

# **Construção e validação de um instrumento para avaliar o entendimento dos estudantes em Genética**

## **Development and validation of an instrument to evaluate the student's knowledge of Genetics**

**Marcela Secchin Favarato**

Universidade Federal do Espírito Santo  
marcela.fav@gmail.com

**Geide Rosa Coelho**

Universidade Federal do Espírito Santo  
geidecoelho@gmail.com

### **Resumo**

Com a finalidade de analisar o entendimento dos estudantes em Genética e também interpretar a complexidade envolvida nesses conceitos, foi construído e validado um instrumento em forma de questionário, e posteriormente, aplicado para alunos que cursavam o final da segunda série do Ensino Médio em uma instituição estadual de ensino. Para as devidas análises foi realizado o tratamento *Rasch* para dados dicotômicos, o qual permitiu transformar dados não mensuráveis diretamente em escalas intervalares psicométricas. Dessa forma, foi ordenado o nível de complexidade dos conceitos, expressos nos itens. Constatamos que os estudantes compreendem mais as situações que envolvem cálculos de probabilidades e cruzamentos genéticos que muitos conceitos básicos de Biologia Molecular. Também constatamos que o instrumento desenvolvido apresentou-se fidedigno e válido para avaliar o entendimento dos estudantes sobre o tema, no entanto pode não ser adequado para avaliar os alunos com necessidades educativas especiais, como a Síndrome de Down.

**Palavras chave:** genética, inclusão social, instrumento, tratamento *Rasch*.

### **Abstract**

This research purpose is to check the knowledge about genetics concepts and also interpret the complexity of them, to do so, an instrument was developed and validated as a questionnaire. Then applied to students attended high school, specifically at the end of the second year inside a public education institution. This analysis purpose was to apply the *Rasch* measurement for dichotomous data, that made it possible to quantify non-measurable data in psychometrics scales. This way, the concepts level expressed in the items were ordained. We found that the student's understand situations that involve the calculation of probabilities and genetic crosses better than many basic concepts of molecular biology. Also, it was verified that the instrument was able and valid to measure the students knowledge about the subject, however this instrument may not able to evaluate students with special needs such as Down's Syndrome students.

**Key words:** genetics, social inclusion, instrument, *Rasch* measurement.

## Introdução

O estudo de genética é necessário para o indivíduo compreender os mecanismos referentes à existência dos seres vivos, tendo consciência assim de sua própria proveniência e características, além de abranger seus conceitos sobre questões biotecnológicas. Tendo em vista o argumento democrático abordado por Tomas e Durant (1987 *apud* Millar 2003), é necessário obter uma compreensão básica de ciências para que o indivíduo possa iniciar uma discussão e/ou debate a cerca dos temas relacionados a algum componente científico. Com isso, os conceitos básicos de genética capacitam o aluno a desenvolver suas opiniões sobre temas mais complexos e bastante populares na mídia, como: terapia gênica, melhoramento genético, clonagem, células-tronco, transgênicos e teste de paternidade. No entanto, quando se fala sobre Genética e Biologia Molecular, geralmente as pessoas pensam em letras, como por exemplo: AA, aa e Aa. Poucas sabem o que realmente significa um gene e onde estão localizados no nosso genoma, muitas não sabem a diferença entre gene, genoma, DNA, RNA e cromossomo, e não conseguem visualizar como as características são herdadas. Neste contexto, o ensino de genética se resume ao método tradicionalista, ou seja, muitas vezes resulta no desvio do aprendizado biológico para o matemático (CAMPOS *et al.*, 2003). Dessa forma, este trabalho tem como objetivo analisar o entendimento dos estudantes do Ensino Médio sobre o conteúdo de Genética e Biologia Molecular, desenvolvendo e validando um instrumento avaliativo, investigando os conceitos de maiores e menores dificuldades, para assim poder apontar algumas ações pedagógicas.

## Concepções alternativas sobre Genética e Biologia Molecular

A fundamentação teórica para a construção dos itens consistiu na realização de uma busca cuidadosa na literatura sobre o assunto, considerando as concepções alternativas dos alunos sobre Genética e Biologia Molecular. Foram, portanto, encontrados trabalhos como o de Oliveira e Corazza (2008), os quais obtiveram concepções de estudantes principalmente sobre os transgênicos, onde podemos observar que os alunos normalmente relacionam os transgênicos com a agricultura, não fazendo, portanto, nenhuma menção aos transgênicos de outros reinos biológicos, a não ser o vegetal e os relacionam com o consumo humano.

