
Modelo de Seleção e Criação de Mensagens Textuais de Retorno de Interação para Sistemas Instrucionais Baseados em Regras de Produção

Robinson Vida Noronha^{1,2}

Clovis Torres Fernandes¹

¹Instituto Tecnológico de Aeronáutica – ITA , SP, Brasil

²Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPr, Pr, Brasil

{robinsonnoronha@yahoo.com.br; clovistf@uol.com.br}

Abstract: *This paper describes a model of process that selects and creates feedback messages to run in an Intelligent Tutor System based on production rules. What to do when a student gives a solution that doesn't match with any of these rules? The main idea in the backstage of this model of process is that a computer system could automatically identifies the rule that is more closer to student's solution. This selected rule doesn't need to match with the student's solution. If they don't match them there are some differences between student's solution and this rule. The model described in this paper, measures these differences and creates piece of text messages that could conduct this student to consider his/her solution and gives another solution. This model could reduces the necessity of a completed set of rules in Intelligent Tutor Systems. How to integrate an instructional technique called Structural Communication into a typical Intelligent Tutor System is the primarily use of this model. The computer system resulted of this integration could be used to run instructional activities based on ill-structured problems.*

Resumo: *Este trabalho descreve um modelo de processo que seleciona e cria mensagens de retorno de interação em um sistema instrucional inteligente baseado em regras de produção do tipo se-então. O que fazer quando a solução apresentada pelo aprendiz em um exercício não casa com nenhuma regra armazenadas no sistema? Diferentemente dos sistemas instrucionais inteligentes que utilizam casamento de padrões para identificar regras específicas e fornecem uma mensagem predefinida padrão quando não é possível identificar regra alguma, este trabalho define um modelo que seleciona automaticamente a regra mais próxima de uma solução qualquer. O modelo apresentado também procura identificar os elementos contrastantes entre a solução e a regra selecionada. Os elementos contrastantes identificados fornecem informações importantes para a criação automática de fragmentos de texto a serem apresentados ao aprendiz. Esses fragmentos de textos poderiam ter a função de induzir o aprendiz a rever a sua solução e apresentar uma nova solução que case com a regra mais próxima. A existência de um modelo com essas características poderia reduzir a necessidade de completeza das regras de produção em alguns Sistemas*

Instrucionais Inteligentes. O uso primário do modelo apresentado está na definição de um Sistema Instrucional Inteligente integrado com a técnica Comunicação Estrutural para a execução de atividades instrucionais baseadas na solução de problemas pouco estruturados.

Palavras Chaves: Sistema Tutor Inteligente, Comunicação Estrutural, Regras de Produção.

Key words: Intelligent Tutor System, Structural Communication, Production Rules.

1. Introdução

Alguns Sistemas Instrucionais Inteligentes ou *Intelligent Tutoring Systems* têm registrado a perícia do especialista do domínio através de regras de produção. Regras de produção do tipo se-então permitem representar parcialmente ações que um especialista tomaria em determinadas situações ou condições. A Figura 1a), por exemplo, representa a perícia do especialista que consiste em determinar qual ação "Ai" deve ser executada se as condições definidas em "Ri" ocorrerem. Na representação gráfica da Figura 1a), três regras são definidas e cada regra corresponde a uma ação específica, por exemplo, a regra Ri, está associada à ação Ai.

A quantidade de regras e a sua composição pode não ser conhecida pelo aprendiz em atividades instrucionais se elas representarem a função reativa desse sistema tutor. Se o aprendiz não as conhece então, qualquer ação apresentada por ele poderia ser representada graficamente pelas Figuras 1b), 1c) e 1d). Na Figura 1b), a ação do aprendiz casa com uma das regras definidas pelo especialista, a regra Rj. Na Figura 1c) a ação do aprendiz atende parcialmente às condições definidas pela regra Rk. Na Figura 1d) a ação não atende às condições definidas na regra "Rm", mas ela é muito próxima de "Rm".

