

Construção e validação de um instrumento para acessar a percepção de estudantes sobre o “Programa Ciência Itinerante”

Construction and validation of an instrument to access the perception of students about the “Program Itinerant Science”

**Moisés da Cruz Silva¹,
Amanda Amantes Neiva Ribeiro², Elder Sales Teixeira³**

¹PPGEFHC (UFBA/UEFS);

²Faculdade de Educação (FACED); PPGEFHC (UFBA/UEFS)

³Departamento de Física (UEFS); PPGEFHC (UFBA/UEFS)

1scmoises1@gmail.com 2amandaamantes@gmail.com 3eldersate@gmail.com

Resumo

Esta pesquisa investiga a percepção dos alunos integrantes do Programa Ciência Itinerante, do IF Baiano Campus Catu, durante seu período de vivência e atuação neste Programa. Para isso, a pesquisa se apoia tanto no método qualitativo, através da elaboração dos itens do questionário de percepção e construção do modelo psicométrico, baseados na literatura, quanto no método quantitativo, através da validação do instrumento, cujos fatores foram calculados mediante os softwares: SPSS 2.0 para verificar a consistência interna; Mplus 5.0 para Análise Fatorial Exploratória; e Winsteps 3.7 para Análise Fatorial Confirmatória. Os resultados dos índices estatísticos do questionário de percepção do PCI indicam que o mesmo se encontra dentro dos padrões de ajuste já estabelecidos pela literatura.

Palavras chave: Modelo Psicométrico, Variáveis Latentes, Escala Likert, Análise Fatorial.

Abstract

The research investigates the perception of the students who are part of the Itinerant Science Program, the IF Baiano Campus Catu, during their period of experience and performance in this Program. For this, the research is based on the qualitative method, through the preparation of the items of the questionnaire of perception and construction of the psychometric model, based on the literature, as well as on the quantitative method, through the validation of the instrument, whose factors were calculated through the software: SPSS 2.0 to verify internal consistency; Mplus 5.0 for Exploratory Factor Analysis; And Winsteps 3.7 for Confirmatory Factor Analysis. The results of the statistical indices of the PCI perception questionnaire indicate that it is within the adjustment patterns already established in the literature.

Key words: Psychometric Model, Latent variables, Likert Scale, Factor Analysis.

Introdução

As estratégias de Ensino de Ciências, enquanto elementos para a formação do ser humano, tem colaborado, cada vez mais, para o processo do desenvolvimento científico e concepção crítica e contextualizada da sociedade atual. Uma dessas estratégias, que trata da divulgação do conhecimento científico, são os Projetos Itinerantes. Desse modo, citamos aqui uma atividade com as mesmas características e finalidades dos Projetos Itinerantes, chamado Programa Ciência Itinerante¹ (PCI) do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano (IF Baiano), Campus Catu-Ba.

O Programa é assim definido por seus idealizadores:

Em linhas gerais, podemos dizer que o Projeto consiste numa espécie de “feira móvel de ciências” uma vez que alunos, professores e o material utilizado nas exposições são transportados por um ônibus do Instituto até o local agendado para a exposição ao público. (PROJETO ESCOLA ITINERANTE, 2011, p.4).

O PCI realiza um trabalho relevante, a mais de 20 anos, para a formação de estudantes e professores, não apenas no Campus Catu-Ba e demais unidades do Instituto Federal Baiano como também para outras localidades (na Bahia ou fora dela), onde aconteçam eventos científicos que promovam a popularização da ciência e a difusão do conhecimento científico. Assim, acreditando na relevância das atividades itinerantes, relacionadas à Ciência e Tecnologia, propomos uma pesquisa empírica com o objetivo de acessar a percepção dos alunos integrantes do PCI, durante seu período de vivência e atuação neste Programa.