Outro trabalho interessante nesse aspecto é o de Beltrame (2010), que constatou a concepção de estudantes sobre a noção de gene, DNA e hereditariedade, e, dentre as concepções alternativas apresentadas, os alunos relacionam DNA com o exame de paternidade e com o sangue, recordam da característica estrutural de dupla-hélice, como também das letras representativas das bases nitrogenadas, mas sem saber o que elas significam. Beltrame (2010) também constatou que o entendimento dos alunos sobre a tradução gênica seria a identificação da pessoa através do sangue. Quanto ao gene e aos cromossomos, dentre as concepções encontradas foram: (i) representação das contas probabilísticas como sendo o conceito de gene; (ii) gene definido pelos grupos sanguíneos (iii) os cromossomos sempre estão aos pares; (iv) associação cromossômica com a síndrome de Down; (v) a representatividade em forma de “X” é atribuída como a real estrutura dos cromossomos.

Ramkrapes *et al.* (2009), ao comparar com as concepções de estudantes do Ensino Médio com o que era transmitido na mídia, verificaram que havia uma repercussão negativa dos estudantes a essas tecnologias, principalmente em relação à clonagem, sustentados pelo medo de desenvolverem réplicas humanas. Já em relação às células-troncos, ouve uma prevalência de que a vida dos embriões sensibiliza mais os alunos do que as questões de cura de doenças

degenerativas. Com isso, podemos dizer que na concepção dos estudantes somente as células-tronco embrionárias seriam as células que podem ser utilizadas na terapia gênica, e que ao utilizar essas células-tronco seria o mesmo que matar uma vida.

### **A noção de entendimento adotado no estudo**

Dessa forma, neste trabalho, partimos do princípio de entendimento apresentado por Amantes e Borges (2007), os quais relatam que o entendimento nem sempre é explicável em forma de palavras verbais ou escrito, pois a demonstração do entendimento muitas vezes está implícito nas ações do sujeito, de forma a lidar com conceitos de diferentes, dos menos aos mais complexos, tendo a habilidade de relacioná-los adequadamente quando se depara com situações problemáticas. Mas vale a pena ressaltar que, quanto maior é a articulação do entendimento, maior é a facilidade dele ser expresso em palavras, e essa articulação aumenta na medida em que o estudante incorpora novos conceitos em sua estrutura cognitiva. Sendo assim, com essa perspectiva adotada na pesquisa, entendemos que é possível termos acesso de como o conceito está articulado na estrutura cognitiva do aluno, mesmo que esse entendimento não seja totalmente verbalizado quando o estudante resolve uma tarefa de ensino, pois o entendimento é um atributo latente do indivíduo, ou seja, mesmo que não seja acessado diretamente, pode ser revelado durante a interação/ação do sujeito com uma tarefa ou teste.

### **Metodologia**

Foi aplicado um instrumento em forma de teste com quarenta questões previamente validado por oito profissionais na área de ensino de Biologia, para assim garantir a fidedignidade e a validade do conteúdo e do construto, de acordo com os princípios apresentados por Raymundo (2009) e pelo questionamento aos pares segundo Alves-Mazzotti e Gewandsznajder (1999). O instrumento foi então respondido individualmente por cento e quatro estudantes voluntários que cursavam o final da segunda série do Ensino Médio da Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio Irmã Maria Horta, localizada na cidade de Vitória, no Estado do Espírito Santo. Para obtenção e análise dos resultados, o método utilizado foi o tratamento *Rasch*, o qual permite quantificar em medidas intervalares dados não mensuráveis como a competência, entendimento e habilidade das pessoas. O tratamento consiste na análise de dados dicotômicos em uma forma matemática e probabilística, o qual possibilita também verificar qual o nível de dificuldade dos itens do instrumento (Wright e Linacre, 1989 *apud* COELHO 2011). São dois os pressupostos norteadores dos modelos *Rasch*, o primeiro é o da unidimensionalidade, em que há apenas uma dimensão medida pelo conjunto total de itens, e o segundo é da independência local dos itens, ou da objetividade específica, a qual diz que nenhum item deve responder algum dos outros itens (CUNHA, 2007). Sendo assim foi utilizado o programa WINSTEPS (LINARCRE E WRIGHT, 2000), que proporciona a análise *Rasch*, gerando os resultados estatísticos referentes do tratamento.

