, mas não por meras razões biológicas ou naturais. Recorrendo inclusive a um estudo de Engels, observa que a insurgência sexual da puberdade não se trata apenas, nem essencialmente, de uma tormenta hormonal. O estudo citado apontará inclusive para os desafios colocados pelo amor ao rapaz e à moça *modernos*, desconhecidos pelos seus similares da antiguidade.

[...] habíamos dicho que para entender... los intereses en la edad de transición, es imprescindible tomar en cuenta la naturaleza histórica de la atracción humana, la forma histórica del amor sexual entre los seres humanos. Creemos que fue Engels el primero en fijar su atención en dicha problemática desde el plano del desarrollo filogenético. «El amor sexual contemporáneo se diferencia esencialmente de la simple atracción sexual, del Eros antiguo. En primer lugar, presupone el amor del ser amado; en este sentido la posición de la mujer es la misma que la del hombre, mientras que en el Eros antiguo no siempre, ni muchos menos, se requería la conformidad de la mujer. En segundo lugar, la intensidad y duración del amor sexual suelen ser de tal índole que la imposibilidad de la posesión y separación,

significaban para ambas partes una gran, por no decir grandísima, desgracia; los enamorados corren un gran riesgo, incluso se juegan la vida con el único propósito de pertenecerse, lo que en la antigüedad sólo ocurría en casos de infidelidad conyugal. Finalmente, aparece un nuevo criterio moral para condenar y justificar la relación sexual; no sólo interesa saber si fue una relación matrimonial o extramatrimonial, sino también si es fruto o no de amor recíproco (VIGOTSKI, 2013, p. 9).

Portanto, esse novo amor sexual individual, histórico, faz novas exigências; e inclui novas polaridades e/ou parcerias, para o sujeito pubere. Porém, o mais importante reside no fato de que os meios do pensamento, na puberdade, redimensionam-se com alguma escala de atraso em relação às novas exigências: eis aí o que – Vigotski nos diz – se não for entendido, nada se entenderá a respeito da puberdade / adolescência.

[...] los cambios tan intensos y profundos que se producen en las fuerzas motrices del comportamiento forman... una línea especial de desarrollo que no coincide con la línea del desarrollo de los... mecanismos de conducta [...] Continúan existiendo los mecanismos del comportamiento ya formados... pero los intereses... cambian radicalmente. (VIGOTSKI, 2013, p.10).

Toda uma nova situação do interesse ainda não é acompanhada por uma nova situação do pensamento e das habilidades:

[...] nuevas atracciones [...] amplían infinitamente el círculo de objetos que poseen fuerza incitadora para los adolescentes, cómo esferas enteras de actividad, antes neutrales para ellos, se convierten ahora en momentos fundamentales que determinan su conducta, cómo, a la par del nuevo mundo interno, surge para el adolescente un mundo exterior completamente nuevo... El ascenso a un nivel nuevo significa la desaparición de lo viejo y este largo proceso de extinción de los intereses infantiles en la edad de transición, particularmente sensible y con frecuencia, doloroso, llena... todo un capítulo en la historia del desarrollo de los intereses del adolescente. Sin embargo, la reducción de los viejos intereses... no está acompañada en modo alguno por la desaparición de los viejos hábitos adquiridos... Como es lógico, dichos mecanismos experimentan también cambios esenciales, pero el destino de esos cambios, la línea de su desarrollo y extinción no coincide... con la línea del desarrollo y extinción de los intereses infantiles (VIGOTSKI, 2013, p. 12).

Por fim, após esse período de descompasso entre formação social de novos interesses e formação social de novas estruturas no pensamento, uma dialética se instaura entre o pensamento, os novos vetores motivacionais e a imaginação, possibilitando o advento de uma nova resposta do pensamento à nova situação, que

permite fazer da puberdade precisamente o que ela é, uma “idade de transição”, e não somente de crise.

Esta nova resposta do pensamento é o conceito³. Vigotski refere-se, aqui, ao conceito concreto, teórico-prático, objetivante e objetivo, tal como pôde se exercer na aurora e no desenvolvimento da ciência moderna. Algo muito além do que foi ou é capaz (1) o pensamento guiado pela mera conjunção dos sentidos, como na física e na biologia aristotélicas, (2) a ingenuidade positivista ou (3) a superficialidade nominalista. O conceito que, assim como o fez filogeneticamente para a Ciência e para a História (a visão histórica que o homem passou a poder ter de sua condição e de seus desafios), possibilita ao sujeito-adolescente, a essa altura de sua trajetória, reposicionar sua subjetividade frente à objetividade, frente à intersubjetividade, frente a sua nova condição material, social, econômica, sexual, afetiva etc.

Ora, o conceito científico, suficientemente objetivante para dar ao homem um controle inédito sobre a materialidade de sua existência, não nasceu da cópia imediata da objetividade já dada pelo senso comum. O princípio de inércia, na Física Moderna, não nasceu da observação dos movimentos empíricos. Muito pelo contrário, o princípio de inércia, sem a mediação de sua conquista conceitual, é infirmado intuitivamente por cada movimento empírico particular (que jamais permanece no seu mesmo estado de movimento), como bem observou Koyré (1982). A teoria da evolução das espécies, por sua vez, não poderia ser formulada e não pode ser sustentada epistemologicamente, dispensando todo o novo contexto conceitual e nocional moderno da biologia que ela ajuda a sustentar – muito pelo contrário, sem tais conquistas conceituais, pode ela ser questionada por fáceis cálculos estatísticos (JACOB, 1983; 1989)⁴.

Enfim, o conceito, reinterpretando e organizando experiências intuitivas díspares, lacunares e incongruentes, a partir de uma perspectiva radicalmente nova, propriamente *concebida* intelectualmente, mostrou-se a ferramenta requerida e possibilitada pelo pensamento, na aurora histórica da cultura moderna, e mostra-se, igualmente, ser a ferramenta requerida e possibilitada pelo pensamento, na aurora da vida adulta, inerente à puberdade / adolescência.

O sentido, na adolescência, não mais se depreende do sentido, i.e., de percepções gestálticas e de relatos organizadores prontamente apresentados pelos adultos, mas antes se ergue por um trabalho de pensamento e mediação, à

maneira do trabalho do conceito científico. Não que a mediação intrassubjetiva faltasse na infância. Mas ela salta a um novo patamar, inclusive mais solitário, tributário de maior responsabilização individual; momento no qual o desenvolvimento e a emancipação do pensamento racional têm um papel novo. Esse momento, é o desenvolvimento do pensamento conceitual que o possibilita.

Con el fin de expresar... el papel rector del desarrollo intelectual para toda la personalidad del adolescente... diremos que la adquisición de la función de la formación de conceptos constituye el eslabón básico, principal, de todos los cambios que se producen en la psicología del adolescente. Los eslabones restantes de esa cadena... se intelectualizan, se transforman y reestructuran por la influencia de los éxitos decisivos que alcanza el pensamiento del adolescente... las funciones inferiores... se reestructuran sobre... la influencia del pensamiento en conceptos... bajo la influencia del pensamiento se forma la personalidad y la concepción del mundo del adolescente (VIGOTSKI, 2013, p.49)

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Vimos, neste artigo, que muitas vezes as práticas escolares desencorajam a elaboração do desenho pela criança. O que é ainda mais grave por já estar o sujeito, na passagem da infância à puberdade, sob uma dificuldade particular, imposta pela interiorização da letra e pelo advento de seu novo contexto púbere – dificuldade em sustentar o desenho como sua forma de expressão. Tanto o mundo subjetivo quanto o mundo dos objetos motivacionais se expandem, por ocasião desta puberdade que a História tratou de nos fazer herdar. As habilidades subjetivas trazidas pela infância se revelam persistentes, por um tempo, e também insuficientes. O pensamento e a escrita se oferecem, então, mais adequados a dar conta dessa hostil vastidão nova.

O conceito tem o alcance de fazer pelo sujeito púbere o que fez pela ciência: fundar um novo mundo e uma nova visão de mundo. Mas o desenho e a expressão visual que ele promove não precisam ser abandonados como “coisas de criança”. A imaginação não precisa abandonar esse viés de expressão. Pois o próprio desenho que é exitoso em se fazer perseverar, adolescência e vida adulta adentro, pode nos indicar o caminho, que passa por um letramento plástico, visual, similar àquele que reordenou o pensamento no ocaso da infância.

³ Saliente-se que, para Vigotski, trata-se do conceito, e não de qualquer “perlaboração” ou de simples “desenvolvimento psicosssexual”.

⁴ Em *O jogo dos possíveis* (1989), F. Jacob mostra como a intuitiva suposição de uma inteligência organizadora e criadora da vida faz, imediata e intuitivamente, muito mais sentido do que o epistemologicamente imprescindível postulado darwiniano de uma evolução por mutações ao acaso e seleção natural.

REFERÊNCIAS

- ALEXANDROFF, M. C. Os caminhos paralelos do desenvolvimento do desenho e da escrita. *Construção pedagógica*, v. 18, n. 17, São Paulo, 2010.
- DOMINGUEZ, C. R. C.; TRIVELATO, S. L. F. Crianças pequenas no processo de significação sobre borboletas: como utilizam as linguagens? *Ciência e Educação*, v. 20, n. 3, Bauru, 2014.
- DONDIS, D. *A sintaxe da linguagem visual*. São Paulo: Martins Fontes, 1991.
- ENGELS, F. *A dialética da natureza*. 3. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1979.
- GOLDBERG, L. G.; YUNES, M. A. M.; FREITAS, J. V. O desenho infantil na ótica da ecologia do desenvolvimento humano. *Psicologia em estudo*, v. 10, n. 1, Maringá, 2005.
- JACOB, F. *O jogo dos possíveis*. Lisboa: Gradiva, 1989.
- _____. *A lógica da vida: uma história da hereditariedade*. Rio de Janeiro: Graal, 1983.
- KOYRÉ, A. *Estudos de história do pensamento científico*. Rio de Janeiro: Forense Universitária; Brasília: Ed. UnB, 1982.
- MARTINET, A. *Elementos de linguística geral*. Tradução e adaptação de Jorge Morais Barbosa. Lisboa: Sá da Costa, 1973.
- MOLON, S.I. *Subjetividade e constituição do sujeito em Vygotsky*. 3. ed. Petrópolis: Vozes, 2010.
- SANTOS, Carmi Ferraz. *Alfabetização e letramento: conceitos e relações*. Belo Horizonte: Autêntica, 2007.
- SMOLKA, A. L. Apresentação e Comentários. In: VIGOTSKI, L. S. *Imaginação e criação na infância*. São Paulo: Ática, 2010.
- SOARES, M. Letramento e alfabetização: as muitas facetas. *Revista brasileira de Educação*, n. 25, Rio de Janeiro, 2004.
- TOASSA, G. Conceito de liberdade em Vigotski. *Psicol. Cienc. Prof.*, Set. 2004, v. 24, n. 3, p. 2-11, 2004.
- VIGOTSKI, L. Desarrollo de los intereses en la edad de transición. *Obras Escogidas*. Tomo 4. Madrid: Editora Machado, 2013.
- _____. *Imaginação e criação na infância*. São Paulo: Ática, 2010.
- _____. *A formação social da mente*. 7. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2007.
- _____. *Pensamento e linguagem*. 2. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2003.

DADOS DOS AUTORES

Valmir Sbano (valmirsbano@uol.com.br), doutor em Teoria Psicanalítica (UFRJ), atua no Departamento de Psicologia da Universidade Federal Fluminense (UFF), em Niterói/RJ.

Luiza Oliveira (luiza.oliveira@gmail.com / luizaoliveira@id.uff.br), doutora em Educação/USP, atua no Departamento de Psicologia, no Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências da Natureza e no Programa de Pós-graduação em Psicologia da Universidade Federal Fluminense (UFF), em Niterói/RJ.

Rose Latini (rose.latini@gmail.com), doutora em Geociências/UFF, atua no Departamento de Química do *campus* Volta Redonda da Universidade Federal Fluminense e no Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências da Natureza da Universidade Federal Fluminense (UFF), em Niterói/RJ.

Maria Bernadete Pinto dos Santos (mbpsantos@gmail.com / ppecn@vm.uff.br), doutora em Geociências/UFF, atua no Departamento de Físico-Química e no Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências da Natureza da Universidade Federal Fluminense (UFF), em Niterói/RJ.

ESTUDO DE UMA REPRESENTAÇÃO DO MODELO DE LOTKA-VOLTERRA

Viviane de Lima Noronha

Rosana da Paz Ferreira

¹ Frutos frescos

RESUMO: Os maiores prejuízos causados à fruticultura pelas moscas-das-frutas estão relacionados aos problemas fitossanitários, que vão desde a queda precoce dos frutos até a sua desqualificação para o consumo *in natura*¹ e para a indústria. Métodos que visam minimizar os prejuízos econômicos e que são concomitantemente viáveis ao meio-ambiente e eficazes no combate às moscas-das-frutas, como o MIP e o controle biológico que se dá por meio de inundações de parasitoides, como o *Diachasmimorpha longicaudata*, parasitoide exótico da mosca *Ceratitis capitata*, vêm sendo estudados e estimulados. Mediante isso, este trabalho tem como objetivo estudar um modelo matemático aplicado ao controle biológico da *Ceratitis capitata* pelo *Diachasmimorpha longicaudata* e a fruticultura nacional; partindo de uma pesquisa sobre os principais dados biológicos e ecológicos dessas espécies, informações essenciais para a formulação do modelo proposto.

