

# Método de análise lógico-operatória de ferramentas computacionais

## Operatory-logic analysis method of computational tools

*Patricia Alejandra Behar \**  
*Deise Bortolozo Pivoto \*\**  
*Fabiana Santos da Silveira \*\**  
*Gretel Siblesz \*\*\**

### Resumo

O presente estudo é um dos resultados obtidos pelo grupo de pesquisa que realiza a Análise Operatória de Ambientes Computacionais no NUTED – Núcleo de Tecnologia Digital aplicada à Educação/FACED/UFRGS. Neste, utiliza-se a lógica operatória piagetiana como base teórica para a construção de uma metodologia de análise de ferramentas computacionais. Portanto, foi necessário definir os conceitos utilizados no método proposto em forma de quadro. Este serve para identificar, tanto na ferramenta quanto no usuário que está interagindo com a mesma, operações lógicas e/ou infralógicas e agrupamentos de classes e/ou relações. Logo, poderá ser identificado o nível operatório em que um sujeito deve se encontrar para interagir com um ambiente computacional, assim como a estruturação e reestruturação dessas operações durante a própria interação.

**Palavras-chave:** Lógica operatória. Ferramentas computacionais. Metodologia de análise.

### Abstract

The present contribution reports results obtained by the group which investigate the Operative Analysis of Computational Environments. This group belongs to the Nucleous of Digital Technology applied in Education (NUTED), of the Education School of the Federal University of Rio Grande do Sul. Basically we use the Piagetian Theory, in particular, the logical-operatory model, to construct a methodology to analyse computational tools. Therefore, we have to define the basic concepts in a frame form that are used in the method. This procedure is used to identify either in the tool or in the subject that is interacting with it, logic and/or infralogic operations and class and/or relation grouping. Thus, we can identify the operatory level which the subject have to interact with the computational environment, as well as the structure and restructurations of this operation during the interaction.

**Keywords:** Operatory-logic. Computational tools. Analysis method.

\* Professora Adjunta do Departamento de Estudos Especializados da Faculdade de Educação da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Pós-Graduação em Informática na Educação e em Educação. E-mail: pbehar@terra.com.br.

\*\* Bolsistas ITI/CNPq, alunas de graduação do Curso de Pedagogia, Faculdade de Educação.

\*\*\*Pesquisadora DTI/CNPq do projeto ARCA – Ambiente de Realidade Virtual Cooperativo de Aprendizagem, financiado pelo CNPq/CC.

## Résumé

Cette étude est un des résultats obtenus par le groupe de recherche qui réalise l'Analyse Opératoire d'Environnements d'Ordinateurs au NUTED – Nucléus de Technologie Digitale Appliquée à l'Éducation/FACED/UFRGS. On y utilise la logique opératoire de Piaget comme base théorique pour la construction d'une méthodologie d'analyse des outils sur ordinateurs. Par conséquent, il a été nécessaire de définir les concepts utilisés dans la méthode proposée sous la forme de cadre. Celui-ci sert pour identifier, autant dans l'outil comme chez l'utilisateur qui interagit avec celui-ci, les opérations logiques et/ou infralogiques et les groupements de classes et/ou relations. D'emblée, il sera possible d'identifier le niveau opératoire dans lequel un sujet doit se rencontrer pour interagir avec un environnement d'ordinateurs, bien comme la structuration et la réstructuration de ces opérations durant la propre interaction.

**Mots clefs :** Logique opératoire. Outils sur ordinateurs. Méthodologie d'analyse.

## Introdução

O presente estudo é parte integrante de um projeto de pesquisa interdisciplinar que integra os pressupostos da Teoria Piagetiana, da Ciência da Computação e da Informática na Educação. Essas áreas de conhecimento são utilizadas como instrumentos potenciais na construção de um método de análise lógico-operatória de ferramentas computacionais.

Esta metodologia foi construída na forma de um quadro onde foram colocadas as estruturas das operações mentais, lógicas e infralógicas, e os agrupamentos de classes e/ou relações que podem ser desenvolvidas pelo sujeito ao interagir com o objeto, que, neste caso, é o ambiente computacional. Ela utiliza conceitos piagetianos que serão definidos nesta abordagem.

Castorina (1982) se refere aos estudos de Piaget, afirmando que a lógica operatória estuda as estruturas de conjunto da lógica natural própria do sujeito, mediante o aparato teórico da lógica formal. Portanto, entende-se que a lógica é a culminação de um longo processo de construção, que se apóia nos processos naturais da inteligência das crianças e dos adultos, e, ainda, que a lógica dos lógicos é um produto reconstrutivo das estruturas da lógica natural. Assim, a lógica operatória pode ser definida como a construção intermediária entre ambas, com o intuito de descrever esta lógica natural através da construção de modelos formais.

Além disso, o autor define as operações como ações interiorizadas, reversíveis e coordenadas em uma estrutura total suscetível de voltar ao ponto de partida e fazer composição com outras ações (CASTORINA, 1982). Portanto, todo ato representacional, que é parte integrante de uma trama organizada de atos conexos, é uma operação.

relações, identificados nas ferramentas computacionais. Além disso, destaca-se como estrutura organizacional desta metodologia a idéia de noções espaciais envolvidas nas operações e relações infralógicas. Isto se deve à ligação da evolução da representação do espaço com o desenvolvimento das estruturas operatórias do sujeito.

Segundo Castorina (1982), os *agrupamentos*<sup>1</sup> são as estruturas de conjunto mais elementares da lógica operatória, usadas para traçar formalmente as operações do pensamento. Trata-se de uma estrutura operatória, ou seja, são estruturas de pensamento que servem de modelo para as operações lógicas e infralógicas, organizando, portanto, as operações de: classificação, seriação, correspondência, entre outras. Os agrupamentos são caracterizados por uma reversibilidade restrita às ações, exibindo pouca mobilidade. Os elementos de um agrupamento podem ser classes ou relações e, de acordo com esta divisão, se encontram organizados no quadro de análise das operações, como mostrado na seção 3 deste estudo.

As *operações lógicas* tratam de objetos individuais, invariantes, limitando-se a agrupá-los ou relacioná-los sem considerar as relações espaciais e temporais envolvidas. São operações do tipo seriação, classificação, entre outras.

As *operações infralógicas*, por sua vez, são operações espaço-temporais que consistem em ligar as partes componentes de um todo e reuni-las em um todo contínuo. Nestas operações se reúnem ou separam as partes componentes de um objeto, de acordo com a posição espacial que este ocupa, dando lugar às *operações de medida*.

Piaget e Inhelder (1993) sustentam que, na construção e representação do espaço, são considerados três tipos de relações: topológicas, projetivas e euclidianas.

- *Relações Topológicas*: são as operações mais elementares do espaço topológico. Suas relações são construídas entre partes vizinhas de um mesmo objeto ou entre um objeto e sua vizinhança imediata. Isto ocorre de modo contínuo e sem referências às distâncias, onde as relações são caracterizadas pela representação intuitiva. Assim, um espaço topológico é uma reunião contínua de elementos, deformáveis por estiramento ou contrações, e não conserva retas, distâncias e ângulos. Nas noções topológicas, a criança não chega, portanto, à construção de um sistema de figuras estáveis ou de relações entre figuras.

---

<sup>1</sup> Os agrupamentos também são definidos, segundo Becker (1998), da seguinte forma: “as operações do sub-período das operações concretas – operações direta, inversa, idêntica e idênticas especiais – constituem uma espécie de grupo a que Piaget chama de agrupamento. Logo, tudo o que o sujeito fizer durante esse sub-período, o fará de acordo com essa estrutura e com a reversibilidade que a caracteriza”.

Quando se trabalha com ferramentas computacionais tem que se levar em conta que podem ser realizadas múltiplas operações, e que estas, em muitas ocasiões, não são realizadas somente pelo sujeito. O computador, ou mais especificamente a ferramenta, também tem uma lógica interna na sua estrutura funcional e operacional, da qual o sujeito deverá se apropriar para poder interagir com a mesma (BEHAR, 1998). No entanto, às vezes, a ferramenta não permite ao sujeito executar certas operações. Neste caso, poderia ser interpretado que esta não permite desenvolver a lógica do sujeito da forma mais natural possível. Isso ocorre com a manipulação de ambientes que têm interatividade restrita (ou nula), sistemas com pouca funcionalidade e/ou sistemas muito fechados, que não se adaptam ao desenvolvimento lógico do sujeito. Não é possível exigir que uma ferramenta seja tão aberta que permita fazer todas as ações interiorizadas de um sujeito. Mas o importante é que esta ofereça ao usuário o desenvolvimento de um número máximo de operações possíveis para que se torne válida a interação com um ambiente computacional, ou seja, que este possa construir estruturas operatórias através desta experiência.

Partindo da perspectiva piagetiana, e enfatizando a lógica operatória, um dos objetivos do quadro construído é analisar se as ferramentas computacionais podem propiciar o desenvolvimento do raciocínio lógico dos usuários. Além disso, poderá servir como um importante instrumento para auxiliar professores e pesquisadores na avaliação de *softwares* e *groupwares* (ferramentas de uso cooperativo). Sob a ótica do objeto, tais tipos de avaliações permitem aprimorar o projeto e desenvolvimento de *softwares* educacionais. Assim, estas poderiam auxiliar significativamente no processo de desenvolvimento representativo e operatório dos usuários.

Portanto, para identificar as relações/operações envolvidas, detectou-se a necessidade de criar um modelo de interação Sujeito (usuário)  $\leftrightarrow$  Objeto (ambiente computacional), apresentando todos os elementos que fazem parte da mesma. No caso do sujeito, destaca-se a importância de atentar para os dois tipos de interação identificados: o sujeito individual e o coletivo. O objeto (computador) trata tanto da ferramenta computacional quanto da representação computacional realizada pelo usuário, como será detalhado na seção 2.