É importante salientar que somente algumas das 40 questões serão apresentadas, e posteriormente discutidas durante os resultados e discussões desse texto, mas o instrumento completo pode ser encontrado no trabalho de Favarato (2013). As questões, portanto, foram desenvolvidas propositalmente com algumas sendo verdadeiras e outras falsas, dentre as quais podemos citar: todos os seres vivos possuem genes (questão 01); um gene é um fragmento de uma molécula de DNA (questão 04); cromossomos homólogos também são chamados de cromátides-irmãs (questão 11); um casal “Aa” e “aa” para uma determinada característica têm 50% de chance de ter um filho “aa” (questão 25); Síndrome de Down é resultado de uma

trissomia do cromossomo 21 (questão 31); Os *íntrons* são partes ativas de um gene, enquanto que os *éxons* são partes inativas (questão 35).

### Resultados e discussões

Segundo Linacre (2009 apud COELHO, 2011), O INFIT/MNSQ é a mais relevante das estatísticas para analisar a qualidade dos itens, e os valores encontrados entre 0,5 e 1,5 seriam os ideais para a confiabilidade das medidas. Dessa forma, utilizando o tratamento *Rasch* foi observado que todos os itens estão dentro desse intervalo desejável, assegurando a confiabilidade e de todos os itens do instrumento.

Itens (40 medidas)	Parâmetro de dificuldade (escala logarítmica)	INFIT/MNSQ
Significância	0,00	1,00
Desvio Padrão (SD)	1,26	0,5
Coeficiente de separação entre as pessoas = 0,87		

Tabela 1: dados estatísticos

Outro aspecto importante, segundo COELHO (2011), o MNSQ corresponde a significância da qualidade dos itens do instrumento, e o valor de MNSQ igual a 1 compreende ao ajuste perfeito do item ao modelo. Assim, com a análise *Rasch*, percebeu-se que todos os itens estavam próximos a 1, podendo assim dizer que todos os itens estão bem ajustados ao modelo, com as medidas consistentes e confiáveis. Já com a análise do ajuste das pessoas ao modelo, percebeu-se que a pessoa M64 foi a que mais teve acertos, assim a de nível máximo de mensuração, enquanto que a pessoa M17 não acertou nenhum dos itens, constatando o mínimo mensurado. No entanto, durante a análise do sumário estatístico, podemos perceber que a estudante M17 foi desconsiderada pelo programa, pois marcou apenas um dos tipos de alternativas durante a aplicação do teste, sendo essa a alternativa “não sei”. Nesse caso o programa compreendeu que as respostas desse determinado aluno não eram confiáveis, então gerou a tabela abaixo considerando apenas os outros cento e três estudantes:

Número de pessoas mensuradas	103
Limite superior do coeficiente de separação entre as pessoas	0,69
Limite inferior do coeficiente de separação entre as pessoas	0,66

Tabela 2: sumário estatístico

Para as análises estatísticas, o coeficiente de separação entre as pessoas pode ser utilizado para analisar a fidedignidade do instrumento, assim, de acordo com Wiethaeuper et al. (2005) e Fisher (2008), é importante que o limite inferior do coeficiente de separação entre as pessoas seja maior que 0,60 para assegurar a fidedignidade do instrumento (COELHO 2011). O resultado do limite inferior encontrado na pesquisa foi de 0,66 para essa estatística, um valor acima de 0,60, o que significa, portanto, que temos um instrumento fidedigno.

A análise de variância foi realizada, para interpretar a unidimensionalidade da escala atribuindo dados dicotômicos de 1 para acerto, e 0 para o fracasso. Assim ao analisar os dados, os valores de variância empírica e modelada explicada, foram respectivamente 27,8% e 27,6%, ou seja, são valores muito próximos. Além disso, segundo Linacre (2006), a soma do desvio padrão do parâmetro da pessoa e o desvio padrão do item, é desejável que exceda 2,00 logits, para assim a variância explicada ser maior que 50%, o qual é o valor para que se garantir a unidimensionalidade da escala. Sendo assim, a soma efetuada foi de 2,13 logits, consistindo, portanto, do valor desejado. Dessa forma, pelas análises de variância, o instrumento se encontra de maneira unidimensional, referindo-se, portanto, a um único construto (o entendimento dos estudantes em Genética).

