

O uso de atividades experimentais nos anos iniciais do ensino fundamental: uma análise comparativa

The use of experimental activities in the primary education: a comparative analysis

Fransueli Bahr da Silva

Universidade Federal de Santa Catarina
fransuelibahr@gmail.com

Rafaela Samagaia

Universidade Federal de Santa Catarina
rafaela.samagaia@gmail.com

Resumo

O ensino de ciências nos primeiros ciclos do Ensino Fundamental tem sido descrito por diferentes autores como sendo de grande importância. Não enquanto processo de simplificação de conteúdos científicos a serem apresentados de forma diluída às crianças, mas sim como um meio, que visa desenvolver novas competências e habilidades. Mas apesar das potencialidades a ele atribuídas, sua realização representa um desafio para os profissionais da educação. Entre as soluções identificadas na literatura, o uso de atividades experimentais vem sendo reconhecido como potencialmente favorável para superação destes obstáculos. Neste artigo, apresentamos os resultados obtidos durante uma pesquisa de TCC, onde se buscou analisar e comparar diferentes abordagens para o uso de atividades experimentais como estratégia de introdução da ciências nos anos iniciais do ensino fundamental.

Palavras chave: ensino de ciências, anos iniciais, atividades experimentais, investigação

Abstract

Different authors have been describing the science education in the first cycles of Elementary Education as of great importance. Not as a process of simplification of scientific content to be presented in diluted form to children, but as a means that aims to develop new skills and abilities. However, despite the potentialities assigned to it, its realization is a challenge for education professionals. Among the solutions identified in the literature, the use of experimental activities has been recognized as potentially favourable to those obstacles. In this article, we present the results during a Final Year Research Project where we attempted to analyse and compare different approaches to the use of experimental activities as strategy of introduction of

Key words: science teaching, primary education, experimental activities, scientific inquiry.

Introdução

Muitos são os autores e as razões para que se defenda a presença da ciência no Ensino Fundamental. A questão que resta no entanto é como fazer esta introdução, qual o enfoque dar e a estratégia metodológica a adotar. Entre as respostas possíveis, uma aparece como sendo particularmente interessante: o uso de atividades investigativas e experimentais.

A utilização da experimentação é uma possibilidade bem conhecida e aceita na literatura, principalmente quando se trata dos primeiros ciclos do ensino fundamental. No entanto Carvalho e Oliveira (2005) afirmam que ainda são poucas as propostas de atividades experimentais apropriadas para esta faixa etária tendo em vista a diversidade de conceitos existentes, particularmente no campo da física. Os autores trazem ainda uma ressalva importante: para uma abordagem apropriada, com vistas a alcançar o que é proposto pelo PCN (1998), as atividades experimentais devem ir além da simples experimentação. Devem levar o aluno a pensar sobre o conteúdo, mas principalmente, devem oferecer condições para que a cultura da ciência torne-se conhecida dos estudantes.

Outros trabalhos propõem o uso de atividades investigativas para a introdução às ciências. Nessa perspectiva a ação oferece ao aluno a oportunidade de olhar os problemas do mundo que o cerca, elaborando estratégias e planos de ação na busca por soluções. O objetivo está então em prepara-lo, desenvolvendo na sala de aula habilidades que lhes permitam atuar consciente e racionalmente fora do contexto escolar (CARVALHO, 2013; CARVALHO, 1998 e WARD et al., 2010). Os autores defendendo esta perspectiva pressupõem que nesta idade o aluno começa a construir os primeiros níveis de compreensão ou de descrição sobre o mundo. O ensino de ciências, poderia assim colaborar com estas construções. Pode-se esperar ainda, mostrar aos alunos que há outras formas de conhecer o mundo em que eles vivem e brincam. Para isso, é necessário buscar atividades que possam ser trabalhadas nessas séries e auxiliem na construção de um olhar reflexivo (CARVALHO, 1998). O PCN (1998) complementa esta idéia, atentando para a possibilidade de que este processo introdutório possa contribuir com a aquisição posterior de novos conhecimentos. Por isso, ao se pensar sobre o currículo de ciências desta fase, a aquisição de conhecimento científico pelas crianças deve ser importante, mas não o foco. Para todos os autores estudados, prioridade deve ser dada ao desenvolvimento cognitivo, as experiências, a identidade cultural e social e aos diferentes significados e valores que o aprendizado das ciências pode acrescentar a sua vida. O PCN (1998) defende ainda a ideia de que o interesse e a curiosidade pelos fenômenos naturais e tecnológicos favorece o envolvimento e a interação com o professor. Interação esta que é essencial para o sucesso das atividades e para apropriação do conhecimento.