### **Conceitos básicos para o estudo operatório de ferramentas computacionais**

Neste estudo, é preciso caracterizar as operações que podem ser executadas pelo sujeito em diferentes ambientes computacionais, o que resulta numa espécie de “mapeamento” dessas operações. Portanto, são apresentadas e analisadas as operações lógicas e infralógicas, incluindo os agrupamentos de classes e/ou

- Relações Projetivas: requerem um maior grau de elaboração, pois determinam e conservam as posições reais das figuras, umas em relação às outras. Para isso, exigem que seja fixado um ponto de referência para localizar os elementos. Segundo Piaget e Inhelder (1993, p. 488):

“...as operações projetivas desempenham, em sua gênese, um papel fundamental na coordenação geral do espaço[...]. Esse sistema de referência projetiva não conserva ainda as distâncias e as dimensões como um sistema de coordenadas, mas as posições relativas dos elementos da(s) figura(s) uma(s) em relação às outras, o todo relacionado com um observador determinado ou com um plano comparável ao seu quadro visual. É a intervenção do observador ou do “ponto de vista” em relação ao qual as figuras são projetadas que, psicologicamente, constitui o fator essencial desse relacionamento...” [Portanto, são as relações que englobam as noções de direita, esquerda, em cima, embaixo, na frente, atrás, etc].

- Relações Euclidianas: demandam alto grau de abstração, pois determinam e conservam suas distâncias recíprocas (coordenadas). Segundo Antunes *et alii* (1993), a construção psicológica do espaço euclidiano se dá pela construção de um sistema de coordenadas vertical e horizontal. Esta construção se inicia com a compreensão das medidas espontâneas e vai até a noção de conservação, comprimento e distância. Dessa forma, permitem a construção de um sistema de figuras estáveis ou de relações entre figuras, tal como um sistema de coordenadas que determinam as posições relativas e as distâncias.

A seguir, são apresentados os modelos construídos em relação aos sujeitos envolvidos na interação com o ambiente computacional, assim como todos os elementos que fazem parte da mesma. Estes conceitos foram utilizados como base para a construção da metodologia de análise, isto é, um mecanismo de identificação de operações/relações em diversos ambientes computacionais.

### **O sujeito individual e o sujeito coletivo**

#### **O sujeito individual**

Quando um sujeito interage com um objeto (computador) e não é identificada nenhuma situação de cooperação entre ele e outros, isto é, a representação do conhecimento se dá de forma individual, o ambiente computacional é caracterizado como sendo de uso individual. Portanto, o sujeito que interage com esse tipo de ambiente é denominado, nesta abordagem, de *sujeito individual*.

O sujeito individual é apresentado como sendo formado pelas seguintes estruturas:

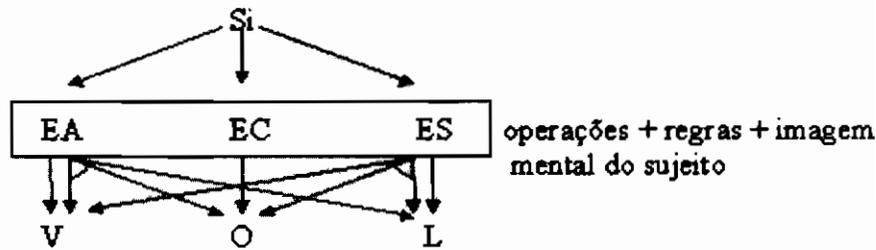


Figura 1 – Estruturas que compõem um sujeito individual.

Onde: *Si*: sujeito individual; *EA*: estrutura afetiva; *EC*: estrutura cognitiva; *ES*: estrutura simbólica; *V*: valores; *O*: objetos; *L*: linguagem.

Na figura 1, as setas indicam as relações entre as diferentes estruturas que formam o sujeito. Este modelo segue os pressupostos apresentados em Behar (1999) e foi desenvolvido de acordo com os conceitos de Piaget (1993), que revela que o fator mental do sujeito é formado por três aspectos indissociáveis: o estrutural (cognitivo), o energético (afetivo) e os sistemas de símbolos (simbólico).

As estruturas afetivas dizem respeito aos valores do sujeito. As cognitivas se referem ao objeto em si, ou seja, são as responsáveis pelas operações realizadas em relação aos objetos, por exemplo, classificações, medições, seriações, soma, subtrações, etc. E, finalmente, as estruturas simbólicas, são as que dão significado representativo aos objetos, utilizando, para isso, os sinais, isto é, a linguagem.

Portanto, a partir das setas da figura acima, pode-se dizer que as estruturas afetivas se referem aos valores (EA (V)), e é de acordo com estes que o sujeito opera com objetos (EA (V,O)) e também a expressão de valores através de idéias (EA (V,L)). As estruturas cognitivas podem operar em relação aos objetos (EC (O)) independentemente dos valores e da linguagem. As estruturas simbólicas se referem à linguagem em si do sujeito (ES (L)), e a que relaciona esta com os objetos (ES (L,O)) e com os valores ((ES (L,V)).

Além das operações que podem ser realizadas em relação aos valores, objetos e/ou linguagem, as regras estão também inseridas nas estruturas afetivas, cognitivas e simbólicas do sujeito individual. Portanto, estas últimas se referem à coordenação das ações em relação aos valores, aos objetos e à linguagem.

Quando um sujeito interage com uma ferramenta computacional, passa a lidar não somente com sua estrutura interna, mas também com a própria estrutura funcional da ferramenta com a qual está interagindo. Portanto, nessa (inter)ação o sujeito entra em contato com as operações inerentes ao objeto em questão. Logo, este também tem suas próprias operações para manipulação e suas próprias regras de funcionamento, às quais o usuário deve-se adaptar ou apreender. Portanto, se um sujeito consegue trabalhar de forma harmoniosa com um objeto qualquer, isso quer dizer que a sua estrutura (operações e regras) é compatível com a estrutura do próprio objeto de manipulação.

Portanto, pode-se definir o modelo de um sujeito individual  $S(x)$  em interação com um determinado ambiente computacional ( $C$  = computador, objeto da interação) como na figura 2.

valores, objetos e linguagem individual

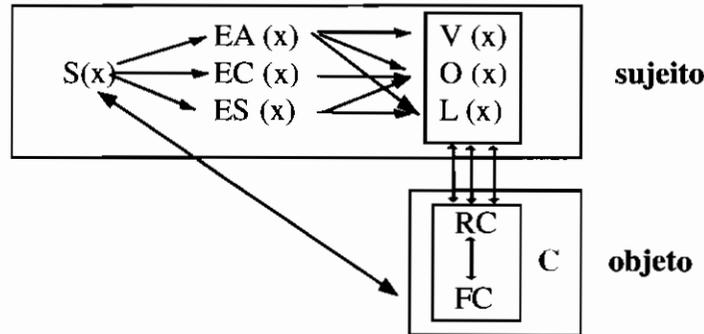


Figura 2 – Elementos que compõem a interação sujeito x ambiente computacional.

Esta figura pode ser interpretada da seguinte forma:

· um sujeito qualquer ( $S$ ) utiliza uma ferramenta computacional ( $FC$ ) para manipular a sua representação ( $RC$ ) que diz respeito a um determinado valor, objeto e/ou linguagem de estudo ( $V, O, L$ ). A composição da ferramenta e da sua representação computacional formam o objeto de interação que, neste caso, é o computador ( $C$ ).

Estes conceitos deram origem aos elementos necessários para a construção do modelo de interação que é utilizado para a realização da análise operatória de ferramentas computacionais de uso individual e coletivo.

Segundo Behar (1998), quando um sujeito tem que utilizar algum tipo de ferramenta computacional para representar qualquer coisa, ele é levado a pensar sobre o seu pensar para, então, poder transcrever ou manifestar as suas idéias. No momento em que este tem que expressar de forma escrita ou figurada o seu

pensamento, ele pode refletir sobre o mesmo e, muitas vezes até reestruturá-lo, construir ou reconstruir sua imagem mental. Esse processo pode levar o sujeito à construção de novos conhecimentos, mas tudo irá depender da maneira como o sujeito se relaciona com o ambiente. É por essa razão que foi utilizada a seta bidirecional que liga os valores, objetos e linguagem ao computador. Como a imagem mental do sujeito é inerente às estruturas, através da interação com a ferramenta e/ou com a representação computacional, essa imagem pode ser alterada constantemente.

### **O sujeito coletivo**

A representação de conhecimentos de vários membros de um grupo, através de uma determinada ferramenta computacional, facilita a troca de informações, o confronto de idéias, a reflexão sobre o próprio pensamento dos sujeitos envolvidos e a cooperação. Em outras palavras, pode-se dizer que um ambiente que possibilita a comunicação/interação entre sujeitos pode promover o “crescimento cognitivo” em conjunto.

As trocas entre os pensamentos dos sujeitos e a cooperação são indispensáveis para agrupar as operações num todo coerente. O sujeito, ao fazer intercâmbios com seus pares, deve conseguir abarcar a presença dos outros pontos de vista e perspectivas diferentes das suas (FLAVELL, 1988).

Sendo assim, o sujeito que interage e executa tais trocas se diferencia do sujeito individual e passa a ser chamado, nesta abordagem, de sujeito coletivo. Da mesma forma a ferramenta envolvida nesse processo de construção coletiva de conhecimentos, que suporta o trabalho em grupo, é considerada uma ferramenta de uso coletivo.

Portanto, baseando-se nas idéias de Behar (1999), observa-se que os mesmos elementos encontrados na interação individual se repetem na interação interindividual, com a diferença de que, nesta última, é preciso levar em conta o aspecto social. Dessa forma, denomina-se de sujeito coletivo “os sujeitos que se encontram no processo interativo, levando em conta suas estruturas afetiva, cognitiva e simbólica”.