Segundo Maia (2010), a família de modelos *Rasch* é uma alternativa para a obtenção de “régua” para medir construtos a partir de respostas de testes acadêmicos. Em vista disso, nesse estudo construímos uma “régua” para mensurar o entendimento dos estudantes em Genética. Sendo assim, ao analisar a figura 1, podemos perceber que a maioria dos estudantes encontra-se em torno da “régua” (lado esquerdo da “régua”), o que significa que o desempenho no teste não é muito diferente entre os participantes do estudo, exceto para os sujeitos M8 e M17. Foi verificado que um desses estudantes, o M17, possui Síndrome de Down e marcou somente a opção “não sei”, sendo desconsiderado pelo software durante a análise do sumário estatístico.

No lado direito da “régua”, podemos analisar os itens, de forma que aqueles acima da média são os considerados mais complexos, assim os de maiores dificuldades, e os que estão abaixo desse eixo, os de menores complexidades, sendo os mais fáceis. Logo, na “régua” aponta que os itens de maior e menor complexidade, são respectivamente os itens 35 e 01, cujos conceitos correspondem aos de *íntrons* e os *éxons* (item 35) e à existência dos genes em todos os seres vivos (item 01).

Os itens 10, 17, 11, 18 e 22 podem ser considerados extremamente difíceis para os estudantes, sinalizando para a complexidade os níveis de compactação cromossômica no núcleo das células, no que diz respeito aos conceitos de eucromatina e heterocromatina. Esses resultados apontam também para a complexidade envolvida no entendimento do *crossing-over*, ou recombinação gênica, o que é de fundamental importância para o entendimento de variabilidade dos seres vivos, também quanto aos termos de cromossomos homólogos e cromátides-irmãs. Os processos de tradução e transcrição, os quais são relacionados com a síntese de proteínas, e a localização dos genes nas células (*locus gênico*), também demonstraram serem conceitos de alta complexidade no entendimento dos estudantes.

Com relação aos itens de menor complexidade, além do item 01, os itens 31, 04, 08, 25 e 37 também revelaram ser de baixas complexidades, ou seja, a maioria dos estudantes possui um bom entendimento sobre a relação da Síndrome de Down com a trissomia do cromossomo 21, o entendimento da definição de gene e genoma, assim como a conta probabilística de 50% de um casal Aa e aa ter um filho aa, e da importância das células-tronco para medicina no combate as doenças. Um fato que chamou atenção foi que os itens 25 e 29 são os itens relacionados com contas probabilísticas, e eles estão localizados abaixo da média da “régua”, ou seja, podemos dizer que as concepções matemáticas/probabilísticas de Genética são menos complexas do que o entendimento do que elas representam geneticamente.