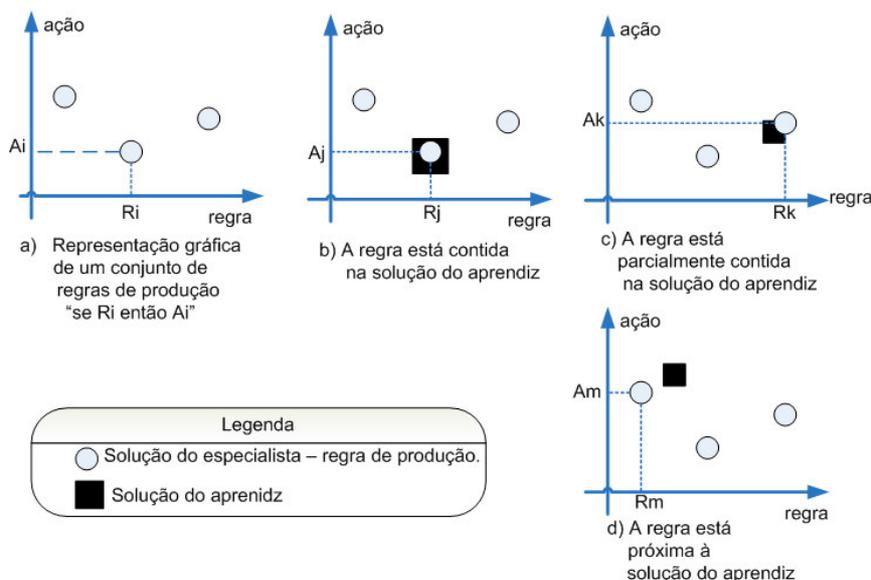


Figura 1- Representação Gráfica de "Ação x Regra".

Um típico Sistema Instrucional Inteligente é o ambiente de execução dessas regras de produção. A solução do aprendiz é comparada com as regras previamente definidas pelo especialista. A Figura 1a) exemplifica e ilustra um conjunto ou universo de regras definidas por um especialista. Quando uma regra está contida na solução do aprendiz, a sua correspondente ação é realizada, conforme ilustra a Figura 1b). A ação considerada neste trabalho de pesquisa é apresentar uma mensagem textual específica que trate ou esteja conceitualmente relacionada com a solução apresentada.

Especificar um conjunto de regras completo, ou seja que antecipe todas as possíveis soluções de um problema pouco estruturado é uma tarefa difícil. A certeza de que todas as possibilidades de solução podem ser antecipadas é um ideal que dificilmente será atingido a contento. Se o conjunto de regras não é completo, a tarefa de elaborar e construir um conjunto coerente de regras e seus correspondentes comentários é difícil de realizar e a literatura não aponta solução para isso. Garantir a completeza do conjunto de regras com uma regra do tipo “senão” fornecendo um comentário geral é de pouca utilidade para a condução de um possível aprendiz no transcorrer da atividade instrucional. Esse comentário geral não discutiria a solução apresentada pelo aprendiz.

Este artigo descreve um modelo de execução para as situações onde a solução do aprendiz não casa perfeitamente com a regra, conforme ilustram as Figuras 1c) e 1d). O objetivo almejado é identificar qual é a regra mais próxima da solução do aprendiz e medir as suas diferenças. A identificação dessa regra e a medição das diferenças entre ela e a solução poderiam fomentar a composição e estruturação de fragmentos de texto. Esses fragmentos de texto poderiam conduzir o aprendiz a refletir e rever a sua solução. Como resultado desse processo, o aprendiz, em uma nova interação com a atividade instrucional poderia fornecer uma nova solução.

O emprego dos resultados apresentados neste artigo está limitado a um Sistema Instrucional Inteligente integrado com a técnica instrucional denominada de Comunicação Estrutural ou *Structural Communication* - SC [Egan, 1976]. Nesse ambiente, atividades instrucionais baseadas em problemas pouco estruturados podem ser representadas e interpretadas [Noronha et al, 2005] e [Noronha e Fernandes, 2005].

Essa técnica instrucional utiliza regras de produção para definir quando apresentar uma **m**ensagem **t**extual de **r**etorno de **i**nteração ou simplesmente METERI. O objetivo de uma atividade instrucional formatada com a SC é que o aprendiz tenha acesso gradual a todas as mensagens textuais armazenadas.

Este artigo está estruturado em cinco seções. Na segunda seção, a SC é apresentada de forma resumida. A terceira seção apresenta um modelo de interpretação e monitoramento da solução do aluno. A quarta seção apresenta um pequeno estudo de caso. A quinta seção apresenta as conclusões deste trabalho e perspectivas de novas pesquisas.