Há importantes contribuições para o ensino de ciências nos anos iniciais na literatura, entre elas há a defendida por Helen Ward, que baseia-se nas pesquisas sobre a postura dos alunos em relação à ciência. Seu foco está em encontrar formas de desenvolver uma imagem da ciência, que ela denomina criativa (WARD et al., 2010). Há também importantes colaborações de Summers e Kruger (1994), que preocupam-se em como as concepções dos professores da escola primária interferem no ensino de ciências.

Neste artigo, optamos por explorar opiniões e estratégias de uma das mais antigas e conhecidas propostas do Brasil sobre o tema, a de Anna Maria Pessoa de Carvalho e do projeto francês *La Main a La Pâte* (LAMAP), que apesar de trazer uma proposta muito semelhante à da autora brasileira, integra elementos que incluem a atividade experimental em um cenário distinto, o que enriquece a discussão.

Fundamentação teórica

Uma das principais referências do país é a proposta de Anna Maria Pessoa de Carvalho e do grupo de pesquisadores do Laboratório de Pesquisa em Ensino de Física (LaPEF), da Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo (FEUSP)¹. Para esta autora, o uso de atividades experimentais no ensino fundamental deve estar inserido numa metodologia de ensino por investigação. Carvalho (1998) defende, neste contexto, o uso da experimentação como ferramenta para ampliar o conhecimento do aluno sobre os fenômenos naturais e fazer com que ele as relacione com sua maneira de ver o mundo. Em uma publicação de 1998, a autora propõe atividades de conhecimento físico para as séries iniciais. Em trabalhos mais recentes a proposta complexificou-se, incluindo o uso de Sequências de Ensino Investigativas (SEI). Trata-se de incluir os experimentos em um projeto mais amplo. Ele é composto por etapas que levam à investigação e à busca por respostas que podem, em alguns casos, serem construídas a partir de atividades experimentais.

Muito semelhante à esta versão da proposta de Carvalho (2013) está o projeto francês “La main a la pâte” (LAMAP). Concebido para o contexto europeu, a proposta do LAMAP vem sendo adaptado em diferentes países, inclusive o Brasil, onde é conhecido como “Mão na Massa”. Criado em 1995 pelos físicos Georges Charpak, Pierre Léna e Yves Quéré, o projeto tinha por objetivo, revitalizar o ensino de ciências na França que passava por uma reorientação naquele período. Para isso, as ações desenvolvidas fundamentam-se no ESFI (Enseignement des sciences fondé sur l’investigation), que pode ser traduzido como Ensino de Ciências Fundamentado pela Investigação. Edith Saltiel, uma importante pesquisadora que interessa-se há décadas pelo tema é uma das principais representantes desta proposta. Para ela, a introdução da ciência nas séries iniciais do Ensino Fundamental deve ter como objetivo principal o desenvolvimento da criança. Assim o ensino de ciências permitiria a descoberta dos objetos e fenômenos da natureza, além de estimular sua imaginação e desenvolver o domínio da linguagem oral e escrita.

As atividades de conhecimento propostas por Carvalho (1998), foram planejadas considerando a forma com que as crianças se relacionam com o conhecimento científico, e propõem uma experimentação cuja principal função é gerar uma situação problemática. Para tanto, a autora se fundamenta na Epistemologia Genética de Piaget e na proposta construtivista. Neste contexto, o aluno deve envolver-se intelectualmente com a situação física apresentada, construir suas próprias hipóteses e tomar consciência da possibilidade de testá-las, procurando as relações causais e elaborando assim seus primeiros conceitos (CARVALHO et al., 1998 e CARVALHO, 1989). Já a relação com os trabalhos de Piaget se justifica através das pesquisas que mostram como as crianças constroem o conhecimento físico do “mundo em que elas vivem”, e que nessa construção, elas vão elaborando

¹ O grupo tradicionalmente oferece cursos de formação para professores do Ensino Fundamental na cidade de São Paulo, além de disponibilizar vídeos com atividades aplicadas em seu site.

explicações causais dos fenômenos físicos (KAMII e DEVRIES, 1986).