A autora também estabelece que a linguagem coletiva utilizada é uma composição de linguagens individuais que o grupo utiliza como meio de comunicação. Os valores construídos por meio das interações no grupo se relacionam a este como um todo e não mais aos sujeitos de forma individual. Os objetos de manipulação são coletivos, criando uma nova totalidade onde são refletidas as estruturas cognitivas, que operam sobre objetos individuais.

O modelo interativo S-(V,O,L)-C apresentado na figura 2 pode ser estendido para o sujeito coletivo  $(S_1 + S_n)$ -(V,O,L)-C, como mostrado na figura 3.

Antes de caracterizar o sujeito coletivo que foi delimitado neste estudo, é preciso defini-lo de forma abrangente.

Na presente interpretação, um sujeito coletivo nada mais é do que um conjunto de sujeitos que fazem parte de um todo com características próprias construídas ou re-construídas por meio do trabalho em grupo, e que se refletem no mesmo. Isso quer dizer que em um sujeito coletivo podemos encontrar vários sujeitos coletivos, isto é, outros grupos, e esses grupos, que nada mais são do que outros sujeitos coletivos, são formados por outras equipes de sujeitos, e assim por diante. No último nível, estariam os sujeitos individuais. Esquemáticamente, esta idéia pode ser vista na figura 4.

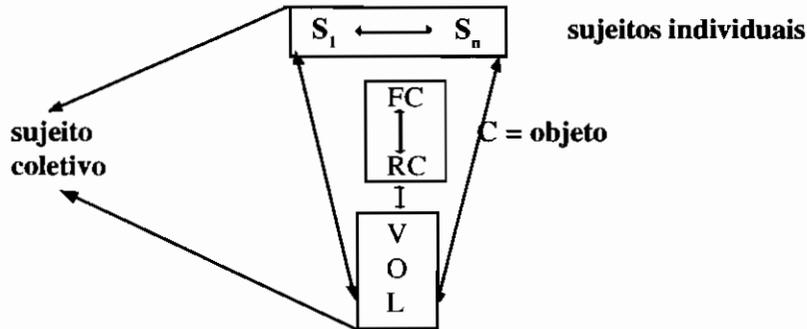


Figura 3 – Interação interindividual apoiada por computador.

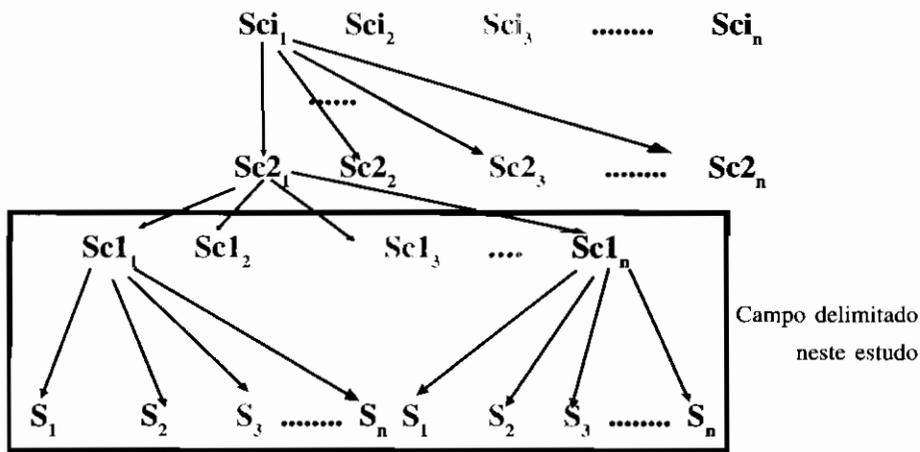


Figura 4 – Definição recursiva de um sujeito coletivo, onde:  $i, n$ : números naturais finitos;  $S_1, S_2, S_3, \dots, S_n$ : sujeitos individuais 1,2,3...até  $n$ ;  $Sc1_1, Sc1_2, Sc1_3, \dots, Sc1_n$ : sujeitos coletivos do nível 1;  $Sc2_1^2, Sc2_2^2, Sc2_3^2, \dots, Sc2_n^2$ : sujeitos coletivos do nível 2;  $Sc1_1^i, Sc1_2^i, Sc1_3^i, \dots, Sc1_n^i$ : sujeitos coletivos do nível  $i$ .

Logo, um sujeito coletivo sempre poderá ser formado por outros sujeitos coletivos, ou seja, na definição deste está envolvido o conceito de *recursividade*. Neste estudo somente serão levados em conta os dois primeiros níveis da árvore, como mostrado na figura anterior.

Portanto, o sujeito coletivo pode ser visualizado da seguinte forma:

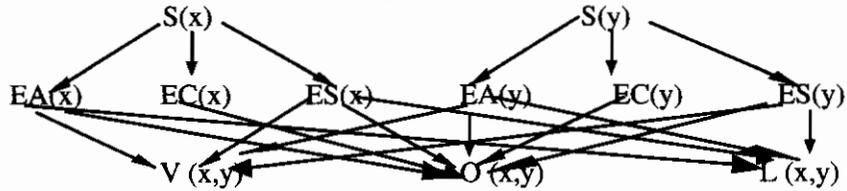


FIGURA 5 – Organização interna do sujeito coletivo.

Onde:  $S(x)$ : sujeito  $x$ ;  $S(y)$ : sujeito  $y$ ;  $EA(x)$ ,  $EA(y)$ : estrutura afetiva de  $S(x)$ , estrutura afetiva de  $S(y)$ ;  $EC(x)$ ,  $EC(y)$ : estrutura cognitiva de  $S(x)$ , estrutura cognitiva de  $S(y)$ ;  $ES(x)$ ,  $ES(y)$ : estrutura simbólica de  $S(x)$ , estrutura simbólica de  $S(y)$ ;  $V(x,y)$ : valores de  $S(x)$ , valores de  $S(y)$  e valores coletivos  $(x,y)$ ;  $O(x,y)$ : objetos de  $S(x)$ , objetos de  $S(y)$  e objetos coletivos  $(x,y)$ ;  $L(x,y)$ : linguagem de  $S(x)$ , linguagem de  $S(y)$  e linguagem coletiva  $(x,y)$ .

Neste caso, também se pode afirmar que, além das estruturas afetivas, cognitivas e simbólicas de cada um dos sujeitos individuais envolvidos no processo interativo, também existem essas mesmas estruturas no plano coletivo, como pode ser ilustrado na figura 6.

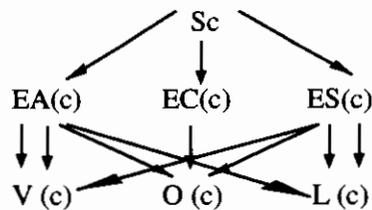


FIGURA 6 – Organização externa do sujeito coletivo, Onde:  $Sc$ : sujeito coletivo;  $EA(c)$ : estrutura afetiva coletiva;  $EC(c)$ : estrutura cognitiva coletiva;  $ES(c)$ : estrutura simbólica coletiva;  $V(c)$ : valores coletivos;  $O(c)$ : objetos coletivos;  $L(c)$ : linguagem coletiva.

As estruturas coletivas, quando já consolidadas como grupo, são tratadas da mesma forma como no nível individual, ou seja, estão incluídas nas estruturas as operações e as regras em relação aos valores, objetos e linguagem. Em outras palavras, se um sujeito coletivo é composto pelos sujeitos  $S(x)$  e  $S(y)$ , ( $Sc = S(x) + S(y)$ ), isto quer dizer que:  $Sc = EA(c) + EC(c) + ES(c)$ ; onde “+” é a notação para uma estrutura composta, não simplesmente a soma, nem a justaposição.

Assim, utilizando o mesmo raciocínio da interação individual para o plano interindividual, estende-se a este último os conceitos até aqui demonstrados junto com os modelos construídos. Portanto, o mesmo ocorre com as operações e relações estabelecidas no quadro de análise (capítulo 3 deste estudo). Ou seja, as operações do sujeito individual e do sujeito coletivo são as mesmas; por essa razão, não se fará uma distinção explícita destas. No entanto, ressalta-se o diferencial de que, no sujeito coletivo, conforme aborda Behar (1998), “têm que ser coordenadas as estruturas de, no mínimo, dois sujeitos e, além disso, as operações e as regras das estruturas do mesmo têm que ser combinadas com a estrutura do objeto de interação”, que, neste caso, está se referindo à ferramenta computacional.

### **Quadro de análise lógico-operatória de ferramentas computacionais**

Utilizando como base as idéias apresentadas, e com o intuito de facilitar a compreensão dos usuários, foi construída uma metodologia de análise operatória de ferramentas computacionais, em forma de quadro. Esta se refere às possíveis operações que podem ser identificadas no ambiente computacional e as que poderiam ser desenvolvidas no sujeito em interação com o mesmo.

O quadro de análise é composto de cinco campos, explicitados a seguir:

**1. Operações ou relações:** área destinada à denominação de determinada operação ou relação;

**2. Explicação:** neste espaço deve ser registrada a explicação formal de cada operação ou relação;

**3. Exemplos:** área que contém exemplo(s) de cada relação e operação feita na ferramenta computacional;

**4. “✓”:** este espaço é para registrar se a ferramenta em análise possui e/ou permite realizar determinada operação;

**5. Ferramenta em estudo:** espaço a ser preenchido com a análise de como se trabalha determinada operação no ambiente em que estiver sendo analisada.