Palavras-chave: Controle biológico. *Ceratitis capitata*. *Diachasmimorpha longicaudata*. Modelo de Lotka-Volterra.

ABSTRACT: The greatest damage to the fruit by the fruit flies are related to plant health problems, ranging from the early fall fruit until his disqualification for fresh consumption and for industry. Methods that aim to minimize the economic losses and that are viable at the same time the environment and effective in the fight against fruit flies, for example, the MIP and biological control that occurs through floods of broodlings, *Diachasmimorpha longicaudata* – exotic parasitoids of fly *Ceratitis capitata* – are being studied and nurtured. By this, this work aims to study a mathematical model applied to the biological control of *Ceratitis capitata* for *Diachasmimorpha longicaudata* and fruit; from a search on the major biological and ecological data of these species, essential information for the formulation of the proposed model. Study of a mathematical model applied to the biological control of *Ceratitis capitata* for *Diachasmimorpha longicaudata*.

Keywords: Biological control. *Ceratitis capitata*. *Diachasmimorpha longicaudata*. Lotka-Volterra model.

INTRODUÇÃO

O conceito de praga geralmente está associado à população de uma espécie nociva que ocasiona aos homens ou aos animais doenças infecciosas e transmissíveis.

De acordo com Nakano (2011), para a agricultura, esse conceito apresenta-se vinculado ao desequilíbrio econômico causado pela população de insetos, devido aos estragos que causam nos alimentos e os prejuízos nas plantações que acarretam perdas na produção. Na fruticultura, com o reflexo das perdas dos frutos e, conseqüentemente, a diminuição na produção, está em baixa no mercado externo, devido à redução de frutas exportadas e às medidas quarentenárias impostas pelos países importadores de frutas frescas (PARANHOS, 2005). Na inspeção fitossanitária, a interceptação de pragas em pontos de entrada e até mesmo a proibição de frutos oriundos de países em que há ocorrência de pragas quarentenárias (RABELO, 2010) são alguns exemplos de medidas quarentenárias exigidas para exportar frutos *in natura*, impostas na forma de normas técnicas e regulamentos (SOUZA FILHO, 2004), por países como os Estados Unidos, o Japão e alguns da Europa (PARANHOS, 2007 e MOURA; MOURA, 2011). Por consequência das barreiras quarentenárias, mesmo tendo sido considerado em 2003 o maior produtor de frutas do mundo – cerca de 38 milhões de toneladas (BRASIL, 2004) –, o Brasil só exporta, anualmente, 1% dessa produção, aproximadamente 200 milhões de toneladas (DO VALLE, 2006; BRASIL 2004).

As moscas-das-frutas são insetos tefritídeos, moscas que depositam seus ovos no interior das frutas, que pertencem à ordem Diptera – “Di”, dois, e “ptera”, asas –, e têm como uma de suas características a funcionalidade apenas das asas dianteiras (GALLO et al., 2002). As moscas-das-frutas que pertencem à família Tephritidae somam mais de 4.000 espécies, sendo 48 delas dos gêneros *Ceratit*, *Bactrocera*, *Anastrepha*, *Dirioxa* e *Toxotrypana*, sendo essas classificadas, na agricultura, como espécies de grande relevância para a economia (PARANHOS, 2005; 2007), por serem consideradas as pragas de maior importância na fruticultura brasileira e mundial (FRANÇA et al., 2010).

No Brasil, a *Ceratit* *capitata* (Wiedemann, 1824) também conhecida por moscamed (PARANHOS, 2007) ou mosca-do-mediterrâneo (PARANHOS, 2007; NAKANO, 2011; CHIARADIA; MILANEZ; DITTRICH, 2004), por ser nativa de países do Mediterrâneo da África Equatorial

(LEAL et al., 2008), é uma das espécies de mosca-das-frutas que apresentam restrições quarentenárias a outros países, pois danificam os frutos frescos com perfurações e manchas, impossibilitando o seu consumo. Podem atacar, de acordo com Zucchi (2001), cerca de 58 variedades de plantas hospedeiras.



Figura 1: *Ceratit* *capitata*

Disponível em: <<http://www.fundecitrus.com.br/doencas/mosca-das-frutas/211>>

A mosca-das-frutas *Ceratit* *capitata* foi observada pela primeira vez no Brasil, no início do século XX (ZUCCHI, 2000; 2001; ZUCCHI et al., 2004). Em 1980, só havia registro dessa espécie nas regiões sul e sudeste do país (MALAVASI; MORGANTE; ZUCCHI, 1980; MOLINEROS; TIGRERO; SANDOVAL, 1992). Atualmente, encontra-se espalhada por todo o Brasil.

A *Ceratit* *capitata* é multivoltina (ou seja, se reproduz várias vezes ao ano), possui um enorme potencial biótico (fator relacionado à diversidade e abundância de hospedeiros e inimigos naturais) e capacidade abiótica na fase adulta (como a resistência a fatores climáticos, temperatura, precipitação), além de poder de dispersão e adaptação (RABELO, 2010). Ela mede cerca de 4 a 5 mm de comprimento, tem entre 10 e 12 mm de envergadura (ZUCCHI, 2001; PARANHOS, 2008) e possui coloração predominantemente amarelada com listas transversais acinzentadas.

Para o desenvolvimento integral da *Ceratit* *capitata*, são necessários quatro estágios, quais sejam: ovo, larva, pupa e adulto. O ciclo evolutivo da *Ceratit* *capitata* dura em torno de 17 a 26 dias (SOUZA FILHO; COSTA; PAZINI, 2004). Ele começa após a fêmea ovopositar entre 1 a 10 ovos por fruto hospedeiro (PARANHOS, 2005; 2008; MALAVASI; NASCIMENTO; CARVALHO, 1994), ao penetrar

o seu acúleo (ZUCCHI et al., 2004) ou ovopositor (PARANHOS, 2008) na casca do fruto. Essa característica física é apresentada somente pelas fêmeas dessa espécie. Os ovos, quase sempre, possuem formato alongado, com cerca de 1 mm de comprimento e cor branca (NAKANO, 2011; SALLES, 1993). O período de incubação dos ovos é de 2 a 6 dias (NAKANO, 2011). De acordo com Paranhos (2005; 2007), as fêmeas das moscas-das-frutas conseguem pôr cerca de mil ovos, podendo diferenciar a quantidade por espécie. Para as *Ceratitis capitata*, essa quantidade chega próxima de 800 ovos por fêmea (NAKANO, 2011), podendo o adulto fêmea dessa espécie viver até 10 meses (PARANHOS, 2008).

Após sair do ovo, a larva passa por três instares de desenvolvimento. Completamente desenvolvida, ela mede em torno de 8 mm e possui cor branca amarelada. O período larval dura entre 9 a 13 dias. Após essa etapa, a larva madura deixa o fruto para se transformar em pupa no solo, numa profundidade de cerca 1 a 10 cm. Dentro do pupário, entre 10 a 12 dias, a larva torna-se mosca adulta. A pupa tem coloração amarronzada escura e comprimento de 5 mm, aproximadamente (NAKANO, 2011).

Métodos de controle de pragas como o controle biológico aplicado e práticas de manejo de pragas (MIP), técnica para evitar perda de frutas por meio de insetos-pragas, visam combater o inseto-praga e, dessa forma, minimizar os prejuízos econômicos. Por serem ecologicamente favoráveis ao controle de pragas, esses métodos levam os agricultores a reduzirem o uso de agrotóxicos, diminuindo assim a contaminação do meio ambiente e os riscos à saúde do ser humano, além de atender às condições dos países importadores de frutas.

O controle biológico de moscas-das-frutas por parasitoides tem sido estudado e aplicado em todo o mundo (GINGRICH, 1993). Como é o exemplo do controle biológico feito pela inundação do parasitoide *Diachasmimorpha longicaudata* (Ashmead) (Hymenoptera: Braconidae) no ambiente.

O parasitoide *Diachasmimorpha longicaudata* tem sido muito enfatizado em pesquisas de controle biológico das moscas-das-frutas, devido à sua facilidade de criação e também de reprodução na espécie hospedeira de insetos tefritídeos (CLAUSEN; CLANCY; CHOCK, 1965; WONG; RAMADAN; 1992). Sua produção massal e liberação aumentativa têm como objetivo alcançar uma redução considerável das moscas-das-frutas e, com isso, minimizar os prejuízos econômicos.

Esse parasitoide é uma vespa oriunda da região indo-australiana. Ela foi introduzida pela primeira vez no Brasil em 1994, pelo Department of Industry (DPI), nos Estados Unidos (LEAL et al., 2008), sendo, em seguida, distribuída para o laboratório de Radioentomologia do Centro de Energia Nuclear na Agricultura (CENA/USP), para Embrapa Mandioca e Fruticultura, na Bahia, e para outros centros de pesquisa (WALDER et al., 1995).

No Rio de Janeiro, a primeira liberação desse parasitoide foi no norte fluminense, região que vem sendo incentivada pelo governo estadual a expandir a sua fruticultura através de programas como o Frutificar. A pesquisa foi realizada por Leal et al. (2008) e teve como objetivo avaliar a capacidade de sobrevivência e dispersão do parasitoide, após 24 horas de sua liberação no campo. Essa pesquisa mostrou, dentre outras coisas, que a recuperação de seus descendentes a partir das larvas de *Ceratitis capitata*, distribuídas a 10 metros de distância do ponto de liberação, foi numa proporção de 52% de fêmeas.

No nordeste brasileiro, o *Diachasmimorpha longicaudata* foi liberado em um número bem grande, almejando o controle das espécies das moscas-das-frutas (NASCIMENTO et al., 1998).

Diachasmimorpha Longicaudata parasita as larvas das moscas-das-frutas. Suas fêmeas têm preferência por larvas desenvolvidas, isto é, do 2º e 3º estágios, e frutos maduros (PURCELL et al., 1994; MATRANGOLO et al., 1998; LEYVA; BROWNING; GILSTRAP, 1991). O parasitoide encontra as larvas das moscas-das-frutas dentro das frutas, através da vibração que estas causam ao se movimentarem na polpa da fruta (LAWRENCE, 1981).

Há diversos modelos matemáticos que simulam a interação entre duas espécies. Entre eles, destacamos o modelo de Lotka-Volterra clássico, também conhecido como modelo “presa-predador”. Para Bassanezi (2002), em programas de medidas de controle de pragas, a modelagem matemática tem se mostrado bastante útil. Em pesquisas como as de Ferreira, Wesley e Lima (2010), Garcia (2014), Freire et al. (2005) e Bueno, Molter e Piovesan. (2014), observa-se a eficiência de modelos matemáticos que simulam a interação entre espécies, sendo esses uma descrição do modelo de Lotka-Volterra.

Com isso, o presente trabalho objetiva estudar uma representação do modelo de Lotka-Volterra que simule as interações populacionais de um sistema composto pela *Ceratitis capitata*, pelo *Diachasmimorpha longicaudata* e a fruti-

cultura brasileira. Iniciamos a pesquisa fazendo um levantamento bibliográfico sobre os principais dados referentes à ecologia e à biologia dessas espécies na fruticultura nacional, com ênfase nas informações provenientes do sudeste do Brasil. Essas informações encontram-se nos resultados prévios. Acreditamos que o modelo possa contribuir, de forma eficiente, com estudos de controle biológico para o conjunto aqui tratado, além de auxiliar na compreensão dos principais fatores ecobiológicos que governam esse conjunto.

A fruticultura no Brasil com foco no Rio de Janeiro e a *Ceratitis capitata*

O estado do Rio de Janeiro apresenta alta densidade populacional urbanizada (BAHIENSE, 2014) e, é considerado o segundo maior mercado consumidor do Brasil (PONCIANO et al., 2006 apud BAHIENSE, 2014). Classificação essa que é decorrente de uma renda econômica oriunda, dentre outras coisas, do aumento da população na região metropolitana (FAURÉ; HASENCLEVER; CARVALHO., 2005). Os autores ainda salientam que a demanda de alimentos decorrente dessa dinâmica populacional urbana fluminense é um dos fatores que está influenciando consideravelmente as atividades agrícolas do estado.

Das várias atividades agrícolas exercidas no estado do Rio de Janeiro, podemos destacar a fruticultura. Essa atividade é encontrada em todos os municípios do estado, com uma extensão de em torno de 516 toneladas de frutas (EMATER-RIO, 2010). A fruticultura é uma atividade de grande importância econômica, pois promove a geração de emprego e a socialização (BAHIENSE, 2014); portanto, precisa ser incentivada e desenvolvida. No entanto, somente 0,4% da renda econômica do estado é oriunda das atividades agrícolas (CEPEA, 2008). Além do mais, dados do Centro Estadual de Pesquisas em Desenvolvimento Rural Sustentável da PESAGRO-RIO revelaram que o Rio de Janeiro importa, por ano, mais de R\$ 1 bilhão em frutas do exterior e de outros estados do Brasil (PORTAL DO GOVERNO DO RIO DE JANEIRO, 2015).