AMANTES (2009) discute sobre a dificuldade de medir certos elementos presentes na psicologia ou na educação por conta da natureza latente e da complexidade de suas estruturas. Para a autora “as variáveis observáveis não são evidências de processos cognitivos e fenômenos psicológicos; elas são manifestações de estados latentes, passíveis de serem interpretados quando adotamos uma teoria que relaciona essas variáveis manifestas às variáveis latentes, que queremos investigar”. (AMANTES, 2009, p.62). A Teoria variável latente assume uma posição realista, e ontológica onde assume que tais variáveis existem independentes de sua medição.

A seguir (figura1) apresentamos o modelo psicométrico utilizado em nossa pesquisa, para investigar a percepção dos alunos do PCI. Nosso modelo teve como base uma estrutura já estabelecida pela literatura como, por exemplo, PASQUALI (2009) e BORSBOOM (2003), sendo adaptado às necessidades desta pesquisa. Sua estrutura contém preditor geral/atributo latente geral; preditores específicos/atributos latentes específicos e questões/dados observáveis.

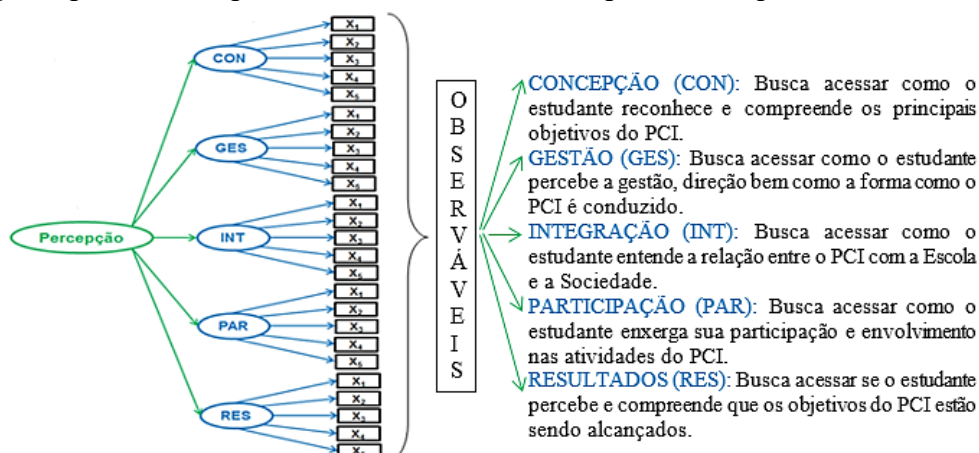


Figura 1: Modelo Psicométrico composto do atributo geral, atributos específicos, observáveis e suas definições

¹ INSTITUTO FEDERAL BAIANO CAMPUS CATU-BA. Programa Ciência Itinerante (PCI). Disponível em: <http://programacienciaitinerante.com.br/>. Acesso em 07 de Set. 2015.

Uma ferramenta de medida muito conhecida e utilizada em pesquisas quantitativas são escalas tipo Likert, que diferentemente das escalas dicotômicas, cujas questões são do tipo verdadeiro/falso, sim/não etc. as escalas tipo Likert são politômicas tendo várias opções de resposta buscando registrar o grau de concordância ou discordância do entrevistado a uma dada sentença. A escala varia de “discordo fortemente” até “o concordo fortemente”. Quanto ao ordenamento dos critérios, bem como sua pontuação TALIM (2004) esclarece:

“Essa escala é pontuada de forma que, para as afirmativas positivas, o valor seja: 1 para a opção discordo fortemente (DF), 2 para discordo (D), 3 para sem opinião (SO), 4 para concordo (C) e 5 para concordo fortemente (CF). As negativas recebem a pontuação de maneira oposta: 5 para DF, 4 para D, 3 para SO, 2 para C e 1 para CF. Dessa maneira, um alto valor para cada afirmativa (4 ou 5) está sempre relacionado com uma atitude favorável ou positiva em relação ao objeto atitudinal” (TALIM, 2004, p.4).

Através do score atribuído a cada categoria da escala Likert, pode-se notar quanto um sujeito endossa de maneira positiva ou negativa um dado conceito, fenômeno ou situação.