Para Carvalho (1998) a atividade de conhecimento físico está diretamente relacionada à atividade de conhecimento da física (CARVALHO e tal., 1998). Seu principal objetivo é criar condições, em situação de ensino, que levem o aluno a pensar sobre o mundo físico. Nesse contexto, para a autora, pensar significa conseguir resolver um problema científico com o grupo, testando suas hipóteses, sistematizando seu conhecimento, tomando consciência do que foi feito por meio de uma discussão geral e elaborando um texto individual e coletivamente sobre as conclusões obtidas.

A autora passou a planejar atividades de conhecimento físico verificando como e em que condições os alunos conseguiam dar explicações causais para os fenômenos comumente ensinados nesta etapa. A pesquisadora tem como objetivo oferecer aos alunos desse segmento atividades capazes de contribuir com uma reflexão sobre um problema do mundo físico, além de, segundo ela, despertar a curiosidade e o interesse dos alunos através da atividade experimental. Carvalho (1998) defende que quando os alunos são levados a refletir sobre os problemas experimentais, e se os conteúdos abordados fizerem parte de seu cotidiano, eles aprenderão mais do que conceitos pontuais, aprenderão a pensar cientificamente o mundo e a construir os primeiros significados importantes do mundo científico. Mais ainda, para esta autora, a perspectiva construtivista não permite que se espere que o aluno descubra o conhecimento por meio do trabalho prático. A principal função das experiências seria então, com a ajuda do professor, criar hipóteses e mobilizar conhecimentos anteriores, afim de ampliá-los e fazer com que o aluno os integre em sua maneira de ver o mundo (CARVALHO et al., 1998). Carvalho (1998) propõe então a experimentação com a função de gerar uma situação problemática e não apenas como manipulação de materiais. Por isso, em sua proposta, sugere que seja dedicado um tempo para que os estudantes reflitam e contem o que fizeram, e desta maneira tomem consciência de suas ações expondo suas explicações causais. Ela sugere também que as aulas sejam planejadas de forma a que os alunos tenham a oportunidade de ultrapassar as ações contemplativas e passem a buscar explicações, para que tenham a chance de relacionar objetos e acontecimentos e expressar suas ideias. A autora afirma que nesta faixa etária os alunos são capazes de ir além da observação e descrição dos fenômenos (CARVALHO e tal., 1998 e CARVALHO e SASSERON, 2008).

Atividade experimental inserida em uma sequência de ensino por investigação

As atividades propostas por Carvalho (1998) fundamentam-se na ação dos alunos, que não devem apenas observar e manusear os objetos. Neste sentido ela concorda com Kamii e Devries (1986), quando estas mencionam que a atividade não termina quando o problema experimental é resolvido, pelo contrário, a resolução de um problema utilizando a experimentação deve envolver reflexão, relatos e discussão com o grupo. Por isso, Kamii e Devries (1986) propõem que a atividade deve ser dividida em quatro partes: na primeira os alunos agem sobre os objetos que estão a sua disposição, para conhecê-los; na segunda agem sobre os objetos a fim de produzir um efeito desejado; na fase seguinte tomam consciência de como foi produzido o efeito desejado; e na última fase dão suas explicações do que ocorreu.

Para Carvalho

É durante essas etapas de reflexão, da procura dos porquês, onde os alunos tomam consciência de suas próprias ações e dão explicações causais para isso, é a fase em que os alunos têm a oportunidade de construir sua compreensão dos fenômenos físicos. E enquanto contam para o professor e para a classe o que fizeram e descrevem

suas ações, vão estabelecendo, em pensamento, as próprias explicações conceituais, lógico-matemáticas e causais. (CARVALHO et al., 1998, p. 22).