Resultados diferentes para o PIB do agronegócio nacional e estatal foram encontrados para os estados de São Paulo, Minas Gerais e Pernambuco, que têm suas agriculturas mais expressivas que a do Rio de Janeiro. Suas participações foram, respectivamente, 20% do PIB do agronegócio nacional (CEPEA, 2013), 14% do PIB do agronegócio nacional (CEPEA, 2016) e 5% do PIB do agronegócio do estado em 2015²

Acreditamos que esses resultados podem ter ocorrido pois em São Paulo, por exemplo, mesmo com elevada industrialização, o estado é considerado, em âmbito nacional, um dos maiores produtores de diversas frutas. Já a região do Vale de São Francisco, que inclui os estados de Minas Gerais, Pernambuco, Alagoas, Bahia e Sergipe, foi considerada, em 2011 e em 2015, a maior exportadora de frutas do Brasil³.

Visando promover, estimular e expandir a fruticultura do estado do Rio de Janeiro, assim como ampliar o desenvolvimento de maneira sustentável de sua agricultura e aumentar a renda familiar dos agricultores, é que projetos como os dos programas “Frutificar” e “Rio Rural”, ambos da secretaria estadual de agricultura, Portal do Governo do Rio de Janeiro (2015), vêm sendo implantados pelo governo do estado do Rio de Janeiro (BAHIENSE, 2014). Com o intuito de alcançar com sucesso os objetivos citados, várias parcerias com esses projetos estão sendo realizadas, nas quais é instruída e estimulada a adoção de práticas de manejo integrado de pragas (MIP) que auxiliem na diminuição do uso indiscriminado de agrotóxicos e no controle fitossanitário. Diversos municípios das regiões norte e noroeste do estado do Rio de Janeiro vêm recebendo incentivos do governo estadual (FERRARA et al., 2005). Recentemente, o município de Teresópolis e o programa Rio Rural realizaram uma capacitação com os agricultores da região, na qual estes receberam instruções de como evitar perdas através da implantação de estratégias ambientais de manejo de pragas. Atualmente, o município serrano é o maior produtor fluminense de tangerina ponkan, com uma produção de mais de 10 toneladas por ano em 540 hectares de plantação (GOVERNO DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO, 2014). Juntamente com os municípios da região serrana de Bom Jardim, Duas Barras e São Jorge do Vale do Rio Preto, o cultivo dessa tangerina vem crescendo fortemente desde 2011 (GOVERNO DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO, 2014; 2016).

Existe no estado do Rio de Janeiro o registro de ocorrência de moscas-das-frutas da espécie *Ceratitis capitata* nos municípios Itaguaí, Itaperuna, Natividade, Italva, Niterói, Nova Friburgo, Araruama, Bom Jesus do Itabapoana, Petrópolis, Seropédica; nos bairros Deodoro e Bangu, no Rio de Janeiro; e também no Mendanha, sub-bairro de Campo Grande, bairro da Zona Oeste do Rio de Janeiro, (AGUIAR-MENEZES; MENEZES, 2000; FERRARA et al., 2005; SOUZA, 2004). Há registros de moscas-das-frutas em outros municípios da região Noroeste do estado do Rio de Janeiro.

² Informação obtida no Canal Rural, disponível em: <<http://www.canalrural.com.br>>.

³ Idem à nota anterior.

A investigação do levantamento e da flutuação populacional, da análise faunística bem como a diversidade e a abundância de seus hospedeiros e inimigos naturais torna-se fundamental, para uma análise de ocorrência e, no que se refere à ocasião de possível infestação e nível de dominância da praga, assim como os seus danos econômicos (ALUJA, 1994).

Estudos sobre a flutuação populacional das moscas-das-frutas atribuídas à diversidade e à disponibilidade de hospedeiros foram realizados no Brasil por diversos autores. De acordo com Aluja (1994), o país está entre os que mais pesquisam sobre o levantamento populacional das moscas-das-frutas e os seus hospedeiros. Carvalho (2005) relata que a densidade populacional das moscas-das-frutas está associada à disponibilidade hospedeira.

Rossi e Bueno (1988), em estudos de flutuação populacional de moscas-das-frutas em pomares de pessegueiro no estado de Minas Gerais, constataram que a *Ceratitis capitata* foi superior às demais espécies de moscas-das-frutas. Contrapondo com os resultados de Lorenzato (1988) e Garcia e Corseuil (1998) que concluíram que as espécies do gênero *Anastrepha* foram mais abundantes e dominantes que a *Ceratitis capitata*.

O autor Fernandes (1987) verificou, no estado de São Paulo, a presença desses tefritídeos em pomares de pera. Já Ferrara et al. (2005), em estudos sobre análise faunística no estado do Rio de Janeiro, observaram que a *Ceratitis capitata* foi a espécie de moscas-das-frutas mais frequente, abundante, constante e dominante nos municípios Natividade e Bom Jesus do Itabapoana, localizados no Noroeste do estado.

Mesmo com toda a importância da *Ceratitis capitata* para a economia nacional e, ainda, por se encontrar difundida por todo o Brasil, a maioria das pesquisas sobre essa espécie resume-se apenas ao seu registro de ocorrência e flutuação populacional relacionada à disponibilidade hospedeira, isto é, às frutas. Ainda existe um conhecimento bem limitado a respeito da ecologia, da biologia e da análise faunística das moscas-das-frutas (AGUIAR-MENEZES; MENEZES, 2000; ZUCCHI, 2000; ALVES, 2010; URAMOTO; WALDER; ZUCCHI, 2004; LEAL et al., 2008).

Objetivos

O objetivo do trabalho é estudar uma descrição do modelo Lotka-Volterra clássico que simule as interações populacionais de um conjunto composto pela *Ceratitis capitata*, pelo

Diachasmimorpha longicaudata e a fruticultura brasileira; partindo de um levantamento bibliográfico sobre os principais dados referentes à ecologia e à biologia dessas espécies na fruticultura nacional, com ênfase nas informações provenientes do sudeste brasileiro.

Objetivos específicos:

- investigar a relação entre as densidades de moscas e de seu parasitoide para alcançar a estabilidade da espécie praga e, assim, obter o equilíbrio ecológico;
- validar a eficácia do modelo para o controle biológico da mosca *Ceratitis capitata* pelo parasitoide *Diachasmimorpha longicaudata*, por meio de comparações dos resultados das simulações numéricas e do gráfico de Volterra com os obtidos em pesquisas como Paranhos (2007), Pernambuco; Leal et al. (2008), Rio de Janeiro; Walder (2002) e Walder, Costa e Mastrangelo (2009), São Paulo; Embrapa Semi-árido⁴, Pernambuco;
- comparar os resultados obtidos para o Rio de Janeiro com os de cada estado citado no item anterior;
- relacionar os resultados encontrados para o Rio de Janeiro e demais estados com o quantitativo de pesquisas sobre a temática, a disponibilidade hospedeira da praga e a geração de lucros oriunda da fruticultura de cada estado.

Metodologia

A metodologia da pesquisa foi dividida em duas partes:

- 1) Os dados biológicos necessários para a formulação e resultados do modelo foram consultados na literatura de controle biológico da mosca-das-frutas *Ceratitis capitata* pelo seu parasitoide exótico, *Diachasmimorpha longicaudata* na fruticultura nacional, com ênfase nos dados encontrados para o sudeste do Brasil. A consulta aos dados iniciou-se em setembro de 2015. Em dezembro de 2015, foi realizada uma visita à Embrapa Semiárido, em Petrolina, Pernambuco, onde mais informações pertinentes sobre os fatores biológicos e ecológicos desse sistema, sejam elas em situação de campo ou experimental, foram obtidas por meio de especialistas em controle biológico da *Ceratitis capitata* por *Diachasmimorpha longicaudata*. Na visita, também tivemos a oportunidade de conhecer essas espécies e observar como é realizada em laboratório sua criação massal.

⁴ Disponível em: <<https://www.embrapa.br/semiárido>>.

2) Para análise dos resultados do modelo, serão realizados métodos de simulação numérica e análise gráfica, por meio do gráfico de Volterra. As simulações gráficas serão geradas pelo ambiente de interações biológicas do POPULUS, versão 5.5.⁵

Atualmente, a pesquisa encontra-se na implementação da segunda parte e na determinação dos coeficientes do modelo.

Resultados

O modelo de Lotka-Volterra clássico, ou modelo presa-predador, é descrito pelas equações abaixo, de acordo com Bassanezi (2002). Ainda segundo o autor, o modelo refere-se à interação entre duas espécies, em que a presa dispõe de alimentos em abundância e o predador tem como único alimento a população de presas.

$$\frac{dx}{dt} = x(\alpha - \beta y)$$

$$\frac{dy}{dt} = y(\delta x - \gamma)$$

Onde:

y = representa o número de indivíduos da população do predador no instante t ;

x = representa o número de indivíduos da população da presa no instante t ;

t = o tempo.

Sendo α , β , δ e γ coeficientes positivos que representam a interação entre as duas espécies. Onde,

α = é o coeficiente de crescimento da população de presas;

β = é o coeficiente de morte da população de presas pelo predador;

γ = é o coeficiente de morte da população de predadores (na ausência de alimentos);

δ = é o coeficiente de crescimento da população de predadores (devido à existência da presa).

O modelo que está sendo estudado nesta pesquisa é uma representação do modelo de Lotka-Volterra. Nesse modelo, propomos investigar as simulações populacionais entre as espécies *Ceratitis capitata*, *Diachasmimorpha longicaudata* e a fruticultura brasileira. As hipóteses do modelo são simples e foram adaptadas do Modelo de Lotka-Volterra clássico, descrito em Bassanezi (2002), quais sejam: a quantidade de alimentos da mosca é bem grande; a vespa tem na mosca sua alimentação básica, sem esta, a vespa morre; a vespa é o único predador da mosca. Para a obtenção dos coeficientes

do modelo, isto é, α , β , δ e γ são necessários alguns dados importantes sobre a biologia e a ecologia das espécies *Ceratitis capitata* e *Diachasmimorpha longicaudata*. Segue, abaixo, uma relação desses dados com as suas respectivas referências bibliográficas.

Sabendo que, para o desenvolvimento integral da *Ceratitis capitata*, são necessários quatro estágios (ovo, larva, pupa e adulto), os dados biológicos do ciclo evolutivo da mosca-das-frutas *Ceratitis capitata*, retirados da literatura da fruticultura nacional e disponibilizados por especialista da área, estão listados na tabela 1.

Tabela 1 – Dados biológicos e ecológicos da *Ceratitis capitata* e suas referências bibliográficas

Duração do ciclo evolutivo em laboratório	17 a 26 dias	Souza Filho et al., 2004
Duração do ciclo evolutivo em campo	Cerca de 60 dias	Embrapa Semiárido
Postura dos ovos por fruto hospedeiro	De 1 a 10 ovos por fruto hospedeiro	Paranhos, 2008; Malavasi et al., 1994
Período de incubação dos ovos	De 2 a 6 dias	Nakano, 2011
Quantidade de ovos por fêmea	No máximo 800 ovos	Paranhos, 2007
Expectativa de vida do adulto fêmea	Até 10 meses	Paranhos, 2008
Período larval	De 9 a 13 dias	Nakano, 2011
Do pupário à fase adulta	De 10 a 12 dias	Nakano, 2011
Sobrevivência dos ovos em campo	85%	Embrapa Semiárido
Sobrevivência da larva em campo	30%	Embrapa Semiárido
Sobrevivência da pupa em campo	75%	Embrapa Semiárido

Os dados relevantes, de campo ou laboratório, a respeito do ciclo de vida do parasitoide *Diachasmimorpha longicaudata* e seu parasitismo em larvas de *Ceratitis capitata* encontram-se na tabela 2.

Tabela 2 – Dados biológicos e ecológicos do *Diachasmimorpha longicaudata* em larvas de *Ceratitis capitata* e suas referências bibliográficas

Duração do ciclo de vida (de ovo até adulto) do parasitoide <i>D. longicaudata</i> em larvas irradiadas de <i>C. capitata</i> (em laboratório)	De 14 a 16 dias	Walder et al., 2009 - São Paulo
Duração do ciclo de vida (de ovo até adulto) do parasitoide <i>D. longicaudata</i> em larvas irradiadas de <i>C. capitata</i> (em campo)	30 dias	Embrapa Semiárido
Período de ovoposição	De 28 a 30 dias	Walder et al., 2009 - São Paulo
Duração da vespa após a liberação dos ovos (na ausência de alimentos)	3 dias	Pesquisadores da Embrapa Semiárido
Taxa de parasitismo (após 24h de liberação)	48%	Leal et al., 2008 - Rio de Janeiro
Proporção de fêmeas (após 24h de liberação)	35%	Leal et al., 2008 - Rio de Janeiro
Taxa de parasitismo	19,8%	Walder, 2002 - São Paulo

⁵ Disponível para download em: <<http://cbs.umn.edu/populus/download-populus>>.

Os valores dos coeficientes $\hat{\alpha}$, $\hat{\beta}$, $\hat{\gamma}$ e $\hat{\delta}$ para o estado de Pernambuco foram determinados com base nas informações fornecidas pelos especialistas em controle biológico da espécie *Ceratitis capitata* pelo parasitoide *Diachasmimorpha longicaudata* na visita feita à Embrapa Semiárido e na consulta à literatura de Paranhos (2007; 2008), pesquisadora do laboratório de entomologia da Embrapa Semiárido. Esses valores e os procedimentos para obtê-los estão detalhados a seguir.