2. Comunicação Estrutural.

Comunicação Estrutural ou *Structural Communication* - SC é uma técnica que pode ser aplicada na formatação ou representação de uma atividade instrucional [Egan, 1976]

e em especial em atividades instrucionais baseadas em problemas pouco estruturados [Noronha et al, 2004], [Noronha e Fernandes, 2005], ou como ferramenta de avaliação e diagnóstico do conhecimento do aprendiz [Johnstone, 1988], [Johnstone et al., 2000]. De acordo com a sua aplicação, a estrutura da SC pode ser formada por até seis seções. Três dessas seções são o foco desse relato de pesquisa, a saber:

- **Investigação** - Apresenta de forma seqüencial um conjunto de problemas sobre o domínio trabalhado. O termo “Desafio” será utilizado neste artigo para referenciar-se aos problemas ou exercícios definidos no contexto de atividades instrucionais formatadas com a SC. O aprendiz enfrenta esses Desafios selecionando alguns elementos da seção Matriz Resposta para compor uma solução. A Figura 3 apresenta dois exemplos de Desafios.
- **Matriz Resposta** - Alguns elementos relevantes do domínio são aleatoriamente distribuídos em uma estrutura de matriz. Esses elementos podem ser frases, fatos, conceitos ou princípios contidos na seção Apresentação. A Matriz Resposta é única em toda a atividade instrucional e deve atender às necessidades de todos os Desafios contidos na seção Investigação.
- **Discussão** - Esta seção é composta por duas partes, a saber: i) Regras da Guia de Discussão e ii) Comentários da Discussão ou mensagens de retorno de interação ou simplesmente METERI. Cada regra define uma condição de se-então baseadas na Inclusão (I) ou Omissão (O) de elementos da matriz na solução do aprendiz. Cada regra possui associada uma específica METERI. Essa METERI poderia ter propósito construtivo e discutir em profundidade o raciocínio utilizado pelo aprendiz quando inclui ou omite alguns itens da matriz em sua resposta [Egan, 1976]. Dois exemplos de regras da Guia de Discussão são ilustrados na Figura 3, onde as letras A, B, C, M J, K, L e N representam METERIs.

N ²	N	R	Operação Binária
1	2	3	4
Regra Comutativa 5	Regra Associativa 6	R ² 7	R ^a 8
Regra da Igualdade 9	Segmento de linha direcionado 10	ordenado 11	n-tupla 12
forma canônica 13	{i, j} 14	Regra da Adição 15	C 16
Regra da Multiplicação 17	par 18	Q 19	Z 20

Figura 2- Exemplo de Matriz Resposta obtida de [Fyfe e Woodrow, 1969]

Em resumo, as regras definidas na seção Guia de Discussão tem a funcionalidade de auxiliar na definição dos pré-requisitos da METERI. A METERI, tipicamente, aborda o contexto definido pelos elementos contidos na regra. Um sistema de casamento de padrões simples possui algumas lacunas quando colocado em prática, pois a regra precisa “casar” perfeitamente com a solução do aprendiz. O que fazer quando nenhuma regra com a solução do aprendiz?

<p>DESAFIO 1 Quais itens da Matriz Resposta poderiam representar um vetor ou conjunto de vetores, ou são propriedades essenciais de um vetor ou conjunto de Vetores?</p> <hr/> <p>GUIA DE DISCUSSÃO</p> <p>1. <input type="checkbox"/> 2, 3, 11, 18, 19 or 20 A</p> <p>2. <input type="radio"/> 1, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 14, 15 or 16 B</p> <p>3. <input type="radio"/> 2, 3, or 17 C</p> <p>4. <input type="checkbox"/> 13 M</p>	<p>DESAFIO 2 Suponha que você encontrou, escrito em um pedaço de papel, o símbolo (0,1). Ele atraiu o seu interesse e você começou a considerar todas as possíveis situações onde essa informação é relevante. Considerando essa descrição, e o que ela poderia representar, selecione os itens da Matriz Resposta às quais ela poderia ser aplicada.</p> <hr/> <p>GUIA DE DISCUSSÃO</p> <p>1. <input type="checkbox"/> 10 or 14 J</p> <p>2. <input type="radio"/> 1, 2, 3, 7, 11 or 18 K</p> <p>3. <input type="radio"/> 13, 16, 19 or 20 L</p> <p>4. <input type="checkbox"/> 4, 5, 6, 8, 9, 12, 15 or 17 N</p>
---	--