É preciso enfatizar que é sumamente importante não deixar de colocar nesta última área uma justificativa ou observação das operações que não são desenvolvidas pelo sistema, mas que poderiam vir a auxiliar no desenvolvimento operatório do sujeito quando está em interação com a ferramenta. Este dado possibilitará aprimoramentos na ferramenta, no caso desta análise operatória ser feita no seu ciclo de desenvolvimento. Logo, este quadro auxiliará na implementação de operações durante o projeto e desenvolvimento de sistemas computacionais.

Estas etapas de *identificação, explicação, exemplificação, verificação* e, por fim, a *análise*, se caracterizam em procedimentos metodológicos, visto que representam etapas de pesquisa. A estrutura apresentada no quadro foi construída de maneira a facilitar a compreensão e análise das diferentes operações, em diferentes ambientes e pelos mais variados sujeitos, ou seja, desde professores, educadores até pesquisadores e projetistas de *softwares* e *groupwares*.

❖ CLASSIFICAÇÃO	Efetuar uma classificação é agrupar objetos segundo seus critérios comuns, segundo suas equivalências. Dentre dos tipos de classificação se encontram os agrupamentos de classe; o mais simples deles aparece como uma seqüência linear de encaixes, chamado Agrupamento Aditivo de Classes	No caso do editor de texto <b>Word 7.0</b> , esta operação pode ser identificada quando se ativa o comando <i>Classificar texto</i> ; menu <i>Tabela =&gt;</i> classifica em parágrafos, campos, data (nesse mesmo comando, se selecionada a opção em <i>ordem crescente/decrecente</i> , o próprio sistema realiza esta operação, colocando todos os nomes na ordem definida), ou na opção <i>Estilo Texto =&gt;</i> manuscrito, artigo, anúncio, carta,...	
❖ AGRUPAMENTO ADITIVO DE CLASSES	A lei de composição deste agrupamento se dá pela união de classes. Exemplo: a classe dos mamíferos está inclusa na classe dos vertebrados; estes estão inclusos na classe dos animais e estes últimos na dos seres vivos.	Em qualquer programa, ao salvar um documento chamado, por exemplo, <i>Bolos</i> , o sujeito pode colocá-lo dentro de uma pasta chamada <i>Doces</i> , e, esta pasta, pode localizar dentro de outra chamada <i>Comidas</i> e assim sucessivamente, segundo um critério de classificação.	
❖ AGRUPAMENTO ADITIVO DE CLASSES SECUNDÁRIAS OU VICARIÂNCIAS	Tipo de agrupamento onde há uma substituição alternativa entre classes que dão um mesmo resultado, permitindo que se obtenha classificações equivalentes trocando-se apenas o critério de classificação. Neste tipo de agrupamento há uma decomposição das classes primárias (A, B, C), incorporando a decomposição das classes secundárias ou complementares (A', B', C').	Seja B a pasta denominada <i>Artigos de sul-americanos</i> ; A a subpasta <i>Artigos de brasileiros</i> e A' a subpasta <i>Artigos de não-brasileiros</i> . Como se pode observar, tanto A quanto A' estão inclusos em B. Agora, B também pode dividir-se em <i>Artigos de argentinos</i> (A) e <i>Artigos de não-argentinos</i> (A'). Pode-se concluir que, tanto A, A', A, A' estão inclusos em B (pasta <i>Artigos de sul-americanos</i> ). Isso significa que a classe B pode ser alternativamente construída mediante a adição das classes A e A', ou das classes A e A'.	

❖ AGRUPAMENTO MULTIPLICATIVO BIUNÍVOCO DE CLASSES	Caracteriza-se pelo exame dos elementos que estão presentes, ao mesmo tempo, em duas classes ou mais (estas se relacionam entre si, por isso a denominação biunívoco), tomando dessa forma, a intersecção para conseguir uma terceira classe (ou posterior) denominada <b>classe produto</b> .	No <b>Word 7.0</b> o sujeito pode realizar este agrupamento ao criar pastas para salvar documentos que têm, ao mesmo tempo, duas classes ou mais. Por exemplo, dentro de uma pasta chamada <i>Comidas</i> , se podem encontrar classes de: <i>Doces</i> , <i>Salgados</i> , <i>Frios</i> , <i>Quentes</i> . O sujeito pode criar sub-pastas, uma de doces e outras de salgados e, dentro destas, sub-pastas com <i>Doces frios</i> , <i>Doces quentes</i> , <i>Salgados frios</i> , <i>Salgados quentes</i> . Portanto, estas últimas combinações se tornam <b>classes produto</b> .	
❖ AGRUPAMENTO MULTIPLICATIVO COUNÍVOCO DE CLASSES	A classe produto é obtida através da relação de um para vários elementos (co-unívoca). Caracteriza-se como sendo uma operação segundo a qual se determina a parte comum entre cada classe de séries distintas.	Esta operação não foi identificada em nenhuma ferramenta computacional analisada até o momento.	
❖ SERIAÇÃO	Seriar é agrupar objetos segundo suas diferenças ordenadas, como, por exemplo, organizar mentalmente um conjunto de elementos em ordem crescente ou decrescente de tamanho, peso, volume, etc. Esta operação se constitui ao mesmo tempo que a classificação, por volta dos sete anos, e, também, implica em diferentes agrupamentos, porém de relações.	No editor de texto <b>Word</b> esta operação é identificada quando se deseja seguir uma ordem (texto), padronizar partes do texto, definir números dos capítulos (organizados em série), seções, etc.	
❖ AGRUPAMENTO MULTIPLICATIVO BIUNÍVOCO DE RELAÇÕES ASSIMÉTRICAS	Neste agrupamento, leva-se em conta o produto das relações de ordem ou equivalência, ou seja, a intersecção entre elas, o que resulta numa <b>série produto</b> .	Ao procurar uma cor no editor gráfico <b>Paint</b> , o sujeito tem a oportunidade de personalizar a sua cor. Isto ocorre, porque há um quadro de cores que está ordenado de acordo com as suas diferentes matizes e saturação. As matizes estão ordenadas segundo a ordem que têm as cores no arco-íris (ordem que se deve à longitude de ondas que têm as cores). A sua saturação está ordenada de acordo com a intensidade ou pureza das cores. Por exemplo, a cor vermelho que tem a longitude de ondas mais compridas, se encontra ordenada primeiro, e logo as variações desta cor aparecem de acordo com a saturação.	

<p style="text-align: center;">❖ AGRUPAMENTO ADITIVO DE RELAÇÕES ASSIMÉTRICAS E SIMÉTRICAS</p>	<p>Aqui observa-se a adição entre as diferenças de ordem ou de equivalência.  <b>Ex. de relações assimétricas:</b> quatro réguas (A,B,C,D) possuem diferentes tamanhos, e a relação entre elas se dá pela ordenação dessa diferença de tamanho (A&gt;B&gt;C&gt;D); há uma relação das partes com o todo.  <b>Ex. de relações simétricas:</b> em uma árvore genealógica, constata-se que os sujeitos que têm a particularidade de serem primos-irmãos entre si, possuem algumas singularidades: são filhos de pais distintos e são netos do mesmo avô, isto é, são filhos de irmãos.</p>	<p><b>Relações assimétricas:</b> No <b>Windows Explorer</b>, ao se acionar o comando <i>Organizar ícones</i> no menu <i>Exibir</i> é apresentada uma janela onde constam algumas opções de organização, que são: por nome, por tipo, por tamanho por data. Ao escolher qualquer uma das opções se está realizando uma ordenação de acordo com as diferenças.  <b>Relações simétricas:</b> No <b>Netscape Composer 4.5</b>, se produz, por exemplo, uma "página-portal" sobre comidas típicas brasileiras (C). Nesta página, são criados vínculos (menu <i>Inserir</i>; comando <i>Ligar</i>) para três tipos de comidas: baiana (B<sub>1</sub>), gaúcha (B<sub>2</sub>) e mineira (B<sub>3</sub>). Na culinária<sup>1</sup> baiana, encontram-se vínculos para receitas de: vatapá (A<sub>1</sub>) e muqueca (A<sub>2</sub>). Na culinária gaúcha, tem-se vínculos para<sup>2</sup> churrasco (A<sub>3</sub>) e carreteiro (A<sub>4</sub>) e na culinária mineira estão vinculadas<sup>4</sup> as receitas de pão-de-queijo (A<sub>5</sub>) e tutu de feijão (A<sub>6</sub>). Ao estabelecer todos esses vínculos, o sujeito utilizou-se da ferramenta para expressar e relacionar diferenças que não são de ordem. Pode-se fazer o paralelo deste exemplo, se tomarmos os elementos A e A<sub>1</sub>, A e A<sub>2</sub>, A e A<sub>3</sub>, respectivamente, é observarmos<sup>5</sup> que estes possuem a propriedade de ter o mesmo "avô" – comidas brasileiras – (C) e mais a propriedade de não ter o mesmo "pai" (A e A<sub>1</sub> são "filhos" de B<sub>1</sub>; A e A<sub>2</sub> são "filhos" de<sup>2</sup> B<sub>2</sub>; A e A<sub>3</sub> são "filhos"<sup>3</sup> de<sup>4</sup> B<sub>3</sub>).</p>	
<p style="text-align: center;">❖ AGRUPAMENTO MULTIPLICATIVO COUNÍVOCO DE RELAÇÕES</p>	<p>Neste agrupamento, as classes relacionam-se entre si, uma com várias (por isso a denominação counívoco), levando também em conta a intersecção entre elas.  <b>Ex:</b> em uma árvore genealógica, a primeira hierarquia genealógica é formada por uma única classe (bisavô), à qual se fazem corresponder outras três classes de uma hierarquia imediatamente inferior (avôs); a cada uma dessas classes da última hierarquia se fazem corresponder mais duas classes de hierarquia imediatamente inferior (pais); a relação comum aqui é "ser pai de": bisavô é pai do avô, avô é pai do "pai", e assim sucessivamente (as relações aqui envolvidas podem tanto vincular entre si indivíduos de um mesmo nível hierárquico, quanto indivíduos de hierarquias distintas).</p>	<p>Esta operação não foi identificada em nenhuma ferramenta computacional analisada até o momento.</p>	