1) Coeficiente $\hat{\alpha}$

O coeficiente $\hat{\alpha}$ representa o crescimento da população de presas. Para tanto, suponhamos que, na ausência da vespa, a população da mosca aumenta exponencialmente. Com isso, da equação de Lotka-Volterra,

$$\frac{dx}{dt} = x(\alpha - \beta y)$$

$$\frac{dy}{dt} = y(\delta x - \gamma)$$

segue,

$$\frac{dx}{dt} = \alpha x$$

Integrando de 0 a T a equação, onde T representa o período médio de duração do ciclo evolutivo da mosca, que para a mosca selvagem dura cerca de 60 dias, obtemos:

$$\int_0^T \frac{dx(t)}{x(t)} = \int_0^T \alpha dt$$

Sabendo que cada mosca adulta selvagem origina 103 outras moscas adultas, e que x , que representa o número de indivíduos da população de mosca ao longo do período médio T , é dado por $x(T) = 103 \cdot x_0$, onde x_0 representa o número inicial de moscas selvagens, temos:

$$\ln x(T) - \ln x_0 = \alpha T$$

$$\ln \frac{x(T)}{x_0} = \alpha T$$

$$\alpha = \frac{\ln \frac{x(T)}{x_0}}{T}$$

$$\alpha = \frac{\ln \frac{103x_0}{x_0}}{T}$$

$$\alpha = \frac{\ln 103}{T}$$

$$\alpha = \frac{4,6347}{60}$$

$$\alpha = 0,0772$$

2) Coeficiente $\hat{\beta}$

O coeficiente de morte da mosca pela vespa é dado por $\hat{\beta}$. Sabendo que o período médio

de duração do ciclo evolutivo da vespa é de 30 dias, isto é, $T_2 = 30$ dias, e que somente as fêmeas das vespas atacam as larvas das moscas, se geralmente são liberadas 1000 vespas para atacar 3000 larvas de mosca, por hectare/dia (1 fêmea para três larvas), então temos, $y = 1000$ e $x(T_2) = 0,5x_0$ (50% de controle) ao longo do período médio T_2 . Com isso, segue da equação de Lotka-Volterra,

$$\frac{dx}{dt} = x(\alpha - \beta y)$$

$$\frac{dx}{dt} = x(\alpha - 1000\beta)$$

$$\int_0^{T_2} \frac{dx(t)}{x(t)} = \int_0^{T_2} (\alpha - 1000\beta) dt$$

$$\int_0^{T_2} \frac{dx(t)}{x(t)} = \int_0^{T_2} (\alpha - 1000\beta) dt$$

$$\ln x(T_2) - \ln x_0 = \alpha T_2 - 1000\beta T_2$$

$$\ln \frac{x(T_2)}{x_0} = \alpha T_2 - 1000\beta T_2$$

$$\ln 0,5 = 0,0772 \times 30 - 1000\beta \times 30$$

$$-0,6931 = 2,31 - 1000\beta \times 30$$

$$-0,6931 - 2,31 = -1000\beta \times 30$$

$$-3,0031 = -1000\beta \times 30$$

$$\beta = 0,0001$$

3) Coeficiente $\hat{\delta}$

Sabendo que, após parasitar as larvas das moscas, a vespa vive no máximo 72 horas, o coeficiente de mortalidade da vespa na ausência de alimentos, $\hat{\delta}$ pode ser calculado conforme abaixo, assumindo, mediante essas informações, que a população de vespa reduz a 5% em até 60 horas (2,5 dias), ou seja, $y(2,5) = 0,05y_0$.

$$\frac{dy}{dt} = y(\delta x - \gamma)$$

$$\frac{dy}{dt} = -\gamma y$$

$$\frac{1}{y(t)} \frac{dy}{dt} = -\gamma$$

$$\ln y(t) - \ln y_0 = -\gamma t$$

$$\ln \frac{y(t)}{y_0} = -2,5\gamma$$

$$\gamma = -\frac{\ln \frac{y(t)}{y_0}}{2,5}$$

$$\gamma = -\frac{\ln \frac{0,05y_0}{y_0}}{2,5}$$

$$\gamma = -\frac{\ln 0,05}{2,5}$$

$$\gamma = 1,1983$$

4) Coeficiente D

A taxa de natalidade da vespa, D varia conforme a quantidade de larvas de mosca e fruto hospedeiro. Em média, a taxa de natalidade (ou parasitismo) é de 17,19% em condição de campo para essa região do Brasil. Sabendo que 1 fêmea adulta de vespa origina outras 16 fêmeas adultas e tomando $T_2=30$ dias, temos $y(T_2) = 1000 \cdot 16$ e $x_0 = 3000$ (1 fêmea de vespa para três larvas). Da equação de Lotka-Volterra, obtemos:

$$\begin{aligned}\frac{dy}{dt} &= y(\delta x - \gamma) \\ \int_0^{T_2} \frac{dy(t)}{y(t)} &= \int_0^{T_2} (\delta x_0 - \gamma) dt \\ \ln y(T_2) - \ln y(0) &= \delta x_0 T_2 - \gamma T_2 \\ \ln \frac{y(T_2)}{y_0} &= 3000\delta \times 16 - 16\gamma \\ \ln \frac{1000 \times 16}{1000} &= 3000\delta \times 16 - 16 \times 1,1983 \\ \ln 16 &= 48000\delta - 19,1728 \\ \delta &= \frac{21,94538}{48000} = 0,0005\end{aligned}$$

Os valores dos coeficientes obtidos para o estado de Pernambuco foram determinados baseados em dados biológicos e ecológicos das espécies em condição de campo. Os valores dos coeficientes para os estados de São Paulo e Rio de Janeiro estão sendo analisados. A próxima etapa da pesquisa, de acordo com a metodolo-

gia, é gerar o modelo. A eficiência do modelo se dará por meio de comparações dos seus resultados, como o da relação entre as densidades de moscas e de seu parasitoide para alcançar o equilíbrio ecológico, com os resultados obtidos pela literatura dos estados citados.

Considerações finais

Foi realizada uma longa busca por bibliografias referentes aos fatores biológicos e ecológicos das duas espécies citadas neste trabalho, para que, assim, pudéssemos obter um modelo matemático que descrevesse as interações entre elas. Não foram encontradas muitas pesquisas sobre a temática. Este fato também pode ser observado pelos autores Fiori et al. (2014) e Zucchi (2000).

No sudeste brasileiro, São Paulo foi o estado com o maior número de pesquisas sobre a temática. Já para o estado do Rio de Janeiro, infelizmente, quase não houve pesquisas, sendo a mais relevante ocorrida no ano de 2008 pela Embrapa Agrobiologia, localizada no município de Seropédica. Porém, esta foi encerrada ainda em 2008. Pernambuco foi o estado com um número maior de referências bibliográficas, quando comparado com os estados de São Paulo e, principalmente, com o do Rio de Janeiro, fato que pode estar diretamente associado ao seu elevado PIB oriundo da fruticultura, diferentemente do Rio de Janeiro.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR-MENEZES, E.L.; MENEZES, E.B. Rio de Janeiro. In: MALAVASI, A.; ZUCCHI, R.A. (Eds.). *Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil*: conhecimento básico e aplicado. Ribeirão Preto: Holos, 2000. p.119-126.
- ALUJA, M. Bionomics and management of *Anastrepha*. *Annual Review of Entomology*, Palo Alto, v. 39, p. 155-178, 1994.
- ALVES, V. E. S. *Dinâmica populacional de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) antes e após a liberação de Diachasmimorpha longicaudata (Hymenoptera: Braconidae) em área de intersecção de pomar cítrico e mata secundária*. Botucatu, 2010, 80p. Tese (Doutorado em Agronomia/Proteção de Plantas) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista.
- BAHIENSE, D. V. *Análise do desenvolvimento da fruticultura e seus efeitos sobre a produção agrícola no estado do Rio de Janeiro*. 2014. Disponível em: <<http://uenf.br/pos-graduacao/producao-vegetal/files/2014/07/Douglas-Vianna-Bahiense-Disserta%C3%A7%C3%A3o-UENF-Vers%C3%A3o-Definitiva.pdf>>. Acesso em: 10 ago. 2016.
- BASSANEZI, R. C. *Ensino-aprendizagem com modelagem matemática*. São Paulo: Contexto, 2002.
- BUENO, J. C. S.; MOLTEN, A.; PIOVESAN, L. R. *Modelagem matemática aplicada ao controle biológico de pragas em lavouras de milho*. 2014. Disponível em: <http://eventos.unipampa.edu.br/eremat/files/2014/12/CC_Bueno_00779581016.pdf>. Acesso em: 5 jun. 2015.
- BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Secretaria da Agricultura e Desenvolvimento Rural do Distrito Federal. *Barreiras fitossanitárias bem estruturadas evitam entrada de pragas de vegetais no Brasil*. 2004. Disponível em: <www.sa.df.gov.br/003/00301009.asp?TTCD_CHAVE=94363>. Acesso em: 6 mar. 2012.