Este contexto teórico dá força ao uso da atividade experimental, que não é apenas um experimento, mas uma ação prática, apresentada como parte de uma metodologia questionadora. É uma atividade que permite o levantamento de concepções espontâneas através das hipóteses, materialização da reflexão através dos testes, e proporciona o confronto entre concepção espontânea e explicação científica através de sequências que colocam em xeque as conclusões que não correspondem à realidade do fenômeno estudado. Em seus trabalhos mais recentes, Carvalho (2013) sugere a estruturação de ações através de Sequências de Ensino Investigativas (SEI). Para isso a autora fundamenta-se em Piaget e Vigotsky e acredita que, apesar destes autores mostrarem pontos de vista diferentes, as investigações e teorias por eles propostas podem ser complementares em diferentes momentos na sala de aula, e influenciam o cotidiano das aulas de ciências. A SEI surge assim como uma resposta a necessidade de criar um ambiente investigativo em aulas de ciências, que perdure ao longo de todo o ano escolar e que se desdobre em diferentes temáticas. O objetivo é permitir aos alunos ampliar sua cultura científica, adquirindo aos poucos elementos pertencentes a linguagem da ciência (CARVALHO, 2013).

Outra proposta de Sequência de Ensino por Investigação, já citada anteriormente, é a defendida pelo LAMAP. As atividades propostas por este projeto, que data dos anos 90, tem muita semelhança com as propostas de Carvalho (2013). Entretanto, os objetivos finais das propostas são distintos. Enquanto a pesquisadora brasileira preocupa-se prioritariamente com a compreensão de conteúdos e conceitos dos fenômenos físicos (CARVALHO, 2013), o projeto francês utiliza desses conceitos para estimular habilidades de desenvolvimento cognitivo da criança. O objetivo da última proposta é fazer com que o aluno participe da descoberta dos objetos e fenômenos da natureza, contrastando-os com elementos de observação e experimentação em sua realidade, estimulando a imaginação e desenvolvendo o domínio da linguagem oral e escrita (SALTIEL, 2005). No LAMAP trata-se de construir conhecimentos da forma mais integrada possível. A preocupação com o conteúdo propriamente dito existe, mas dialoga com o processo de alfabetização que é o foco desta etapa escolar.

A sequência proposta pelo LAMAP obedece aos princípios de unidade e diversidade, ou seja, as atividades devem articular o questionamento do mundo real, fenômeno ou objeto, vivo ou não vivo, natural ou construído pelo homem. Segundo o projeto esses questionamentos levam à aquisição de habilidades decorrentes de uma investigação conduzida pelo aluno e orientada pelo professor. (SALTIEL, 2005). Na adaptação brasileira do projeto, surge com força a presença de cinco momentos que estruturam a aula de ciências. Cada um deles representa uma fase identificada como sendo essencial para garantir uma boa investigação por parte dos alunos. Dentre elas está a escolha de uma situação problema, a formulação do questionamento pelo aluno, a elaboração de hipóteses, a investigação conduzida pelo alunos e por fim um registro dos novos conhecimentos adquiridos.

Para Edith Saltiel, a qualidade do registro produzido pelos alunos é uma importante referência quanto à qualidade das atividades realizadas. Ela defende que enquanto em estágios iniciais de compreensão os alunos apenas descrevem o procedimento, com o amadurecimento do trabalho, eles vão aprofundando seus registros. Deixando entrever, gradativamente, elementos representativos de uma reflexão legítima. A autora também traz uma discussão

teórica sobre a natureza e a função do registro que ela categoriza em: i) para o aluno, ii) para o colega e iii) para o grupo, como sendo fundamentais no processo de construção do conhecimento científico (SALTIEL, 2005).

A materialização do ar: duas propostas de atividades experimentais

Para melhor compreensão dos trabalhos, descreveremos na sequência duas atividades práticas: uma delas proposta por Carvalho (1998) e a outra pelo projeto LAMAP. Ambas tem o objetivo de discutir a existência do ar e o espaço ocupado por ele. O tema foi escolhido porque, além de estar fortemente presente no currículo de ciências das primeiras séries, mostra-se como sendo de grande complexidade para crianças desta faixa etária. A atividade experimental pode ser assim um aliado importante, ilustrando visual e sensitivamente as características do ar.

A atividade proposta por Carvalho (1998) chama-se "O problema do copo". Com essa atividade a autora pretende que as próprias crianças concluam que o ar existe a partir de sua capacidade de ocupar lugar no espaço. A proposta se inicia com a divisão da turma em pequenos grupos de no máximo quatro crianças. Em seguida o professor faz a entrega do material para os grupos. Para essa atividade são necessários: um copo de plástico transparente e rígido; um recipiente transparente com água e profundidade suficiente para o copo ficar submerso; diversas folhas de papel. Em seguida o professor propõe o problema para a turma: "como será que a gente faz para colocar este papel dentro do copo e afundar o copo dentro da bacia com água sem molhar o papel?"