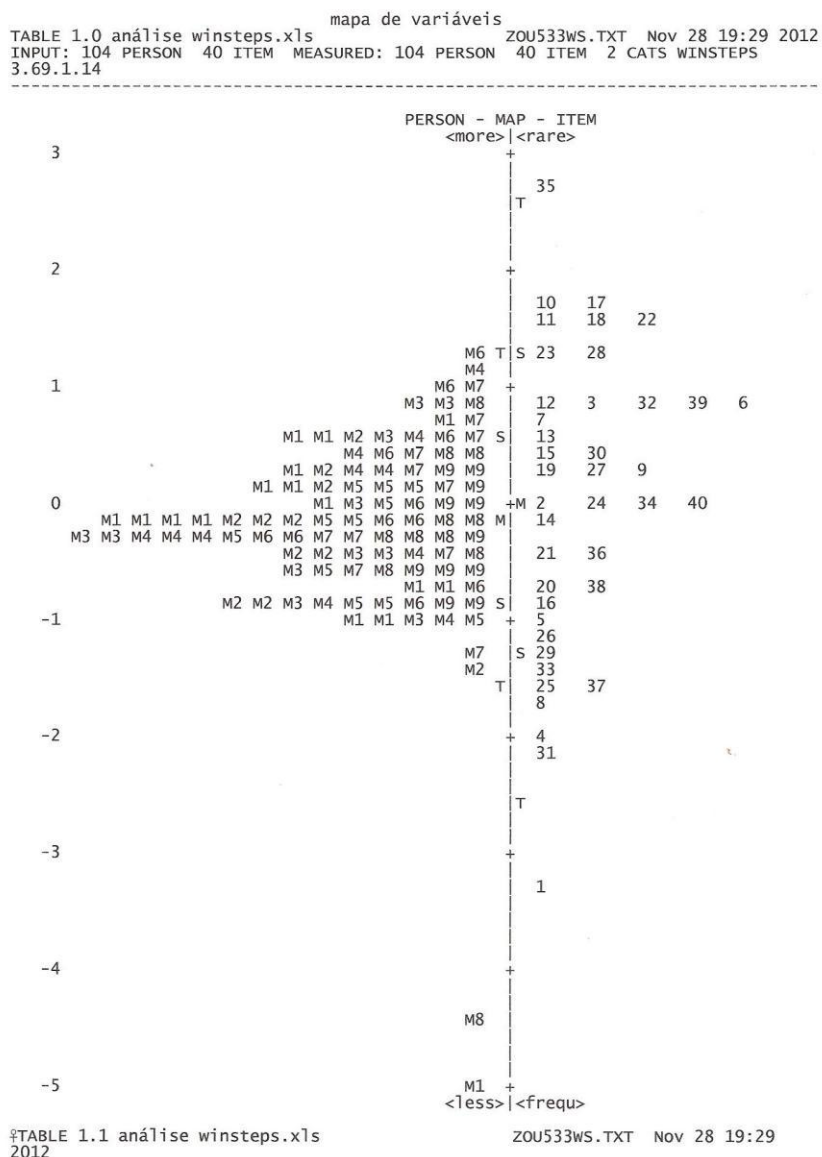


Figura 1: Mapa de variáveis, referido à complexidade dos itens e nível de entendimento dos estudantes.

Com os resultados dessa pesquisa, pode-se perceber que o instrumento se mostrou uma ótima ferramenta para mensurar o entendimento dos estudantes sobre Genética, no entanto, para o aluno M17, que possui a Síndrome de Down, devido ao programa tê-lo excluído das análises referentes ao sumário estatístico, houve, portanto, uma dificuldade de acessar o conhecimento desse estudante por meio de um teste. Por esse motivo, nos levou ao questionamento de como seria possível avaliar o entendimento de maneira que atenda a todos os alunos, inclusive aos sujeitos com alguma deficiência mental/intelectual. Sendo assim, Drago; Silveira; Bravo (2012) apresentam algumas sugestões de ações pedagógicas inclusiva dos indivíduos com síndromes, dentre as quais podemos destacar: (i) desenvolver atividades imaginativas, como histórias infantis, para estimular a criatividade, abstração do pensamento, percepção de espaço e tempo, de orientação, lateralidade e mobilidade, distinção de diferentes épocas e linguagens, assim como a diferença das emoções; (ii) utilização de materiais concretos, como objetos e jogos lúdicos, para facilitar a elaboração de novos conceitos, competências e habilidades; (iii) explorar os recursos audiovisuais para elaboração de uma aula mais dinâmica e atraente; (iv) explorar as novas tecnologias, como as redes sociais disponíveis na internet; (v) quando o professor se depara com um aluno com necessidades educativas especiais, é preciso que ele

busque informações na literatura sobre a respectiva necessidade, e se existem métodos avaliativos mais adequados para tais alunos.

Nesse contexto, a proposta apresentada por Machado (2007) em seu trabalho com sujeitos com Síndrome de Down, sugere a valorização dos recursos visuais no momento de aprendizagem, partindo de evidências de que os alunos conseguem entender mais um conteúdo quando expostos a símbolos e imagens que os façam associar as suas emoções, dessa forma a utilização de diferentes tecnologias visuais, como vídeos e computadores. Contudo, cabe ao educador compreender as limitações de seus estudantes, procurado ao máximo buscar ferramentas para atender a esse tipo de aluno, tentar criar medidas estimuladoras do aprendizado, e maneiras diversificadas de avaliação.

### **Considerações finais**

O instrumento desenvolvido apresentou boas qualidades psicométricas (no que se refere aos aspectos de validade e fidedignidade) para avaliar o entendimento dos estudantes, e, por isso, pode ser utilizado por outros professores para avaliar o entendimento de seus alunos em Genética. Com a análise dos resultados, constatamos que os estudantes compreendem mais as situações que envolvem o cálculo de probabilidades e cruzamentos genéticos que muitos dos conceitos básicos de Biologia Molecular. Com esse instrumento o educador pode identificar quais são os alunos com mais dificuldades, e assim realizar um estudo de caso para saber o motivo da baixa proficiência. No entanto, é preciso compreender que o instrumento pode não ser o mais adequado para acessar o entendimento de alunos com necessidade educacionais especiais, como a Síndrome de Down.