- _____. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. *Cadeia produtiva de frutas*. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Secretaria de Política Agrícola, Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura. Brasília, 2007: IICA: MAPA/SPA. 102 p.
- CARVALHO, R. S. *Avaliação das liberações inoculativas do parasitoide exótico Diachasmimorpha longicaudata (Ashmead) (Hymenoptera: Braconidae) em pomar diversificado em Conceição do Almeida, BA*. 2005. Disponível em: <www.scielo.br/pdf/ne/v34n5/a12v34n5.pdf>. Acesso em: 10 dez. 2015.
- CHIARADIA, L. A.; MILANEZ, J. M.; DITTRICH, R. Flutuação populacional de moscas-das-frutas em pomares de citros no oeste de Santa Catarina, Brasil. *Ciência Rural*, v. 34, n. 2, p. 337-343, 2004. Disponível em: <<http://revistas.bvs-vet.org.br/crural/article/view/16084>>. Acesso em: 9 set. 2016.
- CLAUSEN, C. P.; CLANCY, D. W.; CHOCK, Q. C. *Biological control of the Oriental fruit fly (Dacus dorsalis Hendel) and other fruit flies in Hawaii*. Washington: ARS/USDA, 1965. 102p. (Technical Bulletin, 1322).
- DO VALLE, G. E. *Aspectos biológicos e morfológicos de Diachasmimorpha longicaudata (Ashmead, 1905) (Hymenoptera: Braconidae) criado em larvas irradiadas de Ceratitis capitata (Wiedmann, 1824) (Diptera: Tephritidae)*. 2006. 86 f. Tese (Doutorado) – Ciências/Energia Nuclear na Agricultura e no Ambiente, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.
- FAURÉ, Y.; HASENCLEVER, L., CARVALHO, R. *O desenvolvimento local no estado do Rio de Janeiro: estudos avançados nas realidades municipais*. Rio de Janeiro: E-Papers Serviços Editoriais, 2005. p. 66.
- FERNANDES, O. A. *Estudos bioecológicos e avaliação de danos causados por moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) em Citrus sinensis Osbeck var. Pêra*. 1987. 79 p. Dissertação (Mestrado em Entomologia) – Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 1987.
- FERRARA, F. A. A.; AGUIAR-MENEZES, E. L.; URAMOTO, K.; MARCO, P. J.; SOUZA, S. A.S.; CASSINO, P. C. R. Análise faunística de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) da Região Noroeste do estado do Rio de Janeiro. 2005. *Neotropical Entomology*, 34(2), 183-190. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ne/v37n1/a02v37n1.pdf>>. Acesso em: 10 ago. 2016.
- FERREIRA, C. P.; WESLEY, A. C. G.; LIMA, E. A. B. F. *Técnicas matemáticas e computacionais no manejo integrado de pragas*. 2010. Disponível em: <http://www.sbmec.org.br/eventos/cnmac/xxxiii_cnmac/pdf/232.pdf>. Acesso em: 5 jun. 2015.
- FIORI, A. F.; VALDIERO, A. C.; FRANSOZI, L.; RASIA, L. A. *Análise do ponto de equilíbrio no modelo Lotka-Volterra*. 2014. Disponível em: <<https://proceedings.sbmec.org.br/sbmec/article/view/343/345>>. Acesso em: 12 out. 2015.
- FRANÇA, W. M.; ALVARENGA, T. A.; OLIVEIRA, P. L.; LOPES, G. N.; PARANHOS, B. A. J. 2010. *Efeito do nim (Azadirachta indica) na mosca-das-frutas Ceratitis capitata (Diptera: Tephritidae) e seu parasitoide Diachasmimorpha Longicaudata (Hymenoptera: Braconidae)*. Disponível em: <www.biologico.sp.gov.br/docs/arq/v77_1/franca.pdf>. Acesso em: 16 dez. 2015.
- FREIRE, R. M.; PREGNOLATTO, S.; ZUBEN, C. J. V.; WALDER, J. M.M. *Modelagem matemática aplicada ao controle biológico de Ceratitis capitata Wiedmann (Diptera: Tephritidae) por Diachasmimorpha longicaudata Ashmed (Hymenoptera: Braconidae) em Citrus*. 2005. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1519-566X2005000200016&script=sci_arttext>. Acesso em: 4 jun. 2015.
- GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R.P.L.; BATISTA, G.C. de; BERTI FILHO, E.; PARRA, J.R.P.; ZUCCHI, R.A.; ALVES, S.B.; VENDRAMIM, J.D.; MARCHINI, L.C.; LOPES, J.R.S.; OMOTO, C. *Entomologia agrícola*. Biblioteca de Ciências Agrárias Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP: FEALQ, 2002. 920p.
- GARCIA, A. G. *Ecologia da paisagem e controle de pragas agrícolas*. 2014. Disponível em: <<http://base.repositorio.unesp.br/handle/11449/108773>>. Acesso em: 4 jun. 2015.
- GARCIA, F. R. M.; CORSEUIL, E. Flutuação populacional de *Anastrepha fraterculus* (Wiedemann) e *Ceratitis capitata* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae) em pomares de pessegueiro em Porto Alegre, Rio Grande do Sul. *Revista Brasileira de Zoologia*, v. 15, n. 1, p. 153-158, 1998.
- GINGRICH, R. E. Biological control of tephritid fruit flies by inundative releases of natural enemies. In: ALUJA, M.; LIEDO, P. (Ed.). *Fruit flies, biology and management*. New York: Springer-Verlag, 1993. p. 311-318.
- LAWRENCE, P. O. Host vibration: a cue to host location by the parasite, *Biosteres longicaudatus*. *Oecologia*, v. 48, p. 249-251, 1981.
- LORENZATO, D.; CHOUENE, E.C. Flutuação populacional, efeitos da temperatura e manejo de moscas-das-frutas do gênero *Anastrepha* em pomares de macieira (*Malus domestica* Borck) no município de Farroupilha, RS. *Agronomia Sulriograndense*, Porto Alegre, v. 21, n. 2, p. 297-319, 1985.
- LEAL, M. R.; AGUIAR-MENEZES, E. L.; LIMA FILHO, M.; RIBEIRO, J. C. R.; MENEZES, E. B. *Capacidade de sobrevivência e dispersão de Diachasmimorpha longicaudata, um parasitoide exótico de larva de moscas-das-frutas*. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2008. Disponível em: <ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPAB-2010/35706/1/doc260.pdf>. Acesso em: 16 jan. 2016.
- LEYVA, J.L.; BROWNING, H. W.; GILSTRAP, F. E. Effect of host fruit species, size, and color on parasitization of *Anastrepha ludens* (Diptera: Tephritidae) by *Diachasmimorpha longicaudata* (Hymenoptera: Braconidae). *Environmental Entomology*, 20, p. 1.469-1.474, 1991.
- MALAVASI, A.; NASCIMENTO, A. S.; CARVALHO, R. S. Moscas-das-frutas no MIP-citros. In: DONADIO, L. C.; GRAVENA, S. (Coord.). *Manejo integrado de pragas dos citros*. Campinas: Fundação Cargill, 1994. p. 211-231.
- MALAVASI, A.; MORGANTE, J. S.; ZUCCHI, R. A. Biologia de “moscas-das-frutas” (Diptera: Tephritidae). I. Lista de hospedeiro e ocorrência. *Revista Brasileira de Biologia*, Rio de Janeiro, v. 40, n. 1, p. 9-16, 1980.
- MATRANGOLO, W. J. R.; NASCIMENTO, A. S.; CARVALHO, R. S.; MELO, E. D.; JESUS, M. Parasitoides de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) associados a fruteiras tropicais. *Anais da sociedade Entomológica do Brasil*, Londrina, v. 27, n. 4, p. 593-603, 1998.
- MOLINEROS, J.; TIGRERO, J.; SANDOVAL, D. *Diagnostico de la situación actual del problema de las moscas de la fruta en el Ecuador. Dirección de Investigaciones*. Departamento de Entomología. Comisión Ecuatoriana de Energía Atómica, Quito, 1992. 47 p.
- MOURA, A. P.; MOURA, D. C. M. G. *ocorrência em goiabeira (Psidium guajava L.) em Fortaleza, Ceará*. *Arq. Inst. Biol.* Disponível em: <www.scielo.br/aii/pdf/aii.v40n1p09.pdf>. Acesso em: 11 nov. 2015.
- NAKANO, O. *Entomologia econômica do Brasil*. Rio de Janeiro: IBRPA, 1998.
- _____. *Biotecnologia de moscas-das-frutas com parasitoides no Brasil*. *Informativo SBF*, Brasília, v. 17, n. 3, p. 12-15, 1998.
- PARANHOS, B. J. 2007. *Biofábrica Moscamed Brasil: tecnologia ambientalmente segura no combate às pragas*. In: SIMPÓSIO DE MANGA DO VALE DO SÃO FRANCISCO, 2., 2007, Juazeiro. *Palestra*. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2007. 1. Disponível em: <[vvg00u236p30g2uh9\(8u0u\(8i2n2qu5\(2gig8hu9RVAPUA BVTO:\)\)](http://www.scielo.br/aii/pdf/aii.v40n1p09.pdf)>. Acesso em: 2 ago. 2016.
- PARANHOS, B. J. *Moscas-das-frutas que oferecem riscos à fruticultura brasileira*. 2008. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CPATSA-2009-09/39789/1/OPB2070.pdf>>. Acesso em: 6 set. 2016.

- PARANHOS, B. A. J. Técnica do inseto estéril e controle biológico: métodos ambientalmente seguros e eficazes no combate às moscas das frutas. 2005. Disponível em: <<https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/recursos/OPB63ID-egwWrmJdPY.pdf>>. Acesso em: 15 nov. 2015.
- PURCELL, M.F.; JACKSON, C. G.; LONG, J. P.; BATCHELOR, J. P. 1994. Influence of guava ripening on parasitism of the oriental fruit fly, *Bactrocera dorsalis* (Hendel) (Diptera: Tephritidae), by *Diachasmimorpha longicaudata* (Ashmead) (Hymenoptera: Braconidae) and other parasitoids. *Biological Control*. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1049964484710504>>. Acesso em: 15 set. 2016.
- RABELO, L. R. S. 2010. *Monitoramento de moscas-das-frutas (Diptera, tephritidae) em cinco municípios do estado de Goiás*. 2010. 85p. Dissertação (Mestrado em Agronomia: Produção Vegetal) – Escola de Agronomia, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2010.
- ROSSI, M. M.; JC BUENO, V. H. P. Principais espécies de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) e sua dinâmica populacional em pessegueiros na região de Caldas, Sul de Minas Gerais. *Revista de Agricultura*, Piracicaba, v. 63 (3) p. 329-342, 1988.
- SALLES, L. A. B. Efeito da temperatura constante na ovoposição e no ciclo de vida de *Anastrepha fraterculus*. *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*, Londrina, v. 22, p. 5.762, 1993.
- SOUZA, J. F. *Aspectos ecológicos das populações de moscas frugívoras (Diptera: Tephritoidea) no município de Araruama, estado do Rio de Janeiro*. 2004. 78 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2004.
- SOUZA FILHO, M. F. de; COSTA, V. S.; PAZINI, W. C. Manejo integrado de pragas na cultura da manga In: ROZANE, D. E. et al. (Ed.). *Manga – produção integrada, industrialização e comercialização*. Viçosa: UFV, 2004. p. 339-376.
- URAMOTO, K. K.; WALDER, J. M. M.; ZUCCHI, R. A. Biodiversidade de moscas-das-frutas do gênero *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae) no campus Luiz de Queiroz, Piracicaba, São Paulo. *Revista Brasileira de Entomologia*, Curitiba, v. 48, n. 3, p. 409-414, 2004.
- WALDER, J. M.; LOPES, L.A.; COSTA, M. L. Z.; SESSO, J. N.; TONIN, G.; CARVALHO, M. L.; LARA, P. Criação e liberação do parasitoide *Diachasmimorpha longicaudata* (Ashmead) (Hymenoptera: Braconidae) para controle de moscas-das-frutas no estado de São Paulo. *A Laranja*, Cordeirópolis, v. 16, p. 149-153, 1995.
- WALDER, J. M. M. Produção de moscas-das-frutas e seus inimigos naturais: associação de moscas estéreis e controle biológico. In: PARRA, J. R. P.; BOTELHO, P. S. M.; CORRÊA, F. B. S.; BENTO, J. M. S. (Eds.). *Controle biológico no Brasil: parasitoides e predadores*. São Paulo: Manole, 2002. p.181-190.
- WALDER, J. M. M.; COSTA, M. L. Z.; MASTRANGELO, T. A. Produção massal do parasitoide *Diachasmimorpha longicaudata* para o controle biológico de moscas-das-frutas. In: BUENO, V. H. P (Eds.). *Controle biológico de pragas: produção massal e controle de qualidade*. Lavras: UFLA, 2009. p.221-234.
- WONG, T. T. Y.; RAMADAN, M. M. Mass rearing biology of larval parasitoids (Hymenoptera: Braconidae) in Hawaii. In: ANDERSON, T. E.; LEPPA, N. C. (Ed.). *Advances in insect rearing for research and pest management*. Boulder: Westview Press, 1992. p. 405-426.
- ZUCCHI, R. A. Mosca-do-mediterrâneo, *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae). In: VILELA, E. F.; ZUCCHI, R. A.; CANTOR, F. (Eds.). *Histórico e impacto das pragas introduzidas no Brasil*. Ribeirão Preto: Holos, 2001. p. 15-22.
- _____. Taxonomia. In: MALAVASI, A.; ZUCCHI, R. A (Ed.). *Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado*. Ribeirão Preto: FAPESP-Holos, 2000. p. 13-24.
- ZUCCHI, R. A. et al. Prejuízos das moscas-das-frutas na exportação de citros. *Visão Agrícola*, v. 2, p. 73-77, 2004.

Lista de sites:

- Canal Rural. <<http://www.canalrural.com.br/>>. Acesso em: 21 nov. 2016.
- Canal Rural. Notícias. Disponível em: <<http://www.canalrural.com.br/noticias/hortifrutifruticultura-sustenta-agricultura-pernambuco-64654>>. Acesso em: 10 ago. 2016.
- CEPEA. Disponível em: <<http://cepea.esalq.usp.br/pibmg/>>. Acesso em: 11 set. 2016.
- CEPEA. Disponível em: <<http://cepea.esalq.usp.br/pibsp/>>. Acesso em: 11 set. 2016.
- CEPEA. Disponível em: <www.cepea.esalq.usp.br/pdf/Cepea_Relatorio_PIB_Agro_RJ.pdf>. Acesso em: 10 abr. 2016.
- College of Biological Sciences. *Download Populus*. Disponível em: <<http://cbs.umn.edu/populus/download-populus>>. Acesso em: 21 out. 2015.
- EMATER. Disponível em: <http://www.emater.rj.gov.br/areaTecnica/aspa2010_culturas_correcao.HTM>. Acesso em: 15 ago. 2016.
- Embrapa Semiárido. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/semiario>>. Acesso em: 20 nov. 2015.
- Fundecitrus. Disponível em: <<http://www.fundecitrus.com.br/doencas/mosca-das-frutas/21>>. Acesso em: 10 ago. 2016.
- Portal do Governo do Rio de Janeiro. 2014. Disponível em: <<http://www.rj.gov.br/web/imprensa/exibeconteudo?article-id=2232809>>. Acesso em: 15 ago. 2016.
- Portal do Governo do Rio de Janeiro. 2015. Disponível em: <<http://rj.gov.br/web/imprensa/exibeconteudo?article-id=2446999>>. Acesso em: 15 ago. 2016.
- Portal do Governo do Rio de Janeiro. 2016. Disponível em: <<http://www.rj.gov.br/web/seapec/exibeconteudo?article-id=2834226>>. Acesso em: 15 ago. 2016.

DADOS DAS AUTORAS

Viviane de Lima Noronha (vivi_lima_noronha@hotmail.com), discente/mestranda em Ciência e Tecnologia Ambiental no Centro Universitário Estadual da Zona Oeste (UEZO/RJ).

Rosana da Paz Ferreira (rosanapazf@gmail.com), docente orientadora/doutorado em Modelagem Computacional no Centro Universitário Estadual da Zona Oeste (UEZO/RJ).

METACOGNIÇÃO, TECNOLOGIA EDUCACIONAL NA FORMAÇÃO DOCENTE DE CIÊNCIAS: MAPEANDO AS PRODUÇÕES BRASILEIRAS

Pedro Henrique Maraglia

Mauricio Abreu Pinto Peixoto

Márcia Regina de Assis

RESUMO: Trata-se de estudo exploratório que tem como objetivo identificar produções acadêmicas disponíveis na rede mundial de computadores sobre metacognição no campo da formação de professores de ciências no contexto nacional. Foram consultados os materiais disponíveis no Google e no Google Acadêmico, na Scientific Electronic Library Online (SciELO) e no Portal de Periódicos da Capes, nos últimos 20 anos de publicações. Do total de 45.000 resultados foram identificados 11 trabalhos, sendo 1 tese, 2 dissertações, 5 artigos e 3 publicações em anais de eventos. Destes, 7 foram produzidos na região sudeste, 2 na região nordeste e, nas regiões norte e sul, apenas 1 trabalho cada. A maioria dos trabalhos estava relacionada à formação do professor de matemática e igualmente distribuída entre a formação inicial e continuada. Dessa forma, pode-se concluir que a produção é ainda incipiente e bastante recente, demonstrando carência principalmente em relação à formação de professores de Química e Biologia.