Metodologia

O processo de construção, validação e aplicação do questionário de percepção foi extenso, sistemático e criterioso e compreendeu as seguintes etapas:

Etapla preparatória: Divulgação da Pesquisa e Participação dos sujeitos;

Aqui, esclarecemos aos participantes a relevância e objetivos da pesquisa, além de valorizar e solicitar sua participação. Para garantir o sigilo quanto a identidade dos sujeitos viabilizamos o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), que poderia ser assinado pelos próprios alunos (se for maior de idade) ou por seus responsáveis (se for menor de idade).

Primeira etapa: Escolha dos Pares/Juízes

O principal critério para seleção dos Juízes que responderiam o questionário sobre percepção do PCI (questionário P) foi que todos estivessem envolvidos com pesquisa e atuando na área de ensino de ciências. O critério experiência não se constituiu numa barreira, pois, mesmo os pesquisadores em formação apresentavam plenas condições para avaliar as questões, devido à baixa complexidade das perguntas a qual foram submetidos. Sendo assim, conseguimos a participação de 10 juízes, cuja descrição apresentamos no quadro 1 a seguir.

Quadro 1²: Juízes que participaram da validação do instrumento de Percepção

Juiz	Pesquisador	Tempo de Pesquisa	Titulação	Instituição
1	Sim	Menos de dois anos	Mestranda	UFBA/PPGEFHC
2	Sim	Mais de cinco anos	Doutor	UFBA/UEFS
3	Sim	Menos de dois anos	Mestranda	UFBA/PPGEFHC
4	Sim	Mais de cinco anos	Doutor	UFBA/IFBA
5	Sim	Mais de cinco anos	Doutor	UFBA/IFBA
6	Sim	Mais de cinco anos	Doutor	UFBA/UEFS
7	Sim	Mais de cinco anos	Doutoranda	UFBA/PPGEFHC
8	Sim	Menos de dois anos	Mestrando	UFBA/PPGEFHC
9	Sim	Menos de dois anos	Mestranda	UFBA/PPGEFHC
10	Sim	Menos de dois anos	Mestranda	UFBA/PPGEFHC

² A numeração na qual os juízes estão organizados, no quadro 2, obedece simplesmente a ordem alfabética dos nomes, nenhum outro critério foi estabelecido na ordenação.

Segunda etapa: Primeira Aplicação e Validação do Instrumento

O instrumento sobre percepção do PCI (“questionário P”), de autoria do Mestrando Moisés Cruz, do Dr. Elder Sales e da Dra. Amanda Amantes, foi elaborado a partir de modelos psicométricos existentes (PASQUALI, 2009 e BORSBOOM, 2003), e seu formato é do tipo escala Likert, composto de 5 indicadores/atributos específicos e 25 itens/questões, sendo os atributos assim estabelecidos: **CON** (“Concepção”); **GES** (“Gestão”); **INT** (“Integração”); **PAR** (“Participação”) e **RES** (“Resultados”), ver figura 1.

Nesta etapa, o questionário P foi composto por duas questões distintas, que por sua vez levavam o juiz a cumprir dois objetivos também distintos. Assim, após ler uma dada afirmativa/item do questionário o juiz deveria:

- I. Indicar a que categoria pertence o item proposto (objetivo para a primeira questão);
- II. Expor seu grau de concordância para o mesmo item (objetivo para a segunda questão).

Para melhor esclarecer a estrutura de validação do “questionário P”, a qual os juízes foram submetidos, apresentamos a seguir (quadro 2) uma das 25 questões deste instrumento.