❖ PROPORCIONALIDADE	<p>Proporção é a relação entre duas relações; é a comparação entre duas medidas, a igualdade entre duas razões.</p>	<p>No aplicativo <b>Paint</b>, esta operação aparece quando se ativa o menu <i>Modificar</i>, a opção <i>Reduzir/Ampliar</i> ou <i>Mais Zoom/Menos Zoom</i> em relação a uma figura. No programa <b>Active Worlds (AW - Ambiente tridimensional - 3D)</b>, é possível que o usuário perceba o distanciamento do espaço. Tal percepção, de se afastar ou se aproximar, se dá por quatro alternativas pré-determinadas pelo sistema, sendo a primeira bem próxima ao avatar e a última mais distante.</p>	
❖ PROBABILIDADE	<p>Está diretamente ligada à combinatória e ao esquema das proporções. Assim, é preciso ser capaz de fazer uma combinatória que permita levar em conta todas as associações possíveis entre os elementos em jogo e um cálculo das proporções, para apreender as probabilidades.</p>	<p>Esta operação não foi identificada em nenhuma ferramenta computacional analisada até o momento.</p>	
❖ NEGAÇÃO (OU INVERSA)	<p>Supõe a anulação, cancelamento ou neutralização direta de uma operação, através de sua eliminação. Ex.: em uma balança, a inversa (ou negação) da operação de se colocar peso em um dos pratos é a operação de retirar o peso colocado.</p>	<p>Podem ser identificadas no <b>Netscape Composer 4.5</b> quando se ativa a opção do menu <i>Editar; Remover ligação</i>. Esta é uma operação lógica de negação, porque ao se remover um vínculo (ou ligação) do ponto de inserção, ou todos os vínculos de uma seleção, está se negando uma relação de continuidade, alterando, portanto, a representação. Esta operação pode ser identificada, ainda na mesma ferramenta, acionando-se a opção <i>Editar; Eliminar</i>. Este comando elimina textos ou imagens selecionadas.</p>	

❖ RECÍPROCA	Tem o mesmo efeito da negação, porém se realiza de maneira distinta, deixando intacta a operação original. É uma outra forma de compensação, uma neutralização através de uma "contra-operação". Ex.: colocar um peso no braço direito de uma balança é uma operação recíproca quando este determina a neutralização de um peso igual colocado anteriormente no braço esquerdo (apresenta-se uma contra-força igual e oposta à original).	No <b>Netscape Composer 4.5</b> , selecionando-se a opção <i>Editar; Refazer</i> , obtém-se a contra-operação do <i>Desfazer</i> , neutralizando esse comando. No <b>Microsoft Netmeeting 2.0 Beta 4</b> (ferramenta coletiva), quando se ativa no menu <i>editar</i> a opção <i>restaurar</i> está se realizando uma operação lógica coletiva recíproca, visto que <i>restaurar</i> é a contra-operação do comando <i>excluir</i> . Essa operação pode ser realizada por qualquer um dos participantes da conferência, alterando a representação coletiva.	
❖ CORRESPONDÊNCIA	Trata-se do estabelecimento de uma relação de correspondência entre as ações e informações inerentes ao sujeito e ao determinado objeto.	No <b>Netscape Composer 4.5</b> , esta operação é identificada quando se ativa o comando <i>Editar; Localizar na página</i> . Este comando permite que se especifique uma palavra ou expressão a ser localizada dentro da página atual do Navigator. Abre-se o menu <i>Editar</i> e escolhe-se <i>Localizar na página</i> (ou na barra de ferramentas de composição clicar na opção <i>Encontrar</i> ). Na caixa de diálogo resultante, digita-se o texto que se deseja localizar. Clica-se no botão <i>Localizar</i> para iniciar a pesquisa. Se for localizada uma correspondência, o texto será selecionado e, se necessário, colocado em uma posição visível na área de conteúdo.	
❖ SELEÇÃO	Trata-se de uma espécie de escolha fundamentada em alguns critérios específicos (por exemplo, seleciona-se apenas o que interessa, ou o que não interessa).	No <b>Netscape Composer 4.5</b> esta operação pode ser identificada quando, no menu <i>Formatar</i> , define-se <i>Fonte, Tamanho, Estilo, Cor, Título, Parágrafo, Lista</i> . Portanto, seleciona-se apenas os comandos e as características que se deseja executar. Nesta ferramenta, ao acionar-se o comando <i>Editar; Localizar na página</i> , além de ser uma operação lógica de correspondência, também se está realizando uma operação lógica de seleção, pois, para que se localize dentro da página atual uma determinada expressão ou palavra, é necessário que se especifique/selecione apenas o que se deseja encontrar/consultar.	

Relações	Explicação	Exemplos (identificados em ferramentas computacionais).	Ferramenta em estudo
❖ VIZINHANÇA	Relação mais elementar do espaço, se refere à “proximidade” dos elementos percebidos num mesmo campo; esta leva vantagem em relação aos outros fatores de organização (semelhança, simetria, etc.).	Solicita-se ao sujeito que desenhe uma casa ao lado de uma árvore, utilizando o editor gráfico <b>Paint</b> . Se o sujeito desejar que a árvore e a casa sejam “vizinhas”, ele terá que desenhar estes objetos parciais colocando-os um ao lado do outro, ao invés de dispersos nos quatro cantos da tela.	
❖ SEPARAÇÃO	Intervém na medida em que os elementos desenhados são distinguidos uns dos outros. Consiste em dissociar dois elementos vizinhos ou fornecer um meio para distingui-los.	Esta operação se dá, por exemplo, ao ativar a área de recorte do <b>Paint</b> marcando uma parte de uma figura na tela e deslocando-a com o mouse em outro canto da tela, separando-a do resto do desenho.	
❖ ORDEM	Relação espacial que se estabelece entre elementos, ao mesmo tempo vizinhos e separados, quando distribuídos em seqüência. A relação de simetria pode ser simbolizada pela dupla ordem ABC, CBA.	Em todas as ferramentas analisadas, é preciso seguir uma certa ordem na execução dos comandos, pois, caso contrário, estes não funcionarão. A opção <i>Color</i> , por exemplo, não funciona se antes não for ativada a opção <i>Recortar</i> ou <i>Copiar</i> numa parte (ou todo) de uma figura ou texto previamente selecionado.	
❖ CIRCUNSCRIÇÃO (OU ENVOLVIMENTO)	É uma relação que surge perceptivamente a partir da organização das vizinhanças, separações e ordenações. Trata-se da percepção de envolvimento; por exemplo, na seqüência ordenada A B C, o elemento B é percebido como estando entre A e C, o que caracteriza uma circunscrição (envolvimento) a uma dimensão.	No <b>Paint</b> , prepara-se uma experiência: desenha-se um rosto e fora dele, de forma dispersa, situam-se os olhos, boca, nariz, sobrancelhas. Pede-se para o sujeito enquadrar no rosto, já desenhado, os elementos dispersos. A partir do enquadramento realizado pelo sujeito é que cada elemento pode ser igualmente considerado como circundado pelos demais. Por exemplo, ao enquadrar-se o nariz, este passa a ser percebido como estando entre os dois olhos, o que compõe uma circunscrição. Além disso, o “elemento” nariz pode ser igualmente percebido como circundado (envolvido) pelos outros elementos.	

❖ CONTINUIDADE DESCONTINUIDADE	É uma simples justaposição dos elementos em oposição à sua ligação contínua. Continuidade e descontinuidade das linhas e das superfícies.	Um conjunto de elementos (partes de uma figura) conectados uns aos outros formando uma paisagem (figura completa), por exemplo, desenhada no <b>Paint</b> .	
Operações	Explicação	Exemplos ( identificados em ferramentas computacionais)	✓ Ferramenta em estudo
❖ PARTIÇÃO E ADIÇÃO PRIMITIVA	Agrupamento de operações caracterizado pela dissociação de um contínuo em elementos vizinhos (e separados por essa dissociação) que, ao serem adicionados gradualmente, reconstróem o todo. Esta operação torna-se mais complexa no momento em que a divisão não é dada por meio de fronteiras perceptíveis.	No <b>Word</b> e no <b>Netscape Composer 4.5</b> , esta operação é identificada quando se ativa o comando <i>Inserir</i> ou <i>Deletar</i> uma eoluna ou linha de uma tabela. No <b>Paint</b> há possibilidade de deslocar uma parte (objeto parcial: B') de uma figura (objeto total: C) obtendo-se uma nova figura (B) que é parte da figura total. Assim, $C - B' = B$ (partição), da mesma forma que $B + B' = C$ (adição).	
❖ ORDEM DE COLOCAÇÃO	Refere-se à operação de ordem linear construída pela composição gradual das vizinhanças. Daí as ordens direta e inversa entre os elementos: A, B, C,... $A \Rightarrow B \Rightarrow C \dots$ e, $C \Rightarrow B \Rightarrow A \dots$	No <b>Ambiente Logo</b> > Para Dia: Dia > Faz "Semana [domingo segunda terça quarta quinta sexta sábado] > Devolve PosLista :Dia: Semana > Fim? E Dia "terça? 3 O resultado do programa devolve a ordem de colocação do elemento terça, de acordo com a posição na lista. No <b>Netscape Navigator</b> ou <b>Composer</b> , é identificada uma composição gradual das vizinhanças quando o sujeito seleciona, através de links, qual a página que será acessada. Assim, a ordem fica salva e o usuário pode ir e vir com os comandos <i>Forward</i> e <i>Back</i> mantendo sempre a ordem.	
❖ RECIPROCIDADE DAS VIZINHANÇAS	Se A é vizinho de B, então B necessariamente é vizinho de A. Portanto, se o sujeito parte do elemento A, considerando A' como elemento vizinho (escreve-se A e A'), ele pode igualmente partir de A como elemento vizinho (A'). Então: $A + A' = A + A' (=B)$ . Da mesma forma que: $B + B' = B + B' (=C)$ e assim por diante.	Tanto no <b>Netscape Composer</b> , <b>Netscape Navigator</b> ou no <b>Active Worlds</b> há a possibilidade de se mover para a página da WEB anterior (comando <i>Back</i> ) e, logo após, retornar à página onde se estava inicialmente (comando <i>Forward</i> ). Isso se deve ao fato de uma ser vizinha da outra devido às ligações estabelecidas pelo usuário através dos links clicados.	