Palavras-chave: Mapeamento. Metacognição. Estratégias metacognitivas. Formação de professores.

ABSTRACT: This is an exploratory study that aims to identify academic productions available on the world computer network on metacognition in the field of teacher education in the national context. Were consulted in the last twenty years, the material available on Google and Google Scholar, SciELO, Capes Journal Portal. Of the total 45,000 results were identified eleven works, being one thesis, two essays, five articles and three publications in academic conferences. Among these, seven were produced in the Southeast region, two in the Northeast, and the Northern and Southern regions only one work each. Most of the work was related to the training of mathematics teachers and equally distributed between the initial and continuing education. Thus, we can conclude that the production is still incipient and quite recent, demonstrating a lack mainly in relation in the areas of Chemistry and Biology.

Keywords: Mapping. Metacognition. Metacognitive strategies. Teacher Training.

INTRODUÇÃO

Em relação à formação de professores de ciências, Fourez (2003, p. 9) questiona: “não seria a hora de a universidade e as escolas superiores formarem professores de ciências para a análise das implicações sociais do ensino de suas disciplinas?”. A motivação para tal questionamento reside no fato de que o ensino de ciências vive um período de crise, mediante ao embate de um fazer tradicional, conteudista, com os novos ideais focados na formação de um cidadão crítico e capaz de ocupar seu espaço na sociedade. Essa crise se reflete na formação de professores, visto que é coerente pensar que, para trabalhar os conteúdos de forma crítica, o professor necessite de uma formação que lhe forneça os devidos aportes.

A presença do ensino de ciências na instituição escolar é relativamente recente. No Brasil, esta se deu apenas na década de 1950. Até essa época, o que se considerava como importante era apenas a alfabetização e as operações matemáticas básicas. Da sua inserção até os anos 1980, predominou um ensino de ciências que enfatizava a descrição simples do conteúdo e métodos da ciência, sem preocupação com a transposição didática fundada no pressuposto de que esse ensino deveria colaborar na formação de um plantel científico nacional. Nesse sentido, então, havia pouca reflexão teórica e isso se refletia no ensino caracteristicamente tradicional, centrado na transmissão de conteúdo. É nas décadas de 1980 e 1990 que junto a uma série de mudanças no contexto social e político que o ensino de ciências passou a contestar as metodologias comportamentalistas e alienantes, acionando um o discurso da formação do cidadão crítico, consciente e participativo. Assim começaram a ser incorporadas ao contexto de ensino de ciências as ideias de autores como Bruner (cognitivista), Piaget (construtivista) e Vygotsky (interacionista), bem como a proposição de ensino baseado na tríade ciência, tecnologia e sociedade (CTS), afirmando a necessidade de se discutir os avanços tecnológicos e seu impacto social, preconizando a promoção da cidadania por meio de uma prática contextualizada e participativa (NASCIMENTO; FERNANDES; DE MENDONÇA, 2010).

Dessa forma, configurou-se em um cenário de crise, a disputa entre o hegemônico e o contra-hegemônico, da perspectiva tradicional/comportamentalista com a perspectiva de formação de um cidadão crítico e participativo. E, nesse momento, surge para o professor a necessidade de vir a refletir sobre essa crise, buscar alterna-

tivas para que haja uma estabilização, com o advento de novos modelos de formação. Assim é que, no presente, faz-se necessário inserir reflexões sobre esse cenário de crise do ensino de ciências na formação de professores, visto que este perdura até os dias atuais (FOUREZ, 2003).

Tecnologia e Tecnologia educacional

De origem grega, a palavra “tecnologia” se desenvolve pela junção das palavras *téchne*, que significa arte, destreza; e *logos*, que quer dizer palavra. *Téchne* está relacionada à técnica, ao fazer, e adicionada ao termo *logos* percebe-se a inserção de um sentido ao fazer, tornando a tecnologia a arte do fazer com um significado, intencional e planejado.

Indubitavelmente, a tecnologia é uma produção humana e permite que os indivíduos atuem sobre o meio em que vivem. Mas não se resume a isso, pois a tecnologia pode ser entendida como uma forma de leitura do mundo. E, nesse sentido, tecnologia, ciência e sociedade estão intimamente ligados. A ciência que permite o desenvolvimento de novas tecnologias é a mesma que se desenvolve pela utilização de novas tecnologias, numa relação de mútua influência, por vezes atuando na sociedade e sendo demandada por ela, por exemplo, na resolução de problemas (PEIXOTO; BRANDÃO; SANTOS, 2007).

Crochick (*apud* PEIXOTO; BRANDÃO; SANTOS, 2007) afirma que a definição de tecnologia educacional está pautada em duas perspectivas diferentes. Uma delas é a perspectiva técnico-científica, em que o aperfeiçoamento do ensino é enfatizado. A segunda perspectiva, por sua vez, é a tecnologia educacional, que pode ser entendida como a utilização sistemática de conhecimentos científicos e tecnológicos visando à solução de problemáticas no ensino. Já a perspectiva histórico-social enfatiza o processo de aprendizagem que leve ao pensamento crítico, tratando-se de saber o que e como fazer para potencializar as capacidades investigativas dos alunos, auxiliando-os a ampliar competências e habilidades cognitivas, implicando diretamente a capacidade de resolução de problemas, o enfrentamento de dilemas, a tomada de decisões e o estabelecimento de estratégias de ação.

A tecnologia é contextualizada, no sentido de atender as demandas do indivíduo ou do grupo social e, assim, deve ser pensada de forma não neutra, mas para abarcar questões políticas e sociais. Não devendo ser entendida apenas como uma forma de fazer, de solucionar as questões educacionais, mas como uma colaboração, pois uma mudança no panorama

educacional depende de outros fatores, como aspectos culturais, políticas de governo, condições de trabalho e formação dos professores.

Sancho (1998) afirma que existem três tipos de tecnologias educacionais: as instrumentais, as organizadoras e as simbólicas. As que se referem aos instrumentos de ensino-aprendizagem, como livro, quadro de giz, retroprojeto, televisão ou vídeo são as tecnologias instrumentais; organizadoras, que lidam com a gestão, o controle da aprendizagem da atividade produtiva e das relações humanas. As tecnologias organizadoras visam ainda à organização, ao currículo, à disciplina e a variadas técnicas de mercado.

As tecnologias educacionais simbólicas, por sua vez, são as que fazem uso de símbolos como ferramentas de solução de problemas da prática educativa. De forma mais específica, essas tecnologias estabelecem a ponte de comunicação entre professores e alunos ou fazem parte da mesma. Como exemplo, cabe citar a linguagem oral e escrita e o próprio conteúdo do currículo, enfatizando as representações icônicas e simbólicas além dos sistemas de pensamento. É nessa categoria que se situa a metacognição, construído que vamos trabalhar a seguir (PEIXOTO; BRANDÃO; SANTOS, 2007).

Metacognição e sua relação com a tecnologia educacional

O termo metacognição foi apresentado originalmente por John Flavell em 1976 como uma cognição sobre a cognição, um pensamento sobre o pensamento. Propuseram, então, a metacognição como:

[...] um termo amplo, usado para descrever diferentes aspectos do conhecimento que construímos sobre como nós percebemos, recordamos, pensamos e agimos. Uma capacidade de saber sobre o que sabemos. Um pensamento sobre o pensamento, uma cognição sobre a cognição ou um atributo cognitivo ou conhecimento sobre o fenômeno cognitivo. Sendo, portanto, um discurso de segundo nível sobre o conhecimento, caracteriza-se como um sistema de pensamento focado sobre a atividade cognitiva humana. (PEIXOTO; BRANDÃO; SANTOS, 2007, p. 69)

Nelson e Narens (1996) propuseram um modelo de funcionamento da metacognição como um fluxo informacional em dois níveis: o nível meta e o nível objeto. No primeiro, situam-se os modelos ideais de funcionamento e operação cognitiva, daí o termo metacognição. O segundo é onde ocorre a atividade cognitiva. Deste para aquele, flui, de forma ascendente e em tempo real, a informação sobre o que em realidade está acontecendo durante o proces-

samento cognitivo. Este é o fluxo informacional de monitoramento. No nível meta, a informação recebida é processada e comparada aos modelos ideais ali presentes. Disto resulta outro fluxo, agora descendente: o controle, a determinar a manutenção do processamento cognitivo em sua situação atual ou então sua modificação de modo a corrigir eventuais falhas ou dificuldades percebidas. Peixoto, Brandão e Santos (2007, p. 70) exemplificam este fluxo:

Por exemplo, o conhecimento preliminar que temos sobre nossa capacidade de recordar nos dá uma estimativa de se teremos facilidade ou não de recordar posteriormente algo aprendido. Este conhecimento metacognitivo que estaria no nível-meta permitiria um controle sobre o nível-objeto. A título de ilustração, este controle poderia determinar a escolha de fazer anotações escritas ou não. Mas o fluxo de informação pode ocorrer no sentido inverso, isto é, do nível-objeto para o nível-meta. Ao aprender, um aluno precisa saber se seus esforços estão sendo bem sucedidos. Segundo o modelo em tela, o sucesso ou insucesso em estar conseguindo armazenar de modo recuperável a informação no nível-objeto é enviado como um fluxo de informação de monitoramento para o nível-meta. Isto permite julgar os esforços de aprendizagem, gerando, então, fluxos de controle para o nível-objeto, modulando, desta forma, os esforços do aprendiz. Assim é que o sistema é entendido como dinâmico, com os fluxos informacionais alternando-se entre os diferentes níveis, gerando simultaneamente controle e monitoramentos cognitivos. Uma questão crítica na compreensão da metacognição é que tanto o controle quanto o monitoramento de um sistema metacognitivo são ações que se dirigem a um nível cognitivo.

Flavell (1979) postula que os processos cognitivos ocorrem via ações e interações entre quatro classes de fenômenos: o conhecimento metacognitivo, as experiências metacognitivas, os objetivos e as ações ou estratégias cognitivas.

Ainda segundo o próprio Flavell (1979), o conhecimento metacognitivo poder ser definido como as crenças que um indivíduo possui sobre ele próprio, sobre as variáveis da pessoa, da tarefa e da estratégia, atuando sobre os processos cognitivos, sendo passíveis de verbalização e acesso, armazenadas na memória por meio do acúmulo de experiências. Para Ribeiro (2003), o conhecimento metacognitivo se desenvolve através de uma ativa conscientização por parte do sujeito, de modo que esta acaba por interferir na maneira como determinadas variáveis **podem influenciar as atividades metacognitivas.**

As experiências metacognitivas estão relacionadas ao campo emocional e afetivo, baseando-se em impressões ou percepções

conscientes que podem ocorrer antes, concomitantemente ou após a execução de uma tarefa. Estão relacionadas ao entendimento do grau de sucesso de uma determinada atividade, estimulando o pensar reflexivo, cuidadoso e consciente, permitindo pensamentos e sentimentos acerca do próprio pensamento. De valor positivo ou negativo, são percebidas pelas pessoas nas situações vividas (RIBEIRO, 2003).

A habilidade metacognitiva permite o controle voluntário sobre seus próprios processos cognitivos, pela ação do conhecimento processual, fazendo uso das estratégias, incluindo, em sua atividade, a previsão, o planejamento, o monitoramento e a avaliação.

A previsão é a capacidade de sistematizar e pensar os objetivos de aprendizagem, características adequadas de aprendizagem e o tempo disponível para que estas possam ocorrer. O planejamento, por sua vez, viabiliza um pensar antecipado sobre como, quando e por que agir, de forma a obter seus objetivos, fazendo uso de metas auxiliares que conduzem a uma meta principal. A monitoração é a habilidade em observar, acompanhar e refletir sobre o andamento dos processos cognitivos. Logo, as decisões em relação à mudança de estratégias serão fundamentadas com base nas informações obtidas durante o monitoramento metacognitivo. A avaliação é a integração entre conhecimento e sentimento metacognitivo, para delinear o estado atual e nortear o futuro do processamento da tarefa. Essa avaliação permite a reflexão em relação aos resultados, o entendimento do problema, a adequação do plano, a execução do método de solução, bem como a adequação da resposta (EFKLIDES, 2008).

Nesse sentido, então, a metacognição pode impactar diretamente os contextos de formação de professores, podendo ser enquadrada, dessa forma, como uma tecnologia educacional simbólica. Isso se deve muito ao fato de se constituir como um sistema organizado de conceitos dirigido para o entendimento, a realização e a sustentação do estado de funcionamento dos conjuntos de objetos técnicos. Assim, essa tecnologia pode contribuir bastante com a formação de professores de ciências (PEIXOTO; BRANDÃO; SANTOS, 2007).

A formação de professores

Das escolas de primeiras letras até o presente momento, não somente os anos se passaram, assim como um império, uma nova república, um regime militar e a globalização ainda em curso; da mesma maneira, a formação do

professor sofreu e ainda irá sofrer uma série de mudanças em sua concepção. Outrora o que era ensinar a ler e a escrever, hoje se torna mais complexo e multifacetado.