Depois de compreenderem o problema, os alunos agem sobre o material para conhecê-lo e em seguida utilizá-lo da forma que julgarem necessária para resolver o problema. Espera-se que eles coloquem o papel no fundo do copo e insiram o copo no recipiente com a boca para baixo. Mesmo que o copo fique submerso pela água o papel não molhará porque o ar ocupará o espaço entre a água e o papel. Assim que todos os grupos solucionarem o problema, a professora recolhe o material e os grupos discutem, buscando argumentos para justificar o que foi observado. Posteriormente os pequenos grupos expõem seus argumentos ao grande grupo, que tenta chegar a uma conclusão. Para Carvalho (1998), essa é a hora de motivar os alunos a darem suas explicações causais e questioná-los, a fim de que concluam que o ar existe e que ele ocupa espaço. Logo após o término da discussão o professor solicita que cada aluno faça um registro da atividade. Por fim, dá exemplos de situações do cotidiano relacionadas com a que eles acabaram de realizar.

O LAMAP propõe a mesma atividade experimental, entretanto com uma abordagem diferente. Há também a sugestão de dividir a turma em pequenos grupos. Em seguida, ao invés de propor um problema para os alunos resolverem com os materiais, o professor sugere diretamente a montagem experimental para que os alunos discutam e levantem hipóteses sobre o que acontecerá, antes do experimento ser realizado: "O papel no fundo do copo molha ao não?". Neste momento o aluno deve pensar sobre a questão individualmente e fazer um registro de suas hipóteses e argumentos em seu caderno. Na sequência, as crianças refazem o exercício, mas desta vez, em pequenos grupos, buscando produzir uma conclusão coletiva. Espera-se assim que as crianças defendam suas hipóteses e analisem as observações dos colegas até chegarem a um acordo e então registram as hipóteses e argumentos mais representativos do pequeno grupo em seu caderno. Feito isso, cada grupo expõe suas hipóteses ao grande grupo, justificando seus argumentos. A professora faz um registro da

conclusão da turma visível a todos. Após a discussão os alunos realizam a verificação experimental, fazem um novo registro individual sobre o que observaram e compararam com o que eles achavam que aconteceria.

Na etapa seguinte, complementar a esta, o professor aumenta a complexidade do problema, sugerindo que seja feito um furo no copo e recolocando a questão: "O que acontece com o papel agora?". Todas as etapas de registros e discussões são repetidas até que o experimento seja realizado. Caso algum aluno chegue a uma conclusão diferente da esperada mesmo depois da discussão com o grupo, o professor deve propor novas atividades que refutem os argumentos utilizados por este aluno ou grupo de alunos, até que ele consiga unificar a compreensão do grupo, assumindo que o papel não molhou devido à presença do ar dentro do copo.

Percebemos que apesar de proporem a mesma atividade experimental, a forma com que ela é abordada e as atividades que antecedem e sucedem o experimento podem proporcionar um momento de reflexão e ação ou apenas manipulação dos materiais. Isso evidencia que mais importante que a atividade experimental, é o contexto em que ela está inserida e os objetivos que o professor tem quando opta por utilizá-la.

Considerações finais

O estudo de trabalhos que propõem as atividades experimentais como estratégia didática para a introdução da ciência no ensino fundamental apresenta um forte potencial para superar obstáculos relacionados ao ensino de ciências nestas séries. A condição para obtenção destes benefícios parece no entanto, fortemente vinculada a utilização de sequências, que garantam a continuidade no trabalho ano após ano, ao longo de todo o ensino fundamental.