❖ <b>RELAÇÕES SIMÉTRICAS DE INTERVALOS</b>	<p>A reciprocidade das separações se traduz em termos de relações por um sistema de relações simétricas, que são as relações de intervalos. Transpondo esta noção para o domínio das noções topológicas, pode-se dizer que os intervalos são marcados pela relação “entre”. Isto é, B está entre A e C na ordem direta, da mesma forma que está situado entre C e A, na ordem inversa. Daí, surge um sistema de relações simétricas que sempre pode ser extraído de uma seriação. Portanto, <math>A \delta B (= 0)</math>; <math>A \delta C (=B)</math>; <math>A \Leftrightarrow D (=B,C)</math>, quer dizer que, “entre” A e B não existe nenhum elemento, entre A e C, o elemento B e entre A e D, os elementos B e D e, assim por diante.</p>	<p>No <b>Active Worlds</b>, pode-se localizar e escolher o avatar que representará o usuário no mundo através de uma lista alfabética onde aparecem os nomes dos avatares. Esta lista respeita as relações simétricas de intervalos pois, por exemplo, entre <i>Aaron e Dude</i>, estarão todos os demais nomes que iniciam com A, B, C ou D. Da mesma forma, acontece com a listagem dos mundos.</p>	
❖ <b>MULTIPLICAÇÃO BIUNÍVOCA DE ELEMENTOS</b>	<p>Um objeto fechado no interior de uma caixa não pode ser ligado a um elemento exterior a não ser atravessando uma das paredes. Logo, uma superfície, ou seja, a linha que liga o ponto interior da superfície fechada (objeto) a um ponto externo, corta a linha fronteira. Se representarmos a linha fronteira pela seqüência A B C D ...etc., e a linha que a corta pela seqüência ABCD...etc., existe, pois, um determinado ponto que pertence às duas linhas ao mesmo tempo. A multiplicação de elementos a duas dimensões nada mais é do que a generalização desta operação que se exprime pela expressão “ao mesmo tempo”.</p>	<p>Para identificar as operações de Multiplicação Biunívoca de elementos e de relações nas ferramentas computacionais, se dá o seguinte exemplo: No editor gráfico <b>Paint</b> prepara-se uma tela ao sujeito onde ele precisa resolver um desafio utilizando as operações do editor. São desenhadas várias figuras divididas em dois pedaços, tipo quebra-cabeças, dispostas em duas colunas. Além disso, existem partes de figuras que não mantêm relação com nenhuma outra. Pede-se ao sujeito para ligar essas colunas relacionando as partes, mostrando quais os elementos que se ligam entre si. Assim, o sujeito deverá montar essa rede de duas dimensões, utilizando, por exemplo, o pincel da caixa de ferramentas. Com este, ele poderá fazer uma correspondência biunívoca, estabelecendo uma rede tal que: os elementos de uma seqüência (coluna) sejam colocados em correspondência com os elementos da outra seqüência, estabelecendo assim a conexão entre eles.</p>	

<p style="text-align: center;">❖ MULTIPLICAÇÃO BIUNÍVOCA DE RELAÇÕES</p>	<p>Uma rede de duas ou três dimensões pode ser construída em termos de relações. Este agrupamento multiplicativo de relações aparece sob a forma de <b>correspondências biunívocas que são estabelecidas pelo sujeito entre duas seqüências ordenadas</b>. Isso significa que os elementos A , B , C ... etc., de uma determinada seqüência são colocados em correspondência com os elementos A' , B' , C' , de uma outra seqüência quando uma certa conexão é estabelecida entre A e A' , B e B' , ... Esta conexão muitas vezes não ultrapassa o trajeto seguido pelos movimentos do olhar, mas também pode ser desenhado o traço que une estas duas seqüências, ou seja, as linhas cruzariam as seqüências, segundo um sistema multiplicativo a duas dimensões.</p>		
<p style="text-align: center;">❖ MULTIPLICAÇÃO COINÍVOCA DE ELEMENTOS E DE RELAÇÕES</p>	<p>Constrói correspondências um a diversos, isto é, de forma co-unívoca. Por exemplo: O elemento A corresponderá a muitos elementos vizinhos A B C , essa seqüência A<sup>1</sup>B<sup>2</sup>C<sup>3</sup>... corresponderá a um grande número de elementos vizinhos A B C D F , ... e, assim por diante, formando uma extensão progressiva de vizinhanças.</p>	<p>No <b>Netscape</b> criam-se páginas com <i>links</i> de acesso a uma variedade de páginas. Estas páginas, por sua vez, podem ter <i>links</i> para voltar à página inicial e <i>links</i> para outras páginas fazendo correspondência a um grande número de elementos vizinhos e formando uma extensão progressiva de vizinhanças.</p>	

Referentes ao espaço projetivo	
❖ ADIÇÃO E SUBTRAÇÃO DOS ELEMENTOS PROJETADOS	<p>Uma figura projetiva se transforma em função das mudanças de ponto de vista, e a introdução desta consideração, que implica uma coordenação de conjuntos, necessita das composições que exprimem, ao mesmo tempo, a conservação das totalidades e as transformações através das quais elas se conservam.</p> <p>Nos mundos <b>Active Worlds (Ambiente tridimensional – 3D)</b>, um objeto, que pode ser uma casa (A), se encontra sempre ao lado de algum outro objeto, por exemplo um prédio (A'). A soma destes objetos ou espaços, segundo as vizinhanças, formam o todo visível ou projetado num mesmo plano (<math>A+A'=B...</math>). Ao mudar de ponto, o sujeito pode deixar de enxergar algum destes objetos, por este estar mascarado por um outro objeto que serve de anteparo, remetendo a operação inversa onde (<math>B-A'=A</math>).</p>
❖ ORDEM RETILÍNEA	<p>Quando pontos ordenados se projetam, aos poucos, unicamente sobre o ponto inicial. Isto somente ocorre quando o alinhamento é visto de "ponta".</p> <p>Nos mundos <b>Active Worlds</b> podem ser observadas duas estradas/ruas retas e paralelas, quando vistas de ponta (frente). Desta forma, transmitem a impressão de chegarem ao longo do percurso (fundo) unidas num único ponto, ou seja, são percebidas como juntas ao fundo, reduzindo o comprimento total.</p>
❖ RECÍPROCIDADE DAS PERSPECTIVAS	<p>Um alinhamento, presente entre dois observadores, é visto como <math>A + A'</math> da esquerda para a direita<sup>1</sup> do ponto de vista de um dos observadores. A mesma seqüência, vista neste sentido (da esquerda para a direita) pelo outro observador será lida <math>A + A'</math>. Desta forma, o elemento <math>A^2</math> é idêntico ao <math>A</math> daí <math>A + A' = A^2 + A'</math> etc. O mesmo acontece no que<sup>2</sup> concerne à ordem frente</p> <p>x atrás, etc.</p> <p>Nos mundos <b>Active Worlds</b>, o sujeito pode perceber que objetos alinhados, por exemplo, uma árvore à esquerda (A) e uma flor à direita (A') são vistos por um outro avatar que se encontra na frente dele da seguinte forma: a flor se encontra à esquerda (A) e a árvore à direita (A'). Conclui-se<sup>2</sup> que a mesma seqüência<sup>2</sup> vista da esquerda para a direita será lida <math>A + A'</math>, sendo o elemento A' idêntico ao<sup>2</sup> <math>A^2</math> e o elemento A idêntico ao elemento <math>A^1</math>, por tanto: <math>A^2 + A' = A + A'</math>, etc.<sup>1</sup></p>