Figura 3- Exemplo de Desafio e Guia de Discussão obtidos de [Fyfe e Woodrow, 1969]

3. Monitoramento da Solução do Aprendiz.

O esquema ilustrado na Figura 4 representa o modelo de processo de execução parcial de exercícios de uma atividade instrucional formatada com a SC. Nesse modelo, o aprendiz, repetidamente, busca por soluções a um Desafio apresentado. Durante essa busca, ele compõe soluções “S” selecionando alguns elementos da Matriz Resposta e em seguida, se for o caso, ordena esses elementos.

Uma solução qualquer “S”, tipicamente, consiste em uma lista de números, como por exemplo $\{N_1, N_2, N_3, \dots, N_m\}$. Cada número N_i dessa lista corresponde à posição de um elemento do domínio na Matriz Resposta que foi selecionado para a composição de “S”. Essa lista também poderia ser ordenada representando a sequência de passos de um processo ou método de acordo com o trabalho de (Johnstone, 1988). Nessa caso, a posição de cada elemento na lista correspondem à ordem desse elemento. Esse tipo de representação é útil quando a descrição de procedimentos é realizada com os elementos da Matriz Resposta, por exemplo. Nesse caso, a ordem em que os elementos são apresentados é importante e representa outro aspecto a ser identificado e comentado pelas METERIs.

A solução “S” é inicialmente encaminhada para o mecanismo denominado de "Tradutor". Esse mecanismo tem a função de traduzir a lista apresentada para um formato que é utilizado pelo ambiente computacional considerado. O resultado do mecanismo denominado por Tradutor é um vetor, denominado de S'. O tamanho desse vetor é definido pela quantidade “m” de elementos contidos na Matriz Resposta. Cada posição desse vetor pode assumir os valores entre “0” e “m”. O valor “0” é atribuído à posição do elemento não presente na solução “S”. O valor “1” é atribuído à posição do primeiro elemento selecionado, “2” para o segundo elemento e assim sucessivamente.

A solução traduzida S' é encaminhada ao mecanismo "Ordenador de Regras" ilustrado na Figura 4. Esse mecanismo fornecerá uma lista ordenada com as regras da seção Guia de Discussão. Essa lista é denominada neste trabalho de L_g . O critério de ordenação é a similaridade ou dissimilaridade entre cada regra da Guia de discussão e a representação vetorial S' . O valor da similaridade entre S e cada regra é calculado de acordo com o modelo apresentado por Johnstone [Johnstone, 1988]. Empregando esse modelo para todas as regras, mede-se o quanto uma solução S é similar ou próxima de cada regra. Os primeiros elementos da lista L_g são os elementos mais similares, os últimos elementos são os menos similares.

A representação S' e a lista L_g são encaminhadas ao mecanismo "Pesquisador do Modelo do Aprendiz". Esse mecanismo irá listar as regras que já foram apresentadas no Desafio da SC em questão. Essa lista, denominada por L_{sm} também será ordenada de acordo com a similaridade entre a solução S' e as regras que já foram selecionadas.

As duas listas L_g e L_{sm} e S' são encaminhados ao mecanismo "Filtro de Regras". Esse mecanismo recebe as duas listas de regras e irá selecionar apenas a primeira regra R contida em L_g e que não está contida em L_{sm} . A regra R e a lista S' são encaminhadas ao mecanismo "Comparador". O "Comparador" fornecerá como resultado de comparação três listas a saber:

- [Lista AND:] apresenta os elementos comuns entre a solução S' e a regra R .
- Lista XOR':] apresenta os elementos que foram colocados na solução e não foram previstos na regra R .
- [Lista XOR":] apresenta os elementos contidos na regra R e que não estão presentes na solução S' .
- [Lista XOR"":] apresenta a lista com os elementos que não foram apresentados na sequência definida na regra R . Para as regras onde a sequência dos elementos não é importante, essa lista será sempre vazia. Para as regras onde a sequência é importante, os elementos que foram apresentados fora da sequência prevista na regra são armazenados na lista XOR"". Se a regra especificar os elementos sequenciados {2, 3, 7, 4, 9} e a solução do aprendiz for composta pelos elementos {2, 7, 4, 9, 3}, por exemplo, a lista XOR"" será determinada comparando-se cada par de elementos, conforme exemplificado em seguida:
 - O elemento 2 precede o elemento 3? Sim.
 - O elemento 3 precede o elemento 7? Não.
 - O elemento 7 precede o elemento 4? Sim.
 - O elemento 4 precede o elemento 9? Sim.