Com isso, é importante que o educador busque ferramentas que explorem diversos tipos de práticas pedagógicas, utilizando a criatividade e considerando as necessidades individuais dos seus alunos. Para melhor aprendizado desses assuntos, portanto, sugerimos a utilização de recursos audiovisuais e computacionais que mostrem o funcionamento dos processos de síntese proteica, divisão celular e hereditariedade, delimitando às devidas estruturas e localidades relacionadas aos genes, ácidos nucleicos (DNA e RNA), cromátides-irmãs, cromossomos e proteínas. Além disso, torna-se necessário que esses conceitos sejam discutidos em sala de aula por meio de diálogo entre professor-aluno, para que o conhecimento não seja centralizado no professor, e sim no aluno como principal sujeito do processo educativo, sem que sejam deixados de lado o quadro e o livro didático, pois considero estes fundamentais no processo de aprendizado.

### **Agradecimentos e apoios**

Agradecemos a universidade Federal do Espírito Santo pelo apoio e financiamento da pesquisa.

### **Referências**

ALVES-MAZZOTTI, A. J.; GEWANDSZNAJDER, F. Planejamento de pesquisas quantitativa e qualitativa. **O método nas ciências naturais e sociais: Pesquisa quantitativa e qualitativa**. 2 ed. São Paulo: Pioneira Thomson Learning. p.147-178. 1999.

AMANTES, A.; BORGES, O. A relação entre o saber dizer e o saber fazer em tarefas de física. **IV Simpósio Nacional de ensino de Física**, São Luiz, MA. SBF, 2007.

BELTRAME, G. **Conceitos fundamentais no campo da Genética: o que pensam os alunos do Ensino Médio?** Chapecó, SC. 2010. Disponível em: <http://www.unochapeco.edu.br/pergamum/biblioteca/php/imagens/000070/000070B2.pdf>. Acesso em: 13 fev. 2013.

CAMPOS, L. M. L.; FELICIO, A. K. C.; BORTOLOTO, T. M. A produção de jogos didáticos para o ensino de Ciências e Biologia: uma proposta para favorecer a aprendizagem. **Cadernos dos Núcleos de Ensino**, São Paulo, p.47-60. 2003. Disponível em: <http://www.unesp.br/prograd/PDFNE2002/aproducaodejogos.pdf>. Acesso em: 28 mar. 2012.

COELHO, G. R. **A evolução do entendimento dos estudantes em eletricidade: Um estudo longitudinal.** Tese (Doutorado em Educação) - Faculdade de Educação, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG. 173 p. 2011.

CUNHA, L. M. A. **Modelos Rasch e Escalas de Likert e Thurstone na medição de atitudes.** Dissertação (Mestrado em Estatística) – Faculdade de Ciências, Universidade de Lisboa, Lisboa, PT. 78 p. 2007.

DRAGO, R.; SILVEIRA, L.V.; BRAVO, D.O.M. Síndromes: Planejando ações pedagógicas inclusivas. In: Drago, R. (Org, Wak Editora). **Síndromes: Conhecer, planejar e incluir**, p. 177-190. 2012.

FAVARATO, M. S. **Construção e validação de um instrumento para avaliar a aprendizagem conceitual dos estudantes em Genética.** Monografia (Licenciatura em Ciências Biológicas) – Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, ES. 47 p. 2013.

LINACRE, J.M. Bernoulli Trials, Fisher Information, Shannon Information and Rasch, Rasch Measurement Transactions. **Winter**. v. 20 n. 3 p. 1062-3. 2006.

LINACRE, J.M.; WRIGHT, B. D. WINSTEPS & Facets Rasch Software. Chicago. MESA press, 2000.

MAIA, E V. **Desenvolvimento da Aprendizagem sobre Estruturas de Concreto Armado.** Tese (Doutorado em Educação) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, 164 p. 2010.

MILLAR, R. Um currículo de ciências voltado para a compreensão por todos. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, Universidade Federal de Minas Gerais, Minas Gerais, vol. 5, n. 2, p. 73-91, out. 2003.

OLIVEIRA, V. A. P; CORAZZA, M. J. **O espectro da fome no mundo e a tecnologia dos transgênicos: desenvolvendo significados em sala de aula.** Disponível em: <http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/pde/arquivos/2112-8.pdf>. Acesso em: 04 jan. 2013.

RAMKRAPES, C.; BARBOSA, E. R.; MEDEIROS, F. N. S.; MEDEIROS F. N. S.; AMORIM, A. C. R. **A clonagem na mídia e na visão de estudantes do ensino médio.** in: Reunião da REDPOP. Montevideú, 29 maio, 2009.

RAYMUNDO, V. P. Construção e validação de instrumentos: um desafio para psicolinguística. **Letras de Hoje**, Porto Alegre, v. 44, n. 3, p. 86-93, jul./set. 2009.