ASSERTIVAS	LOCALIZAÇÃO E OBJETIVO DO ÍTEM	COMENTÁRIOS
1 - Popularizar a ciência, a tecnologia e o conhecimento científico para professores, estudantes e comunidade é um dos objetivos do PCI.	1 – A qual atributo esse item pertence? CONCEPÇÃO (), GESTÃO (), INTEGRAÇÃO () PARTICIPÇÃO (), RESULTADOS () 2 – O item busca acessar como o estudante compreende os objetivos do PCI através da popularização da ciência, da tecnologia e do conhecimento científico. (CF) (C) (I) (D) (DF)	

Quadro 2: Questionário tipo Likert (Percepção do PCI)

Terceira Etapa: Coleta de dados da Amostra da Pesquisa

Nesta etapa da validação do “questionário P” foi definitivamente aplicado à amostra da pesquisa, isto é, 114 alunos integrantes do Programa Ciência Itinerante do IF Baiano, Campus Catu. É importante ressaltar que este número representa 92% do total de integrantes do PCI, sendo considerado um bom percentual de amostra.

Análise de Validação do Instrumento de Percepção (questionário P)

Para os resultados do questionário sobre o atributo geral “Percepção dos Alunos integrantes do PCI” apresentamos as seguintes análises:

Questionário P – Questão 1: Análise do Coeficiente Kappa (K)

A questão 1 do questionário P diz respeito a categoria do item/assertiva. O sujeito (juiz) deveria então explicitar a que classificação pertence o item. Ou seja, dentre as categorias apresentadas a qual delas o item/assertiva pertence? O sistema categórico elaborado, já apresentado na segunda etapa, acima, foi: **CON** (“Concepção”); **GES** (“Gestão”); **INT** (“Integração”); **PAR** (“Participação”) e **RES** (“Resultados”), ver quadro 2.

A natureza do dado, para a questão 1, é dicotômico (o juiz pode, com base na resposta esperada por nós, acertar ou errar a pergunta). Por esse motivo a análise dos dados oriundos desta etapa da validação foi do tipo exploratória por score, cujo teste realizado foi Coeficiente Kappa, que varia de “sem acordo” até “acordo perfeito”. Podemos notar que no quadro 1 entre os 10 juízes que participaram desta validação metade alcançou a classificação “perfeito”, enquanto a outra metade alcançou a classificação “moderado”.

Tabela 1: Grau de concordância entre os Juízes para a questão1 do atributo percepção

Juiz	Coefficiente Kappa	Grau de Concordância dos Juízes
1	1,00	Perfeito
2	0,55	Moderado
3	0,90	Perfeito
4	0,80	Perfeito
5	0,95	Perfeito
6	0,47	Moderado
7	0,80	Perfeito
8	0,50	Moderado
9	0,50	Moderado
10	0,47	Moderado

Os resultados representam um bom índice de concordância dos pares em relação ao atributo geral Percepção do PCI e seus indicadores descritos no modelo psicométrico estabelecido nesta pesquisa (figura1). Dessa forma, com base na classificação estabelecida para o Coeficiente (K) avaliamos que o “questionário P” se encontrava em condições satisfatórias para sua aplicação aos sujeitos da pesquisa, ou seja, os alunos integrantes do PCI.

Questionário P – Questão 2: Análise do IPC

A questão 2 do questionário P (do atributo geral “Percepção do PCI”) diz respeito ao objetivo do item/assertiva. O juiz deveria então explicitar seu grau de concordância quanto a correlação entre o item e seu objetivo. A escala de classificação foi a seguinte: **CF** (“Concordo Fortemente”) **C** (“Concordo”), **I** (“Indiferente”), **D** (“Discordo”) e **DF** (“Discordo Fortemente”), ver quadro2.

Aqui a natureza do dado é politômico (o juiz não acerta ou erra a pergunta, mais apresenta graus de concordância com a mesma). Por esse motivo a análise dos dados oriundos desta etapa validação foi do tipo exploratória por score, cujo teste realizado foi o IPC (Índice Percentual de Concordância) executado através do software SPSS.