A lista XOR''' será formada pelos pares onde a resposta foi negativa, {3, 7} nesse exemplo.

As listas XOR', XOR'' e XOR''' são encaminhadas ao mecanismo "Localizador de METERIs" que procurará identificar regras com características Exatas que casem com os elementos de cada lista. As METERIs associadas às regras identificadas são seleccionadas.

As listas AND, XOR', XOR'' e XOR''' e as correspondentes METERIs seleccionadas são encaminhadas ao mecanismo denominado de "Gerador de Dicas". Esse mecanismo constrói fragmentos de mensagens textuais ou dicas a respeito dos elementos contidos em cada lista e de aspectos que devem ser observados. A finalidade dessas mensagens é reduzir diferenças entre os elementos contidos na lista S e na regra R seleccionada da Guia de Discussão.

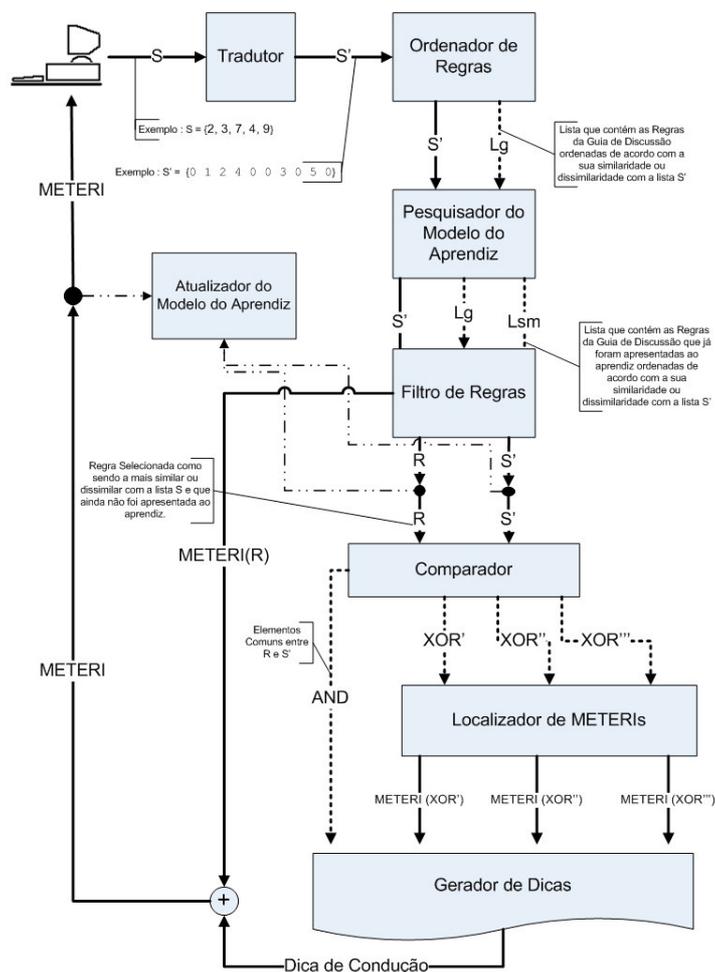


Figura 4 - Modelo de Processo de Execução do Exercício SC.

Os modelos das dicas são definidos pelo ambiente e poderiam ser modificados pelo autor da atividade instrucional. A METERI final pode ser formada pela mensagem associada à regra seleccionada mais as dicas obtidas a partir do "Gerador de Dicas" ou simplesmente pelas dicas fornecidas pelo "Gerador de Dicas". Os critérios utilizados para a decisão automática de qual dessas duas opções será escolhida pelo Sistema Instrucional Inteligente não serão apresentados neste trabalho por fugirem ao propósito deste trabalho.