Segundo Tunes, Tacca e Bartholo Junior (2005), o professor pode ser entendido sob duas metáforas. A primeira, a do professor jardineiro que fertiliza o solo, semeia a semente cuidadosa e amorosamente, espera a semente germinar, mantém o solo sempre úmido e a protege contra as pragas para que a planta possa nascer forte e saudável, de forma alguma interferindo nesta, apenas protegendo-a. Já na segunda metáfora, o professor é o escultor que, sob certas restrições e respeitando as características do material, de uma pedra bruta, molda formas reconhecíveis. Assim é que podemos entender o professor em situação dual e complementar. Ora, em um exercício de não interferência a permitir desenvolvimento, ora a talhar e modificar o material bruto. São belas essas imagens, mas o que, de fato, é a formação de professores? Quem é responsável por ela? O que se almeja do professor? Segundo Aranza (2004), há décadas discute-se em congressos, seminários, cursos e outros eventos semelhantes qual a formação ideal ou necessária ao professor, numa demonstração de insatisfação generalizada com relação aos atuais modelos formativos. De fato, produzimos mais dúvidas do que certezas, mais questões que respostas. Então é de se esperar que essa insatisfação em relação à formação de professores de ciências permaneça.

Gatti (2010) afirma, no entanto, que as licenciaturas são cursos que, por legislação, objetivam formar professores para a educação básica: educação infantil (creche e pré-escola), ensino fundamental, ensino médio, ensino profissionalizante, educação de jovens e adultos e educação especial. Entende-se ainda que esta formação dar-se-á em espaços regulamentados, que são as instituições de ensino superior.

Saviani (2009, p.149) apresenta dois modelos para a formação de professores:

a) modelo dos conteúdos culturais-cognitivos: para este modelo, a formação do professor se esgota na cultura geral e no domínio específico dos conteúdos da área de conhecimento correspondente à disciplina que irá lecionar.

b) modelo pedagógico-didático: contrapondo-se ao anterior, este modelo considera que a formação do professor propriamente dita só se completa com o efetivo preparo pedagógico-didático.

Ainda de acordo com Saviani (2009) a universidade contempla prioritariamente os conte-

údos culturais cognitivos, relegando à prática da profissão o desenvolvimento dos conhecimentos didáticos pedagógicos. E isso, em nossa opinião, é no máximo uma hipótese esperançosa, acreditar que uma prática autônoma, sem qualquer processo de desenvolvimento associado, possa gerar ações e procedimentos didaticamente adequados.

Para Tunes, Tacca e Bartholo Junior (2005), espera-se do professor que este conduza os alunos, buscando mediar os diferentes processos de significação que envolvam as situações de aprendizagem que planejou. Espera-se que o professor dê boas aulas ricas em conhecimento erudito, que conheça e domine o conteúdo a ser ensinado e que, assim, seja capaz de realizar transposições didáticas. Porém, o professor em geral vive um dilema. Como realizar essa transposição se, durante toda ou quase toda a sua formação, ele teve contato com um modelo de formação bem delineado por dois blocos de disciplinas estanques, as de conteúdo específico e as de conteúdo pedagógico?

Esse modelo concebe e constrói o professor como técnico, que busca solucionar problemas mediante técnicas e teorias, segundo Schnetzler, 2000. Esse autor se contrapõe a isso e partilha da ideia de formação do professor-reflexivo/pesquisador, teoricamente um profissional capaz de lidar com as intensas transições no contexto educacional. Tal orientação aponta para a necessidade de que a pesquisa educacional seja também realizada pelo professor dos níveis fundamentais e médio, e ainda mais, que esta fomente o pensamento reflexivo por parte do professor.

Segundo Carvalho e David (2015), a definição de “professor reflexivo” vem sendo discutida nos meios educacionais em diversos países e no Brasil, principalmente a partir dos anos 90. Segundo os autores, o precursor desse novo ideal pedagógico foi o educador norte-americano John Dewey (1859-1952), ao afirmar que o ensino deveria acontecer pela ação e não pela instrução mecânica reprodutiva.

Outro nome de grande expressão no contexto educacional brasileiro e um dos disseminadores do conceito de professor reflexivo foi Donald Schön (1992), inspirando toda uma geração de pesquisadores brasileiros a propor, também para os professores, um novo modelo de formação profissional, baseado na reflexão sobre a prática, dividido em três ideias centrais: a reflexão na ação, a reflexão sobre a ação e a reflexão sobre a reflexão na ação (FONTANA; FÁVERO, 2013). Os pensamentos de Schön fortaleceram a figura do professor mais ativo, autônomo e crítico, autor de suas escolhas, ques-

tionando a figura do profissional executor de ordens (ALARÇÃO, 1996).

Para Alarção (1996) o professor reflexivo se caracterizaria como um profissional criativo, capaz de refletir, analisar, questionar sobre sua própria atividade, não sendo um mero reprodutor de ideias e práticas tidas como “the best practices”. Em consequência disso, assume-se que o professor reflexivo seja capaz de agir de forma autônoma, com inteligência e flexibilidade, construindo e reconstruindo conhecimentos e saberes. Ainda segundo esse autor (1996, p.176):

Os professores desempenham um importante papel na produção e estruturação do conhecimento pedagógico porque refletem de uma forma situada, na e sobre a interação que se gera entre o conhecimento científico [...] e a sua aquisição pelo aluno, refletem na e sobre a interação entre a pessoa do professor e a pessoa do aluno, entre a instituição escola e a sociedade em geral. Desta forma, têm um papel ativo na educação e não um papel meramente técnico que se reduza à execução de normas e receitas ou à aplicação de teorias exteriores à sua própria comunidade profissional.

Exercer a docência é muito diferente do que era há décadas atrás. A sociedade vem se alterando constantemente e as inovações têm grande papel nisso. Tais inovações desafiam os profissionais da educação em variados domínios, dos mais sociais e humanísticos aos mais tecnológicos. E isso faz com que a docência, seja uma atividade de constante questionamento e reformulação para superar os desafios e atender às necessidades do aluno, tornando-se uma atividade satisfatória não só para os educandos, mas, sobretudo, para quem a desempenha. Fortalecendo então a necessidade de formação de professores reflexivos em detrimento do professor técnico (FONTANA; FÁVERO, 2013).

Dessa forma, a prática reflexiva requer do professor a constante autoindagação, fazendo-se perguntas como: de que modo estou trabalhando? Para quem trabalho? Qual a finalidade do ensino da minha disciplina? Por que trabalho desta forma? Alcanço os resultados almejados no meu trabalho? Que conhecimentos e capacidades os alunos desenvolvem por meio do que ensino e da forma como ensino? De que forma posso tornar mais eficaz minha prática? (FONTANA; FÁVERO, 2013). Esse constante ato de autoindagação também deve fortalecer o que diz Alarção (1996) sobre o conceito de professor reflexivo não se esgotar na ação docente, implicando ao professor saber quem é e as razões pelas quais faz o que faz, conscientizando-se do lugar que ocupa na sociedade. Nessa perspectiva, os professores têm de ser agentes ativos do seu próprio desenvolvimento e isso implica, por

vezes, pesquisar sua própria prática e os aspectos periféricos a ela.

E então é aqui que se pode voltar para a metacognição de forma a estimular e a permitir um pensamento reflexivo sobre a prática pessoal, na autoavaliação e no planejamento de suas ações docentes. É nesse sentido que a metacognição propõe-se como ferramenta para estimular esses processos reflexivos (PEIXOTO; BRANDÃO; SANTOS, 2007).

Esses aspectos introdutórios procuraram demonstrar, em primeiro lugar, a natureza essencial da metacognição como tecnologia educacional simbólica e fundamentar as assertivas linhas através do processo metacognitivo que está no cerne do tão demandado professor reflexivo. Em segundo lugar, procuramos apresentar os conceitos que, trabalhados por meio de estratégias metacognitivas, podem contribuir para a construção de uma postura reflexiva por parte do professor em formação. No entanto, sendo a metacognição uma área relativamente nova no campo educacional, resta saber se suas potencialidades estão sendo transformadas em ações reais a beneficiar os, hoje, alunos e amanhã, os professores. Mais especificamente, interessa saber se isso está acontecendo no contexto brasileiro. Sendo assim, o objetivo deste trabalho é mapear o uso da metacognição na formação de professores de ciências no contexto nacional.

Metodologia

A presente pesquisa tem caráter exploratório e visa subsidiar estudo mais amplo que busca compreender o potencial e as limitações da metacognição no ensino de ciências no contexto nacional. As buscas foram feitas nos seguintes sítios: Google Acadêmico e aberto, no portal de periódicos da Capes e na Scientific Electronic Library Online (SciELO), utilizando os termos de busca “metacognição”, “professores” e “formação de professores”, de acordo com os operadores lógicos de cada sítio dispostos abaixo no quadro 1. Foram considerados trabalhos entre os anos de 1996 a 2016.

Durante a pesquisa, foram consultados mais de 45.000 resultados de buscas, com suas superposições nos diferentes sítios de pesquisa. A seleção dos trabalhos a serem abordados se deu em duas etapas. Na primeira etapa, a cada busca desencadeada por um dos conjuntos de termos de busca, os itens que continham os termos no título e/ou nas palavras-chave, passaram por uma por uma triagem, sendo avaliados sob os seguintes critérios de inclusão:

- ser uma produção brasileira;
- estar redigido em língua portuguesa;
- ser uma produção acadêmica.

Nosso objetivo é compreender como está se dando a produção brasileira em metacognição na formação de professores de ciências, o que justifica o primeiro critério. Dado o caráter exploratório desta pesquisa, optou-se por buscar produções em português, tendo como hipótese inicial que este idioma abrangeria parcela significativa da produção brasileira e, do mesmo passo, estaria mais disponível para o conjunto dos profissionais de educação no país. Em relação a ser uma produção acadêmica, acreditamos que esse fato dê maior credibilidade aos trabalhos produzidos, visto que todos, de uma forma ou de outra, passam por sistemas de avaliação prévia a sua publicação. Os itens provenientes dessa primeira triagem foram salvos no Zotero¹, identificados e tabulados.

Na segunda etapa de seleção, procedeu-se à leitura do resumo de cada item com o objetivo de verificar a pertinência do item em relação a esta pesquisa. Os itens avaliados como pertinentes foram organizados e, então, lidos, utilizando uma estratégia de leitura conhecida como leitura inspeccional (SOUZA; CARVALHO, 1995). Depois dessa leitura, deu-se início ao mapeamento.

Resultados e discussão

Dos aproximadamente 45.000 resultados de busca, apenas 11 trabalhos foram avaliados como pertinentes aos objetivos desta pesquisa. O Quadro 1 apresenta uma descrição dos trabalhos encontrados por sítio de busca e conjunto de palavras-chave:

Quadro 1 – Artigos encontrados por busca

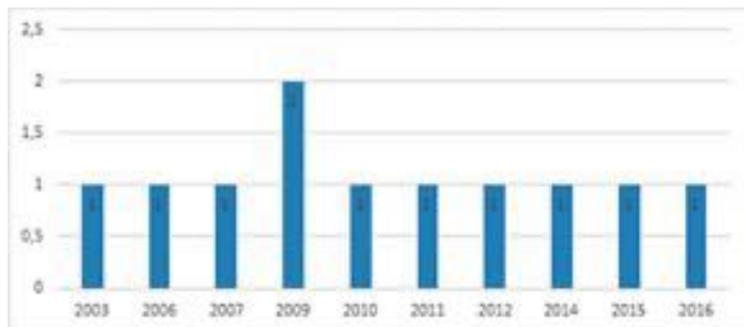
Palavras-chave de busca	Portal de busca	Quantidade de artigos
Metacognição	Google Scholar	3
Metacognição + Professores	Google Scholar	Nenhum encontrado
Metacognição + Formação de professores	Google Scholar	Nenhum encontrado
Metacognição	Periódicos Capes	Nenhum encontrado
Metacognição and professores	Periódicos Capes	Nenhum encontrado
Metacognição and formação de professores	Periódicos Capes	Nenhum encontrado
Metacognição	SciELO	Nenhum encontrado
Metacognição + Professores	SciELO	Nenhum encontrado
Metacognição + Formação de professores	SciELO	Nenhum encontrado
Metacognição + Formação de professores	Google aberto	8

¹ Zotero® – Software de gerenciamento de referências.

A maioria dos trabalhos encontrados envolveu as palavras-chave “Metacognição + Formação de professores” na busca direta no Google, o que indica que os portais especializados em publicações científicas podem estar desatualizados. É algo que causa dificuldades nas buscas, sendo necessário mais tempo e esforço para identificar trabalhos que venham a providenciar informações às pesquisas que visam mapear campos de estudo, como é o caso deste trabalho.

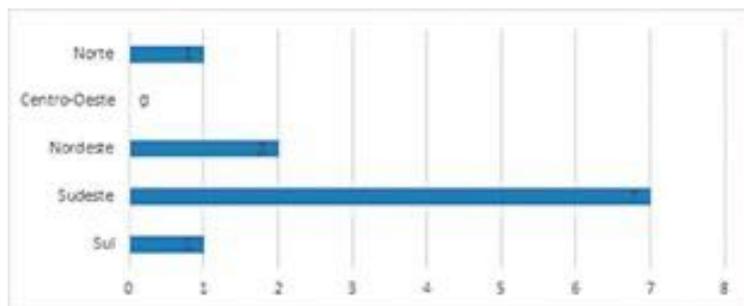
O Gráfico 1 apresenta a frequência de publicações:

Gráfico 1 – Frequência de publicações



Observe-se o baixo volume de produção, embora acontecendo de forma regular. Apon-ta-se o ano de 2003 como início da produção, demonstrando que a metacognição, quando empregada na formação de professores, se apresenta como um campo extremamente novo, com início das publicações há apenas 13 anos, o que é corroborado pelo pequeno número de trabalhos.