Para melhor visualização e compreensão do grau de concordância entre os juízes, decidimos agrupar as categorias C (“Concordo”) e CF (“Concordo Fortemente”) de modo que estas possam representar um endossamento dito positivo, por parte dos juízes, para o atributo percepção. Entretanto, numa visão oposta, agrupamos as categorias D (“Discordo”) e DF (“Discordo Fortemente”) para representar o endossamento dito negativo para o mesmo atributo. Quanto à categoria Indiferente, esta permanece na condição de neutralidade no que tange a concordar ou discordar com o atributo.

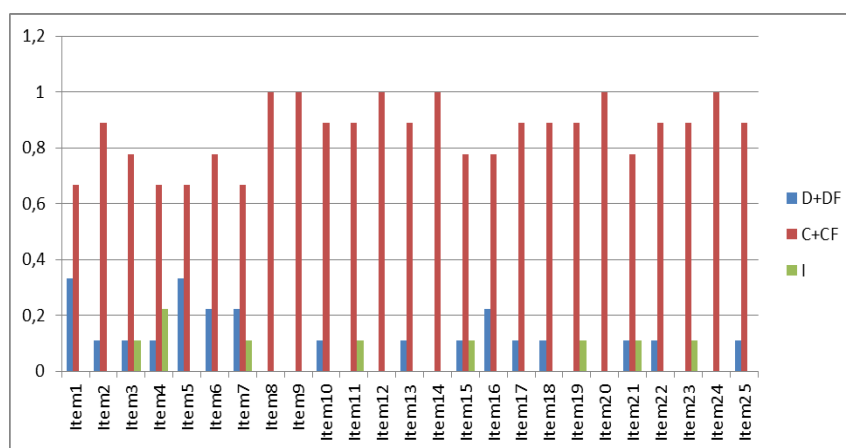


Gráfico 1: Grau de concordância (positivo ou negativo) entre os juízes para a questão2 do atributo percepção

De modo geral, a média dos cinco atributos específicos **CON** (“Concepção”), **GES** (“Gestão”), **INT** (“Integração”), **PAR** (“Participação”) e **RES** (“Resultados”), para a segunda questão, endossam de forma satisfatória, o atributo geral “percepção dos integrantes do PCI”, visto que, a concordância agregada, categorias C + CT (“concordo” e “concordo totalmente”) é notoriamente a mais apoiada pelos juízes em todos os itens do questionário.

Assim, a partir das análises realizadas, através do IPC e Coeficiente Kappa, podemos argumentar que o questionário de percepção do PCI, apresenta bons indicativos quanto a sua validação acessando satisfatoriamente o modelo psicométrico adotado nesta pesquisa, constituindo-se em um bom instrumento, para através de seus indicadores, acessar o atributo geral Percepção dos alunos integrantes do PCI.

AJUSTE DO MODELO

Aqui, temos o resultado dos testes estatísticos de ajustes do “questionário P”, (Percepção do PCI, aplicado aos sujeitos da pesquisa (114 alunos do Programa Ciência Itinerante). Trata-se de verificar se o modelo teórico adotado se adéqua aos dados empíricos obtidos.

Para tal procedimento utilizamos as respostas tabuladas do questionário P, tipo Likert, dos alunos integrantes do Programa Ciência Itinerante. Os resultados dos índices estatísticos foram estabelecidos através dos softwares MPLUS 5.0 e WINSTEPS 3.7, sendo o primeiro para realizar a análise fatorial confirmatória (mediante a comparação de índices estatísticos) e o segundo para estimar os dados referentes aos atributos atitude e percepção (através da modelagem Rasch).

Análise Fatorial Exploratória (AFE)

Quanto aos fatores de ajuste e seus respectivos critérios para o modelo de percepção mensurado através do Software MPLUS 5.0 temos:

- ✓ **Medida dos Mínimos Quadrados Ponderados (Estimador WLSM):** Algoritmo que determina os graus de liberdade a partir da amostra.
- ✓ **Grau de liberdade:** Medida da possibilidade de combinações ao acaso entre variáveis independentes. Deve ter o menor valor possível dentre o modelo de fatores.
- ✓ **Qui-quadrado:** Medida da relação entre o resultado observada e a distribuição esperada para um evento. Deve ter o menor valor possível dentre o modelo de fatores.
- ✓ **Raiz do Erro Quadrático Médio de Aproximação: (RMSEA):** Medida associada ao parâmetro populacional. Verifica a adequação do modelo aos dados empíricos.