A METERI final é apresentada ao aprendiz e o Modelo do Aprendiz é atualizado com a regra R, a solução S e a METERI apresentada.

4. Exemplo – Estudo de Caso.

O estudo de caso descrito utiliza a Matriz Resposta apresentada na Figura 2. O Desafio considerado é o Desafio 1 ilustrado na Figura 3. Nesse exemplo, a ordem ou sequência apresentada não é importante. Supondo que, inicialmente, o aprendiz apresente $S = \{2, 3, 4, 7 \text{ e } 9\}$. O Tradutor irá produzir $S' = \{0-1-2-3-0-0-4-0-5-0-0-0-0-0-0-0-0\}$.

S' será comparada com cada regra da Guia de Discussão ilustrada na Figura 3. Um problema de interpretação dessas regras está evidente na forma utilizada para a sua representação. A regra “O(2, 3 ou 17)” da Figura 3, admite as seguintes interpretações: “(2 e 3) ou 17”, “(2 e 3) ou (2 e 17)”, “2 e 3 e 17”, “2 ou 3 ou 17”, entre outras. Para contornar isso, este trabalho considera “2 e 3 e 17” para o exemplo apresentado. De forma geral, os disjuntores estão sendo removidos da lista e o operador lógico “e” é utilizado. Ao empregar a fórmula de Johnstone [Johnstone, 1988] para cada par de elemento, o sistema fornecerá os dados apresentados na Tabela 1. Quanto mais próximo de 1.0, mais similar é a regra com a solução S.

Regra	Valor
R1	0.102
R2	0.0
R3	-0.5416
R4	-0.277

Tabela 1 – Valores calculados com a equação da Figura 6 para a solução S = {2, 3, 4, 7, 9}.

O módulo “Ordenador de Regras” da Figura 5 fornecerá a lista $L_g = \{R1, R2, R4, R3\}$. A lista é formada de acordo com o valor calculado pela equação de Johnstone. O “Pesquisador do Modelo do Aprendiz” fornecerá para $L_{sm} = \{\}$. A ausência de um histórico de solução do aprendiz fornece a lista vazia L_{sm} . O módulo “Filtro de Regras”, seleciona então a regra R1 por ser a regra de valor de similaridade calculado mais próximo de 1.0.

O módulo “Comparador” irá comparar os elementos de S' e R criando listas com os elementos comuns e não comuns entre elas. A lista AND será formada pelos seguintes elementos {2, 3}. A lista XOR' é formada pelos elementos inseridos na solução e que não foram previstos pela regra, os elementos {4, 7, 9}. A Lista XOR'' é formada pelos elementos da regra R que não foram inseridos na solução S do aprendiz, os elementos {11, 18, 19 e 20}. A lista XOR''' é nula, pois a regra não define ordem de sequência a ser apresentada pelo aprendiz.

O módulo “Localizador de METERIs” irá tentar identificar no Guia de Discussão a existência das seguintes regras “I(4, 7 e 9)” para a lista XOR'; para a lista XOR'', a regra a ser procurada é “O(11, 18, 19 e 20)”. Essas duas regras não foram definidas pelo autor da atividade instrucional. O resultado dessa busca é um conjunto vazio ou nulo. Tendo como resultado dessa busca o valor nulo, o módulo “Gerador de

Dicas” poderia criar fragmentos de mensagens textuais com a finalidade de preencher essa lacuna. Alguns modelos podem ser definidos para apresentar mensagens que induzam o aprendiz a rever a sua solução. São alguns exemplos de modelos de fragmentos de mensagens textuais definidos como padrão pelo ambiente computacional desenvolvido e que poderiam ser editados pelo autor da atividade instrucional:

- M1. “Apesar de concordarmos com a inclusão dos elementos {“ + elementos da lista AND + “}, possuímos algumas discordâncias quanto à inclusão dos elementos {” + elementos da lista XOR’ + “}”.
- M2. “Alguns elementos que eu considero importante para a solução foram omitidos.”
- M3. “Os elementos {” + elementos da lista XOR” + “} foram omitidos da sua solução e eles precisavam estar incluídos.
- M4. “Concordamos com a seleção dos elementos apresentados. O conselho que eu poderia fornecer é ” + METERI-A.
- M5. “Os elementos selecionados não estão apresentados na seqüência esperada, por favor, reveja a seqüência.”
- M6. “Os elementos {“ + elementos da lista XOR” + “} não estão na seqüência esperada.”
- M7. “Refaça a sua solução pois ainda existem mensagens textuais a serem apresentadas.”