❖ <b>RELAÇÕES SIMÉTRICAS DE INTERVALOS</b>	<p>Trata-se de elementos medianos que conservam sua posição invariante. Por exemplo, a composição <math>A + A' + B' = A + A' + B'</math> significa a substituição, quando de uma inversão dos pontos de vista, do elemento da esquerda A pelo elemento de direita B' (tomado A), a substituição do elemento de direita B', pelo elemento de esquerda A' (tomado B'), e a manutenção do elemento médio compreendido do intervalo <math>A \circ B'</math> ou <math>(A \circ B')</math> é que resta <math>A' = A'</math>.</p> <p>Nos mundos <b>Active Worlds</b>,</p>	<p>por exemplo, a seqüência, árvore (A) + flor (A') + casa (B') será igual, do ponto de vista inverso, à casa (A) + flor (A') + árvore (B'). Isto é, o elemento médio (flor) compreendido no intervalo <math>A \circ B'</math> ou <math>(A \circ B')</math>.</p> <p>❖ <b>MULTIPLICAÇÃO BIUNÍVOCA DE ELEMENTOS</b></p>	
Em relação a um ponto de vista dado, não existirá	<p>mais apenas relações limitadas a uma configuração restrita, mas relações de conjunto entre as figuras, tais como: “esquerda x direita”, “em cima x embaixo” “frente x atrás”...</p> <p>Como os mundos <b>Active Worlds</b>, podem ser observados</p>	<p>desde diferentes perspectivas ou “pontos de vista”, é possível identificar a relação existente entre um conjunto de elementos desde diferentes ângulos ou “pontos de referência”.</p> <p>❖ <b>MULTIPLICAÇÃO BIUNÍVOCA DAS RELAÇÕES</b></p>	
Todos os objetos podem ser relacionados segundo as	<p>três relações ao mesmo tempo: esquerda x direita, frente x atrás, e em cima x embaixo, ou seja, segundo uma tabela à tripla entrada. Esta é o equivalente projetivo de um sistema de coordenadas, mas transformado pelas perspectivas.</p> <p>Nos mundos <b>Active Worlds</b>, ao mover o avatar de posição, muda</p>	<p>a perspectiva dos elementos e é possível observar como estes se relacionam entre si. Por exemplo: uma casa pode se encontrar, de acordo com uma certa perspectiva, à direita de um prédio acima de um mato, na frente de uma parede. Mas, se olharmos desde outra posição, pode-se observar como os elementos continuam se relacionando, mas desde outra perspectiva, onde parece variar o tamanho deles dependendo da sua profundidade.</p> <p>❖ <b>MULTIPLICAÇÃO COUNÍVOCA DE ELEMENTOS E DE RELAÇÕES</b></p>	

As correspondências cunivocas	<p>exprimem as estruturas triangulares, das quais a mais simples é fornecida por duas linhas fugidas que se encontram no horizonte. Nesta operação, a correspondência, ao invés de ser termo a termo, é de ordem um a diversos, considerando cada aumento do comprimento, como a adjução de um elemento novo ao ponto único. Assim, as correspondências cunivocas exprimem as transformações de dimensões de um objeto com o afastamento. Esta operação é possível de ser</p>	<p>realizada ao desenhar no editor gráfico <b>Paint Shop Pro e Corel Draw</b> um objeto levando em eonta a sua perspectiva. A parte mais próxima deve ser maior que a parte do objeto que se eneontra mais afastada. Além disso, graças à régua que esses editores possuem, é possível que o sujeito realize operações métricas ao quantificar as diferenças de comprimento. A régua permite olhar as coordenadas dos objetos na folha. Esta ação não é possível de realizar no editor gráfico Paint, visto que não possui a ferramenta de régua.</p> <p><b>Referentes ao espaço euclidiano</b></p>	
<p>❖ ADIÇÃO E SUBTRAÇÃO DE ELEMENTOS</p>			
Reunir e dissociar as partes de	<p>uma figura. Por exemplo: <math>A+A'=B</math>; <math>B+B'=C</math>, etc. Esta operação tem que assegurar a conservação do todo, tanto a título de localização, quanto da figura do objeto colocado. O sujeito precisa relacionar as partes com as partes, tendo assim, a visão do todo. Para isso, necessita trabalhar com o sistema de coordenadas, isto é, com as noções de rotação e translação dos elementos (deslocamentos), da vertical e horizontal, entre outras. No <b>Active Worlds</b>, o sujeito</p>	<p>localizado em um determinado lugar pode observar certas partes de um objeto. Mas, graças aos desloceamentos que ele pode realizar ao se movimentar, pode observar outras partes do objeto para poder relacionar parte com parte e ter uma visão do todo.</p>	

❖ COLOCAÇÕES E DESLOCAMENTOS	<p>Esta operação se refere a colocar em ordem linear, mudar de ordem e deslocar os objetos. Por exemplo, tem-se os objetos <math>A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow \dots</math>; estes objetos são ditos “colocados” uns em relação aos outros. No sistema das operações constitutivas do espaço euclidiano, a operação inversa não é somente inverter a seqüência e, sim, é a mudança de ordem ou de colocação. Isto significa um deslocamento, que pode tanto inverter a seqüência inteira ou um elemento em relação aos outros. Assim, <math>A \rightarrow C \rightarrow B</math> por inversão de <math>B \rightarrow C</math>. Logo, pode-se observar que existe uma diferença entre a ordem dos elementos e a das colocações. A noção de deslocamento resume-se às noções qualitativas, ou seja, que relacionam as partes com o todo.</p>	<p>No <b>Paint</b>, prepara-se uma experiência: as partes de um homem encontram-se desenhadas e espalhadas pela tela. Pede-se ao sujeito para colocá-las numa certa ordem; portanto, esses elementos são ditos colocados uns em relação aos outros. Esta operação pode ser realizada arrastando as partes da figura com o mouse ou, se o sujeito preferir, através do menu <i>Editar</i>, através das operações de <i>Copiar e Colar</i>. No <b>Word</b>, ao escrever um documento pode-se mudar de ordem as palavras ou frases que o compõem, dando lugar a outra ordem dos elementos. Isto pode ser feito através das ferramentas <i>Recortar, Colar</i> ou apagando o texto e digitando-o novamente.</p>	
❖ RECIPROCIDADE DAS REFERÊNCIAS	<p>Leva-se em conta diversas figuras vizinhas, constituídas pelas formas dos objetos ou de suas colocações. Parte-se de <math>A^1</math> como referência. Logo, <math>A + A^1 = B</math> e <math>B + B^1 = C</math>. Assim, sempre é possível chegar à mesma reunião <math>C</math> partindo de <math>A^1</math> ou de <math>B^1</math> como referência e, chamando-a <math>A^2</math>. Portanto, <math>A + A^1 + B^1 = C^2</math>. Esta operação leva à reciprocidade dos sistemas de coordenadas, sendo o elemento <math>A^1</math> ou <math>A^2</math> considerado como origem de cada um dos sistemas de coordenadas.</p>	<p>Colocam-se vários nomes em uma tabela feita, por exemplo, no <b>Excel</b> ou no <b>Word</b>. Cada linha de divisão desses nomes terá uma certa coordenada. A reunião dos nomes que se encontram entre as coordenadas 9 e 15 serão os mesmos que os que se encontram entre os coordenadas 15 e 9, ou seja os objetos entre as coordenadas são recíprocos.</p>	

❖ AJUSTES DOS INTERVALOS OU DISTÂNCIAS	<p>O intervalo entre dois pontos ordenados ao longo de uma reta é uma distância. A conservação das distâncias é assegurada pelo fato de esses pontos e reta fazerem parte das "localizações" imóveis, mesmo podendo ser percorridos por um objeto em movimento. A relação constituída pelo deslocamento deste último, entre X e Y, sendo uma relação assimétrica, a distância constitui a relação simétrica de intervalos correspondente. É simétrica porque de X a Y há uma mesma distância do que de Y a X, isto é, pode ser simbolizado por: <math>X \Leftrightarrow Y = Y \Leftrightarrow X</math>.</p>	<p>Tanto no <b>Word</b>, <b>Paint Shop Pro</b> como no <b>Active Worlds</b>, o sujeito pode observar que o intervalo entre dois pontos é conservado, visto que existem régua ou coordenadas que podem ajudá-lo a entender que existe a mesma distância de um ponto x a y que de um ponto y a x.</p>	
❖ MULTIPLICAÇÃO BIUNÍVOCA DOS ELEMENTOS	<p>Uma seqüência linear de elementos <math>A + A' = B ; B + B' = C</math>, etc... multiplicada por outra <math>A + A' + B'</math> etc... constitui uma superfície. Estas duas seqüências, multiplicadas por uma terceira <math>A + A' + B'</math>, etc, produzem um volume.</p>	<p>No <b>Active Worlds</b>, tem-se uma ferramenta chamada <i>Position</i> (posição), que indica em que parte da superfície se encontra o avatar e para onde está olhando (norte, sul, sudeste, etc), devido a um sistema de coordenadas, tendo como ponto zero a entrada no mundo. Ao se deslocar, essas coordenadas vão variando dependendo da sua posição. Por exemplo, o avatar pode-se encontrar no ponto 4N (Norte) e 15W (oeste) Facing N (De frente para o Norte), ou um prédio pode-se encontrar no ponto 3S (Sul) e 5E (Leste). Outra ferramenta chamada <i>Altitud</i> (Altitude) indica a qual distância o avatar se encontra do chão (6.3 metros por exemplo). Portanto, o usuário pode localizar a posição do avatar, de algum objeto ou de algum ponto no espaço virtual, por um sistema de coordenadas de três dimensões. Este sistema de coordenadas permite que todos os objetos ou elementos possam ser relacionados ao mesmo tempo, segundo as relações esquerda x direita, frente x trás, em cima x em baixo, formando uma rede.</p>	

❖ MULTIPLICAÇÃO BIUNÍVOCA DAS RELAÇÕES DE COLOCAÇÕES E DESLOCAMENTOS	Esta operação engendra um sistema de coordenadas. Este sistema é uma rede de colocações ordenadas em função dos pontos de referência ou objetos considerados como imóveis, sendo tais colocações ordenadas segundo duas ou três dimensões simultaneamente, ou seja, uma das seqüências ordenadas constitui um dos eixos do sistema, e a segunda é ordenada de acordo com outra dimensão, isto é, constitui o segundo eixo.		
❖ MULTIPLICAÇÃO COUNÍVOCA DOS ELEMENTOS	Ao contrário das correspondências biunívocas próprias aos dois sistemas precedentes, a multiplicação por correspondência co-unívoca engendra a noção do triângulo, a duas dimensões, ou do tetraedro a três.	Esta operação não foi identificada em nenhuma ferramenta computacional analisada até o momento, pois se tem pouca informação a respeito da mesma.	
❖ MULTIPLICAÇÃO COUNÍVOCA DAS RELAÇÕES	Trata-se de um intervalo simétrico crescente produzido por duas relações assimétricas de valor progressivo. Este sistema operatório é que dá lugar à avaliação qualitativa dos ângulos antes da introdução de uma medida.	<p>No <b>Ambiente Logo</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Para RECOMEÇAR</li> <li>&gt; Avança 5</li> <li>&gt; Se CoordY</li> <li>&gt; 90 [FixaRumo 180 - Rumo]</li> <li>&gt; Se CoordY &lt; 1 [FixaRumo 0 Stop]</li> <li>&gt; PULAR</li> <li>&gt; Fim</li> </ul>	