Obs: $RMSEA \leq 0,05$ indica um ótimo ajuste do modelo

$0,05 < RMSEA \leq 0,08$ indica um bom ajuste do modelo.

- ✓ **Valor P:** Medida da significância do teste para uma amostra sob hipótese nula H_0 , isto é, se a amostra pode ser explicada pelo modelo teórico.

Obs: $P \leq 0,05$ descarta a hipótese nula H_0 e considera a alternativa H_A .

$P > 0,05$ considera a hipótese nula H_0 e descarta a alternativa H_A .

- ✓ **Correlação de Pearson (r):** Medida associação linear existente entre as variáveis.

Obs1: $r = 1,0$ correlação perfeita entre duas variáveis (proporcionais)

$r \leq - 1,0$ correlação perfeita entre duas variáveis (não proporcionais)

$r \leq 0$ não há correlação entre as variáveis

Obs2: r deve ser positivo para os sujeitos e negativo para os itens.

- ✓ **Índice de Ajuste Comparativo (CFI) e Índice de Tucker Lewis (TLI):** leva em consideração a complexidade de um modelo. Devem ser próximos de 1,0

Os modelos estatísticos foram testados com três, quatro, cinco e seis fatores, para avaliar a estrutura dimensional dos 25 itens distribuídos entre os cinco atributos latentes do questionário de percepção. Assim, mediante os testes e seus respectivos índices, já descritos acima, o modelo estatístico de cinco fatores apresentou os melhores resultados, a saber:

Tabela 2: Estatísticas de ajuste, AFE, para o atributo Percepção (modelo de cinco fatores). Mplus 5.0

TESTE ESTATÍSTICO (CINCO FATORES)	PERCEPÇÃO
Grau de Liberdade	185
Qui-Quadrado	203.444
RMSEA	0.030
Valor P	0.1677
Correlação de Person (r)	0.485
CFI	0.997
TLI	0.995

Assim, comparando os índices da tabela 2, com a definição dos índices no início desta seção, podemos concluir que o questionário, tipo Likert, de percepção apresenta bons ajustes entre o modelo estatístico e o modelo teórico (modelo psicométrico) proposto pela pesquisa.

Análise Fatorial Confirmatória (AFA)

Quanto aos fatores de ajuste e seus respectivos critérios para o modelo de atitude mensurado através do Software WINSTEPS 3.7 temos:

- ✓ **Alfa de Cronbach (α):** Medida da confiabilidade do questionário verificando a consistência interna do instrumento. Com valores entre 0,3 e 1,0 (ver tabela 2, p.100)
- ✓ **Desvio Padrão (δ):** Determina o quanto de variação ou "dispersão" existe em relação à média. Quanto mais próximo de zero, menos os dados variam em torno da média.
- ✓ **INFIT:** Compara o padrão de respostas nos dados empíricos e o modelo teórico.
- ✓ **OUTFIT:** Reflete os itens que deveriam apresentar certa resposta, mas não o fazem.

Obs: Os valores devem ser próximos de 1,0 podendo variar entre 0,50 e 1,50.