A definição desses modelos de mensagens está baseada no trabalho de Goodman [1998]. De acordo com Goodman, as mensagens de retorno de interação apresentadas em grupos de discussão podem ter o papel de: i) Sugerir possíveis ações, ii) Questionar idéias planas e intenções e iii) Explicar e esclarecer conceitos.

No exemplo apresentado neste artigo, um possível aprendiz apresenta a solução composta pelos elementos {2, 3, 4, 7, 9} para o Desafio 1 ilustrado na Figura 3. O modelo de processo ilustrado na Figura 5, fornecerá a seguinte METERI ao final do processo para esse estudo de caso:

Apesar de concordarmos com a inclusão dos elementos {2, 3}, possuímos algumas discordâncias quanto à inclusão dos elementos {4, 7, 9}.

Alguns elementos que eu considero importante para a solução foram omitidos. Os elementos {11, 18, 19, 20} foram omitidos da sua solução e eles precisavam estar incluídos.

Refaça a sua solução pois ainda existem mensagens textuais a serem apresentadas.

Quadro 1 – METERI criada automaticamente pelo modelo de processo.

5. Conclusão

Este artigo apresentou um modelo de identificação de elementos distintos entre a solução do aprendiz e um conjunto de regras quando essa solução não casa com nenhuma regra desse conjunto.

O modelo apresentado no artigo preenche também uma lacuna que não foi prevista pelos criadores da técnica de Comunicação Estrutural. Criada para gerenciar grupos de discussão, essa técnica previa a participação ativa de um professor ou mediador. Esse professor ou mediador fornecia uma mensagem de retorno de interação como função da solução apresentada pelo aprendiz. Representar através de regras de produção quando apresentar uma mensagem textual não é capaz de simular o comportamento desse professor. O modelo apresentado neste artigo tem por objetivo, ser uma forma de encaminhar o aprendiz na atividade instrucional.

Como trabalho futuro, apresenta-se o estudo de como definir modelos das mensagens textuais além dos modelos definidos como padrão neste trabalho. Apesar dos modelos apresentados permitirem a criação automatizada de fragmentos de texto com informações que poderiam induzir o aprendiz a rever a solução apresentada, os modelos apresentados estão muito aquém do estado da arte de técnicas de argumentação.

6. Referências Bibliográficas

- Egan, K., (1976). *Structural Communication.*, Belmont, CA: Fearon Publishers.
- Fyfe, R. M., Woodrow, D., (1969). *Study Unit 1 - Sets. Basic Ideas of Abstract Mathematics.* The Centre of Structural Communication. University of London Press Ltd, P. 9-15.
- Goodman B., Soller A., Linton, F., Gaimari, R., (1998). Encouraging Student Reflection and Articulation using a Learning Companion. *International Journal of Artificial Intelligence in Education* , 9, p. 237-255.
- Johnstone, A., H., (1988). *Methods of Assessment using Grids.* Lab Talk, october, 1988, p. 4-6.
- Jonassen, D. H., (1997). *Instructional Design Models for Well-Structured and Ill-Structured Problem-Solving Learning Outcomes.* ETR&D, 45 v. , no. 1, p. 65-94.
- Noronha, R.,V., Silva, M.,F., Omar, N., Fernandes, C., T., (2004). *Structural Communication - a learning environment prototype.* Proceedings of IASTED International Conference Web Based Education, fevereiro 16-18, Innsbruck, Austria.
- Noronha, R., V., Galante, D., Fernandes, C., T., (2005) *Preliminary Ideas to Provide Intelligent Tutoring Systems with Abilities to Deal with Ill-Structured Problems.* Proceedings of International Conference "Methods and Technology for Learning" - ICMTL 2005, march 9th to 11th, Palermo, Italy.
- Noronha, R., V., Fernandes, C., T. (2005). *Model to represent ill-structured problems in ITS environments.* Proceedings of 8th IFIP World Conference on Computers in Education, WCCE 2005. Computer Society of South Africa, SBS Conference, july 4 to 7th, Cape Town, South Africa.