❖ Operações Extensivas e Métricas			
Operações	Explicação	Exemplos (identificados em ferramentas computacionais)	✓ Ferramenta em estudo
❖ OPERAÇÕES MÉTRICAS	<p>Marca a passagem das relações intensivas para uma quantificação extensiva sistemática, que tem por natureza um relacionamento das diferenças (na linguagem das relações) ou das partes A e A' de um mesmo todo B (se empregarmos a linguagem dos elementos). Isto é, sucede as operações lógicas e infralógicas devido à sua matematização. É percebida na redução regular das dimensões de um objeto em função do distanciamento – decréscimo da grandeza aparente – no caso das proporções. Trata-se da escolha de uma grandeza como unidade e as diferentes partes de um mesmo todo relacionadas a essa unidade.</p>	<p>No AW, com o uso da ferramenta <i>Altitud</i>, é possível fazer medições dos objetos. Por exemplo, no mundo UCPel, subindo até o teto de um prédio pode-se observar que este tem 10 metros de altura, pois o avatar subiu esta distância do chão.</p>	
	<p>No caso das proporções, partindo da correspondência co-unívoca entre os lados A1 e A2 de um triângulo e sendo a largura de sua base A considerada como o intervalo entre os dois lados do ângulo do cume, alongando os lados de A'1 e de A'2 (daí <math>A1 + A'2 = B</math> e <math>A2 + A'2 = B2</math>, B1 e B'2 sendo o comprimento dos novos lados) obtém-se uma base B tal que: existe uma relação de paralelismo entre A e B. Assim, A e B são paralelas, isto é, construídas segundo uma mesma relação, existindo uma proporção entre a relação de A'1 e A'2 e a de A1 e A2. Em outras palavras, há quantificação das diferenças como tais, e relacionamento das partes (A1 e A'1 ou A2 e A'2) de um mesmo todo (B1 ou B2).</p>	<p>No AW, o sujeito pode observar, nos seus deslocamentos, relações de distâncias ou de grandezas. À medida que o avatar se aproxima dos objetos, estes vão sendo percebidos cada vez maiores, até se chegar a visualizar o objeto no seu tamanho original. Logo, o sujeito pode fazer operações extensivas e métricas, visto que as diferenças podem ser submetidas às relações definidas. Por exemplo, ao ir se aproximando de um prédio, o usuário tem a impressão de aumento do comprimento deste. Assim, a serialização intensiva seria <math>A &gt; B &gt; C</math> e a quantificação das diferenças poderia ser expressa pelas igualdades <math>A = B = C</math>, ficando então perto de uma métrica, em oposição ao simples acréscimo <math>A' &lt; B' &lt; C'</math>.</p>	

## Considerações Finais

O presente estudo teve como propósito a concepção de um método de avaliação qualitativo de ambientes computacionais, utilizando a lógica operatória como cerne. Esta metodologia representa um instrumento de identificação e análise das operações lógicas e infralógicas presentes (ou ausentes) em ferramentas computacionais. Pode ser vista como um importante elemento para que a lógica operatória se transforme em um “instrumento norteador” de uso no dia-a-dia de educadores, pesquisadores e projetistas de *softwares* e *groupwares* em geral.

Cabe enfatizar a importância que está sendo dada, através deste instrumento construído, à lógica operatória no desenvolvimento do conhecimento do sujeito, analisando e trazendo exemplos hipotéticos de operações que “poderiam ser desenvolvidas” pelo mesmo em interação com o computador. Portanto, o quadro possibilita, aos diferentes sujeitos envolvidos nesses tipos de ambientes, perceber se está ocorrendo ou não uma determinada operação.

Por outro lado, vendo do ponto de vista do objeto, a metodologia apresentada pode ser utilizada para o desenvolvimento de programas mais amigáveis, implementando operações “mais lógicas e, portanto, mais naturais” ao sujeito, ou seja, mais diretas e transparentes de serem executadas por ele. Atualmente, este é um assunto de sumo destaque, já que a informática ocupa um papel relevante na construção das estruturas cognitivas, afetivas e simbólicas do sujeito, pois este tem que expressar, através do computador, suas atividades representativas, operatórias, simbólicas e emocionais.

Os exemplos que foram trazidos nesta abordagem nem sempre foram retirados de versões mais atuais das ferramentas computacionais. Por exemplo, foi utilizado o Netscape, versão 4.5, por ser em português, para identificar mais facilmente nesta linguagem as operações em questão.

Atualmente, a metodologia apresentada está sendo utilizada para análise e implementação das operações lógicas e infralógicas e agrupamentos de classes e/ou relações em um Ambiente de Realidade Virtual Cooperativo de Aprendizagem - ARCA (Projeto de pesquisa interinstitucional, financiado pelo CNPq/CC. O ARCA é um grupo formado por pesquisadores/professores ligados ao programa de Pós-Graduação de Informática na Educação (PGIE) da UFRGS – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, à ULBRA – Universidade Luterana do Brasil e UCPel – Universidade Católica de Pelotas. Este projeto busca o desenvolvimento de um ambiente de aprendizagem apoiado na Internet, para a criação de um mundo virtual no Active Worlds, simulando um laboratório de alimentos para realização de experiências pelos alunos do Curso de Engenharia de Alimentos/UFRGS).

O próximo passo é o estudo do grupo INRC \* e a complementação deste quadro com as operações do período formal.

---

\* No operatório formal constrói-se uma nova estrutura resultante da fusão das estruturas de inversão e de reciprocidade do pensamento concreto. Esta nova estrutura, conhecida como grupo INRC, descreve os mecanismos operatórios fundamentais de transformação das operações proposicionais. São quatro as transformações: Identidade (I); Inversão (N); Reciprocidade (R) e, Correlatividade (C).

### Referências

- ACTIVE WORLDS. Em <http://www.geocities.com/SiliconValley/Bit/1670/active.html>, acesso em maio 2001.
- ANTUNES, Aracy do R.; MENANDRO, Heloísa F.; PAGANELLI, Tomoko I. *Estudos sociais: teoria e prática*. Rio de Janeiro: ACESS, 1993.
- BEHAR, Patricia A. *Análise operatória de ferramentas computacionais de uso individual e coletivo*. Porto Alegre: PPGCC, UFRGS, 1998. Tese de doutorado.
- BEHAR, Patricia A. Análisis operatório de herramientas de uso individual y cooperativo. *Revista Informática Educativa*, Bogotá, Colombia, v. 12, n. 1, maio 1999 – UNIANDÉS – LIDIE.
- BEHAR, Patricia A.; SIBLESZ, Gretel; PIVOTO, Deise. A lógica operatória no ARCA. In.: VIII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO. *Anais do VIII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação*. Maceió: UFAL, 2000.
- BEHAR, Patricia A.; SIBLESZ, Gretel; PIVOTO, Deise. *A interação sujeito-active worlds: um olhar a partir da lógica operatória*. Enviado ao Symposium on Virtual Reality, Florianópolis, SC, Brazil, out. 2001 (em processo de avaliação).
- BECKER, Fernando; FRANCO, Sérgio. *Revisitando Piaget*. Porto Alegre: Mediação, 1998.
- CASTORINA, J. A.; PALAU, G. D. *Introducción a la logica operatoria de Piaget: alcances y significado para la psicología genética*. Buenos Aires: Ediciones Paidós, 1982.
- DOLLE, J. M. *Para além de Freud e Piaget: referenciais para novas perspectivas em psicologia*. Rio de Janeiro: Vozes, 1993.
- FLAVELL, John H. *A psicologia do desenvolvimento de Jean Piaget*. São Paulo: Pioneira, 1975.
- FRANCO, Sérgio Roberto K. *Lógica operatória e lógica das significações em adultos do meio rural: um estudo piagetiano e seu significado educacional*. Porto Alegre: UFRGS, 2000. Tese de doutorado.
- MARCHELLI, Paulo Sérgio. *A geometria logo e a regulação das estruturas operatórias*. São Paulo: Universidade de São Paulo, 1996. Tese de doutorado.
- MICROSOFT, Netmeeting. *Netmeeting 2.0 Beta 4*. Disponível em <http://www.microsoft.com/netmeeting>, acesso em maio 2001.
- MONTANGERO J.; MAURICE-NAVILLE D. *Piaget ou a inteligência em evolução*. Porto Alegre: ArtMed, 1998.

MORO, M. L. *Aprendizagem operatória: a interação social da criança*. São Paulo: Cortez, 1987.  
PIAGET, Jean. *Estudos sociológicos*. Rio de Janeiro: Forense, 1973.  
PIAGET, Jean; INHELDER, B. *Da lógica da criança à lógica do adolescente*. São Paulo: Pioneira, 1976a.  
PIAGET, Jean. *Ensaio da lógica operatória*. Porto Alegre: Globo, 1976b.  
PIAGET, Jean. *Psicologia da inteligência*. Rio de Janeiro: Zahar, 1983.  
PIAGET, Jean; INHELDER, B. *A representação do espaço na criança*. Porto Alegre: Artes Médicas, 1993.

*Recebido: 11.09.2002*

*Aceito: 09.10.2002*