Além dos fatores: **Correlação de Pearson (r) e Raiz do Erro Quadrático Médio de aproximação (RMSEA)**, já calculados na Análise Fatorial Exploratória (AFE) no MPLUS 5.0

A respeito da Análise Fatorial Confirmatória (AFC) apresentamos na tabela 3, a seguir, um resumo dos principais fatores e seus respectivos índices (para o modelo de cinco fatores) referentes aos dados estabelecidos no Sumário Estatístico mediante o software WINSTEPS 5.0 cujos índices, de modo geral, encontram-se dentro dos padrões esperados:

Tabela 3: Estatísticas de ajuste, AFC, para o atributo percepção (modelo de cinco fatores). Winsteps 3.7

TESTE ESTATÍSTICO (CINCO FATORES)	PERCEPÇÃO
Alfa de Cronbach (α)	0,91
Correlação de Pearson (r)	- 0,60
RMSEA	0,17
Desvio Padrão (δ)	0,13
INFIT	0,99
OUTFIT	0,97

Obs: Diferentemente do Mplus, o dado fornecido pelo Winsteps, no que tange a Correlação de Pearson, para um bom ajuste do instrumento r deve estar próximo de - 1,00.

Assim, comparando os índices da tabela 3 acima com a definição dos índices no início desta subseção concluímos que os índices, para o modelo de cinco fatores, apresentaram bons ajustes entre o modelo estatístico e modelo teórico adotado pela pesquisa.

Conclusão

A organização e sistematização do processo de validação, parametrização e ajuste do instrumento de percepção indica que o instrumento se encontra em condições de ser aplicado à amostra e que podemos tratar os dados de maneira mais confiável. Assim, olhando mais especificamente para as tabelas 2 e 3 que tratam do refinamento do questionário é possível notar que os tratamentos estatísticos, tanto o fatorial exploratório (AFE) quanto o fatorial confirmatório (AFC), apresentaram para o questionário de percepção bons índices, isto é, um conjunto de valores que estão em harmonia com os parâmetros estatísticos publicados e estabelecidos pela literatura.

Um possível desdobramento, para o questionário de percepção, que sucede dos bons índices encontrados após o tratamento estatístico, está no fato dos vinte e cinco itens elaborados servir como suporte para a investigação da percepção de outros alunos que também façam parte de um programa de popularização da ciência na modalidade itinerante. Ou, ainda, servir como base para a construção/reelaboração de novos itens para um novo questionário com objetivos similares.

Desse modo, avaliando todo o processo do qual o instrumento foi submetido, desde sua construção e adaptação, passando por várias etapas de validações e parametrizações estatísticas podemos concluir que o método bem como a metodologia utilizada para o questionário de percepção do PCI representa um suporte metodológico satisfatório no que se refere ao cumprimento do objetivo principal da pesquisa que é mensurar a percepção dos alunos integrantes do Programa Ciência Itinerante, do Campus Catu-Ba, durante seu período de vivência e atuação no referido Programa.

Referências

- BORSBOOM, D. (2003). **Conceptual Issues in Psychological Measurement** (pp. 127-154). Amsterdam.
- GASPAR, A. (2002). **A Educação Formal e a Educação Informal em Ciências**. Ciência e Público: Caminhos da Divulgação Científica no Brasil, 171-183.
- LÉON, D. A. (06 de Julho de 2011). **Análise Fatorial Confirmatória Através dos Softwares R e MPLUS**. Monografia Grau de Bacharel em Estatística. Porto Alegre.
- MARCEO SOUZA OLIVEIRA. (2013). **Programa Ciência Itinerante**. Instituto Federal de Educação Ciências e Tecnologia Baiano, Catu.
- PASCOALI, L. (2009). **Psicometria**. Revista da Escola de Enfermagem da USP, 992-999.
- RIBEIRO, A. A. (2009). **Contextualização no Ensino de Física: Efeitos sobre a Evolução do Entendimento dos Estudantes**. Tese de Doutorado, UFMG. Belo Horizonte.
- TALIM, S. L. **A Atitude no Ensino de Física**. Caderno Brasileiro do Ensino de Física, Florianópolis, v. 21, n. 23, p. 313-324, 2004.
- VIEIRA, K.M. & DALMORO, M (06-10 de Janeiro de 2008). **Dilemas na Construção de Escalas Tipo Likert: o Número de Itens e a Disposição Influenciam nos Resultados?** XXXII Encontro da ANPAD, pp. 1-16.