Gráfico 2 – Distribuição dos trabalhos em regiões



Como mostra o Gráfico 2, a maioria dos trabalhos se concentra na região Sudeste, o que de fato se esperava, visto o grande número de centros de pesquisa localizados nesta região. E ainda mais, mesmo considerando, no cenário nacional, a enorme heterogeneidade das atividades de pesquisa, o padrão regional da distribuição das publicações e dos pesquisado-

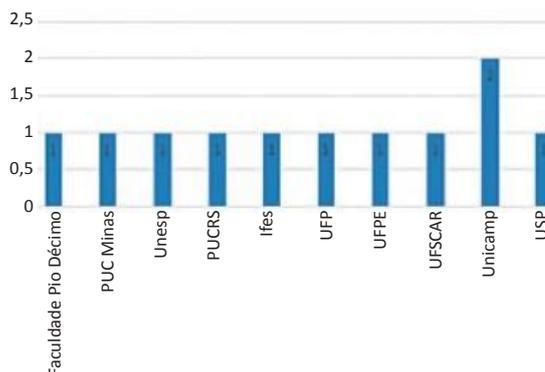
res é altamente concentrado na região Sudeste, com destaque às capitais dos estados (SIDONE; HADDAD; MENA-CHALCO, 2016).

Quadro 2 – Níveis de produção

Descrição dos níveis de produção	Quant.
Tese	1
Dissertação	2
Artigo	5
Trabalho em anais de eventos	3

O Quadro 2 discrimina as produções mediante seu nível, sendo possível destacar, em relação às demais, a produção de artigos publicados em periódicos. A existência de uma tese e duas dissertações explicita que a pesquisa sobre a metacognição empregada à formação de professores de ciências vem sendo desenvolvida ainda que de forma incipiente, pois, são esses trabalhos de maior fôlego que embasam as futuras produções, transformando-se em artigos e referências a futuros trabalhos.

Gráfico 3 – Distribuição de trabalhos por instituição



Segundo o Gráfico 3, os trabalhos não têm uma concentração em uma determinada universidade. O que se observa é uma produção que é distribuída e de forma bastante igualitária. Observa-se um pequeno destaque para a Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), que possui dois trabalhos, sendo um deles uma tese de doutorado, o que transmite a ideia da construção mais efetiva de um trabalho de pesquisa. Outro fato observado é que o autor do trabalho produzido na Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (PUC Minas), que é uma dissertação de mestrado, é o mesmo autor do trabalho produzido posteriormente no Instituto Federal do Espírito Santo (Ifes), sugerindo que ele

vem construindo uma linha de pesquisa baseada na sua experiência anterior. Isso é de grande importância para o campo, espera-se que pesquisadores egressos de cursos de pós-graduação desenvolvam e ampliem temas lá iniciados.

Quadro 3 – Categorias de ensino

Formação de professores	Quant.
de Ciências	3
de Matemática	7
de Física	1
de Química	0
de Biologia	0

O Quadro 3 apresenta a classificação dos trabalhos segundo a área do ensino de ciências e destaca-se que a maioria dos trabalhos abordam a formação de professores de Matemática. Esses trabalhos exploram principalmente a reflexão dessa disciplina em diferentes circunstâncias, empregando, por vezes, estratégias que serão explanadas a seguir.

O que de certa forma causa estranheza, é a inexistência de trabalhos na formação de professores de Química e Biologia. O que se esperava era que os trabalhos tivessem distribuição mais equânime, uma vez que o que se observa (pelo menos de forma empírica) é distribuição mais ou menos homogênea em outras áreas de pesquisa em educação. Além disso, a formação de professores tanto em Química quanto em Biologia é um dos temas muito estudados. Portanto, nessas áreas, pelos motivos anteriormente listados, percebe-se, na metacognição, um campo pleno de oportunidades de pesquisa, dada sua importância na formação tanto inicial quanto continuada desses professores.

Quadro 4 – Níveis de formação

Níveis de formação	Quant.
Investiga a formação inicial	4
Ambas	2
Investiga a formação continuada	3
Não especificado	2

No Quadro 4, pode-se observar que os trabalhos apresentam uma determinada uniformidade de distribuição entre os níveis de formação, demonstrando que cada vez mais a pesquisa na formação inicial e continuada vem tendo maior paridade de produção, ao contrário do que acontecia nos anos 90, como apresenta André (2000).

A metacognição pode ser desenvolvida na formação de professores por meio da utilização de estratégias metacognitivas. Nos trabalhos abordados nesta pesquisa, identificamos três estratégias, que são: o trabalho colaborativo, a narrativa e a análise de uma situação de aula.

A proposta de trabalho colaborativo se desenvolveu na tese de Ferreira (2003), em que os grupos organizaram-se de forma a compartilhar as decisões tomadas, sendo também responsáveis pela qualidade do que é produzido em conjunto, conforme suas possibilidades e interesses. O pressuposto dessa atividade é que ela irá favorecer os processos metacognitivos dos participantes. Durante a tomada de decisão em conjunto, formam-se espaços de reflexão e introspecção, tanto grupal, quanto pessoal. O trabalho colaborativo possibilita o resgate de valores, como o compartilhamento e a solidariedade numa sociedade extremamente competitiva e individualista. É importante ressaltar que muito embora a metacognição, explícita ou não, esteja sempre presente, o desejável desenvolvimento metacognitivo não ocorre natural e espontaneamente nesses contextos. É necessário que os coordenadores da atividade a tenham em mente e desenvolvam ações em sintonia com esse objetivo.

Freitas, Gomes e Pierson (2009) propuseram a narrativa como uma crônica da disciplina, com linguagem espontânea em estrutura aberta e flexível, relatando e interpretando experiências de vida ou situações vivenciadas no ensino, proporcionando o envolvimento dos estudantes na compreensão do seu próprio processo de construção de crenças, referências, problemáticas e elaboração de conhecimentos. Foi realizada às vezes de forma individual, outras vezes em grupo.

A análise de uma situação de aula, proposta por Coelho et al. (2012), pressupõe que a análise de uma situação vivida em sala de aula desencadeia aspectos metacognitivos importantes relativos à formação de professores, tais como o ambiente de pesquisa, habilidades para transcrever, criar categorias e analisar representações gráficas. Estas, entre outras, são fundamentais para o desenvolvimento dos processos de regulação do pensamento e da ação.

Além dessas, que já foram publicadas, existem outras estratégias que podem ser utilizadas, como os mapas conceituais, os mapas mentais, relato reflexivo, V de GOWIN e o pensar alto. Esse elenco de estratégias, cada qual com suas especificidades, ainda não aparece como empregado nos ciclos formativos do professorado de ciências, o que dá margem para futuras ações.

Conclusões

A metacognição como tecnologia educacional simbólica pode colaborar com a formação docente em ciências, porém, o que se observa é um campo ainda incipiente, com um pequeno número de trabalhos, apenas 11 identificados entre 45.000 resultados de pesquisa. Os trabalhos têm se concentrado na formação de professores de Matemática, enquanto a formação de professores de Química e Biologia, não tem nenhuma publicação relacionada à metacognição. Há que se considerar também que ainda é um campo novo, com início de pu-

blicações em 2003, configurando uma janela de produção de apenas 13 anos.

Reconhecemos as limitações que este trabalho possui dado seu caráter exploratório, temos um recorte de pesquisa que nos permite observar trabalhos que atendam certos critérios e, conseqüentemente, é praticamente impossível ter uma visão do todo em relação à produção, visto que a pesquisa está condicionada às formas como a trabalhamos. Contudo, ainda assim, pode-se observar um campo que ainda é carente de trabalhos, e que pode se expandir e colaborar de forma efetiva com a formação de professores de ciências no país.

REFERÊNCIAS

- ANDRÉ, M. A pesquisa sobre a formação de professores no Brasil – 1990-1998. In: LINHARES, Celia Frazão Soares et al. *Ensinar e Aprender: Sujeitos, Saberes e Pesquisa*. São Paulo: Editora DP&A, 2000.
- COELHO, S. M. et al. Um exemplo prático de atividades metacognitivas aplicadas na formação de professores de Física com base na pesquisa didática. *Caderno brasileiro de ensino de Física*, v. 29, n. 3, p. 1108-1020, 13 dez. 2012.
- EFKLIDES, A. Metacognition: Defining its facets and levels of functioning in relation to self-regulation and co-regulation. *European Psychologist*, v.13, p.277-287, 2008.
- FERREIRA, A. C. *Metacognição e desenvolvimento profissional de professores de matemática: uma experiência de trabalho colaborativo*. 2003. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas. Disponível em: <<http://www.bibliotecadigital.unicamp.br/document/?code=vtls000297486&fd=y>>. Acesso em: 12 maio 2016.
- FLAVELL, J. H. Metacognition and cognition monitoring: a new area of cognitive-developmental inquiry. *American Psychologist*, Washington, D.C., v. 34, p. 906-911, 1979.
- FOUREZ, G. Crise no ensino de ciências? (Crisis in science teaching?). *Investigações em ensino de ciências*, v. 8, n. 2, p. 109-123, 2003.
- FREITAS, D. ; GOMES, V. Z.; PIERSON, H. Narrativa e metacognição na formação de professores e pesquisadores em educação em ciências. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, v. 0, n. Extra, p. 1.399-1.402, 2009.
- FONTANA, M. J., FÁVERO, A. A., *Professor reflexivo: uma integração entre teoria e prática*. Alto Uruguai, v. 8, n. 17, jan.-jun., p. 1-15, 2013. Disponível em: <http://www.ideau.com.br/getulio/restrito/upload/revistasartigos/30_1.pdf>. Acesso em: 2 jul. 2016.
- GATTI, B.A. Formação de professores no Brasil: características e problemas. *Educ. Soc.*, Campinas, v. 31, n. 113, p. 1.355-1.379, dec. 2010.
- NASCIMENTO, F.; FERNANDES, H. L.; DE MENDONÇA, V. M. O ensino de ciências no Brasil: história, formação de professores e desafios atuais. *Revista HISTEDBR On-line*, v. 10, n. 39, 2010.
- NELSON, T.; NARENS, L. Why investigate Metacognition? In: METCALFE, J.; SHIMAMURA, A. P. (Ed.). *Metacognition. Knowing about knowing*. Cambridge, MA: MIT Press, 1996. p. 1-27.
- PEIXOTO, M. de A. P.; BRANDÃO, M. A. G.; SANTOS, G. dos. Metacognition and symbolic educational technology. *Revista Brasileira de Educação Médica*, v. 31, n. 1, p. 67-80, abr. 2007.
- SANCHO, J.M. (Org). *Para uma Tecnologia Educacional*. Porto Alegre: Artes Médicas, 1998.
- SAVIANI, D. Formação de professores: aspectos históricos e teóricos do problema no contexto brasileiro. *Revista brasileira de educação*, Rio de Janeiro, v. 14, n. 40, p.143-155, 2009. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbedu/v14n40/v14n40a12.pdf>>. Acesso em: 30 mar. 2015.
- SCHNETZLER, R.P. O professor de ciências: problemas e tendências de sua formação. In: SCHNETZLER, R.P.; ARAGÃO, R. M. R. *Ensino de ciências: fundamentos e abordagens*. Campinas, SP: Unimep, 2000.
- SIDONE, O. J. G.; HADDAD, E. A.; MENA-CHALCO, J. P. A ciência nas regiões brasileiras: evolução da produção e das redes de colaboração científica. *Transinformação*, v. 28, n. 1, p. 15-32, abr. 2016.
- SOUZA, L. M.; CARVALHO, S. W. *Compreensão e produção de textos*. Petrópolis, RJ: Vozes, 1995.
- TUNES, E.; TACCA, M. C. V. R.; BARTHOLO JUNIOR, R. S. O professor e o ato de ensinar. *Cad. Pesqui.*, São Paulo, v. 35, n. 126, p. 689-698, dez. 2005.

DADOS DOS AUTORES

Pedro Henrique Maraglia (pedromaraglia29@hotmail.com), licenciado em Química pela Universidade Federal do Espírito Santo (Ufes), mes-trando em Educação em Ciências e Saúde pelo Núcleo de Tecnologia Educacional para a Saúde da Universidade Federal do Rio de Janeiro (NUTES/UFRJ).

Mauricio Abreu Pinto Peixoto (geac.ufrj@gmail.com), doutor em medicina pela FM-UFRJ, professor adjunto do Laboratório de Currículo e Ensino Núcleo de Tecnologia para a Saúde Universidade Federal do Rio de Janeiro (NUTES/UFRJ).

Márcia Regina de Assis (m.r.assis@ig.com.br), doutoranda em Educação em Ciências e Saúde pelo Núcleo de Tecnologia Educacional para a Saúde da Universidade Federal do Rio de Janeiro (NUTES/UFRJ).