Um ponto que fica em evidência quando comparamos as propostas aqui apresentadas, é a forma com que a atividade experimental é inserida. A sequência proposta por CARVALHO (1998) utiliza o experimento para resolução de um problema que é inicialmente proposto pelo professor. Já a sequência descrita pelo LAMAP utiliza o experimento de modo a induzir os alunos a refletirem sobre uma situação dada, mobilizando e utilizando seus conhecimentos prévios. Pensar sobre o que vai acontecer precede a observação, forçando as crianças a compreenderem os fenômenos ou objetos estudados. O experimento, posterior a esta etapa, tem o objetivo de pôr em conflito as concepções alternativas trazidas pelas crianças e a realidade. O procedimento será em seguida repetido inúmeras vezes, com vistas a envolver o conjunto de explicações que podem ser introduzidas pelas crianças. Vê-se então que não somente o fato de realizar uma atividade experimental, mas a forma com que ela é apresentada aos alunos e as atividades que a acompanham são relevantes. Sem uma abordagem apropriada, a experimentação é apenas uma atividade manual.

Outro ponto relevante foi identificado durante um trabalho de conclusão de curso (BAHR, 2014) e apontado pelos professores entrevistados naquele trabalho: a autonomia do professor. Apesar das sequências de ensino serem um suporte importante, elas não devem ser constituídas como roteiros estáticos. Existe uma real necessidade de flexibilização destas estruturas, adaptando-as a cada turma. O professor precisa de autonomia na aplicação de uma proposta, podendo incluir e retirar atividades dependendo do desenrolar da turma e das dificuldades dos alunos. Além disso, as atividades devem fazer parte do contexto geográfico e sociocultural de cada grupo. Contexto este que somente o professor conhece.

Nosso objetivo era propor uma discussão sobre o ensino de ciências no Fundamental I. Para alcançá-lo iniciamos uma busca por trabalhos relacionados ao tema, em especial pelos que propunham a utilização de atividades experimentais. Optamos por esse tipo de propostas dada a sua importância histórica e sua recorrência como ferramenta para o ensino de ciências. No entanto, sabemos que a experimentação não é a única forma de ensinar ciências para essa faixa etária. A Sequência de Ensino por Investigação por exemplo, é muito mais do que a atividade experimental propriamente dita, que pode ou não ser investigativa. Entendemos que mais do que incorporar conteúdos científicos nas séries iniciais para facilitar o entendimento da ciência posteriormente, o ensino de ciências nesta etapa pode auxiliar no desenvolvimento do estudante, além de prepará-lo para compreender o mundo em que vive, para pensar de forma crítica e solucionar problemas de forma racional.

Referências

BAHR, F. O potencial das atividades experimentais em ciências nos anos iniciais do Ensino Fundamental: uma análise. 2014. 31 p. Trabalho de conclusão de curso (Licenciatura em Física) – Centro de Ciências Físicas e Matemáticas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

BRASIL. “LEI n.º 9394, de 20.12.96, Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional”, in Diário da União, ano CXXXIV, n. 248, 1998.

CARVALHO, A. M. P. de; Física: Proposta para um ensino construtivista. 1 ed. São Paulo: EPU, 1989.

_____, et al. Ciências no Ensino Fundamental: O conhecimento físico. 1 ed. São Paulo: Scipione, 1998.

_____; O ensino de ciências e a proposição de Sequências de ensino investigativas. In: (Org.) Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula. São Paulo: Cengage Learning, 2013. p. 1 - 20.

KAMII, C.; DEVRIES, R. O conhecimento físico na educação pré-escolar: Implicações da teoria de Piaget. 1 ed. Porto Alegre: Artes Médicas, 1986

_____, SASSERON, L. H.; Almejando a alfabetização científica no Ensino Fundamental: a proposição e a procura de indicadores do processo. Investigações em Ensino de Ciências, Porto Alegre, v. 13(3), p. 333-352, 2008.

_____, OLIVEIRA, C. M. A. de; Escrevendo em aulas de ciências. Ciências & Educação, Bauru, v. 11, n. 3, p. 347-366, 2005.

WARD, H., et al. Ensino de Ciências. 2 ed. Porto Alegre: Artmed, 2010.

SALTIEL, E. "La démarche d'investigation, comment faire en classe?", 2005. Disponível em <http://www.fondation-lamap.org/fr/page/11324/la-d-marche-dinvestigation-comment-faire-en-classe>. Acessado em 15/10/2015.

SUMMERS, M. e KRUGER, C. A longitudinal improving primary school teachers' subject matter study of a constructivist a approach to knowledge in science. Teaching & Teacher Educariun. v. 10, n. 5, pp. 499-519. 1994