

# CONHECIMENTOS TEÓRICOS E PROCEDIMENTAIS SOBRE MECÂNICA DOS FLUIDOS DE TÉCNICOS DE OPERAÇÃO EM PETRÓLEO E GÁS

## THEORETICAL AND PROCEDURAL KNOWLEDGE ON THE MECHANICS OF FLUID OF OIL AND GAS OPERATING TECHNICIANS

**Caio Agra**

Universidade Federal da Bahia  
caioagra@uol.com.br

**Ana Paula Miranda Guimarães**

Instituto Federal da Bahia  
apmguima@gmail.com

### Resumo

O estudo tem como finalidade explorar os conhecimentos de alunos do Curso de Formação em Técnico de Operação de Petróleo e Gás sobre conteúdos de natureza teórica e procedimental relacionados à Mecânica dos Fluidos, considerados importantes para a prática profissional em processos produtivos presentes na indústria de petróleo e gás. A coleta de dados foi feita a partir das respostas às questões de natureza conceitual e procedimental, em momentos distintos: no início, no final e após a conclusão do Curso de Formação. A análise baseou-se na Taxonomia das Complexidades de Entendimento (TCE) e na Teoria das Habilidades Dinâmicas, a partir de estatísticas descritivas. Apenas o conhecimento sobre *vazão* apresentou evolução destacada. Houve prevalência dos conhecimentos teóricos sobre *vazão* e *escoamento*, o que recomenda-se o replanejamento do Curso e medidas de intervenção que destaquem o enfrentamento de situações-problemas relacionadas aos conteúdos estudados.

**Palavras chave:** conhecimento teórico, conhecimento procedimental, mecânica dos fluidos, avaliação de aprendizagem.

### Abstract

The aim of present study is to explore the knowledge of students of the Training Course in Oil and Gas Operations Technician on contents of a theoretical and procedural nature related to Fluid Mechanics, considered of outstanding importance for professional practice in productive processes present in the industry. Oil and Gas. The data collection was made from the answers to the conceptual and procedural nature, at different moments: at the beginning, at the end and after the conclusion of the Training Course. The analysis was based on the

Taxonomy of Complexities of Understanding (TCE) and on the Theory of Dynamic Skills, from descriptive statistics. Only knowledge about flow rate presented a significant evolution. There was a prevalence of theoretical knowledge about flow and drainage, which recommended the replanning of the Course and intervention measures that highlight the coping of situations-problems related to the contents studied.

**Key-words:** theoretical knowledge, procedural knowledge, fluids mechanics, learning evaluation.

## Introdução

O estudo dos fluidos em movimento (dinâmica dos fluidos) ou em repouso (estática dos fluidos) tem uma ampla abrangência de aplicações na engenharia, tais como no funcionamento de bombas, ventiladores, turbinas, escoamento e estocagem de líquidos e gases (fenômenos de transporte), medição de vazão de fluidos e segurança de instalações industriais. A essência do estudo de mecânica dos fluidos é um criterioso compromisso entre a teoria e a experimentação que satisfazem a um conjunto de leis fundamentais bem definidas, mas que podem ter as situações idealizadas (teoria) sem a correspondente verificação prática, tendo em vista **principalmente** obstáculos relacionados à geometria (forma) dos dutos e vasos armazenadores, bem como à viscosidade que não pode ser desprezada por ter um efeito desestabilizador que produz turbulências (WHITE, 2011).

Nesse trabalho, de viés metodológico quantitativo, relatamos a aplicação de três instrumentos de pesquisa (questionários) aos alunos de uma turma do Curso de Formação de Técnicos de Operação de Petróleo e Gás na Petrobras/Bahia, para fins de análise quantitativa e comparação dos **conhecimentos teóricos e procedimentais** relacionados aos conteúdos de Mecânica dos Fluidos (vazão, pressão, viscosidade, massa específica, escoamento e medição). Trata-se de estudo complementar, em relação ao trabalho anterior apresentado pelos autores no X ENPEC (AGRA; AMANTES, 2015), ambos a partir da pesquisa ampla de mestrado junto ao Programa de Pós Graduação em Ensino, Filosofia, História e Ciências da Universidade Federal da Bahia (PPGEFHC/UFBA).

## Conhecimento Teórico e Conhecimento Procedimental

Questão destacada no processo de formação profissional é a existência de um corpo próprio de conhecimentos específicos, nos planos teórico e procedimental, o qual o exercício da atividade laborativa tem papel central. O conhecimento racional e formal, normalmente transmitido no contexto de formação escolar, é considerado um critério essencial para a legitimação e reconhecimento da profissão, além de se constituir base científica para a prática profissional.

De acordo com SCHÖN (2000), as transformações nas formas de conhecimento que explicam formalmente os fenômenos passam de uma lógica baseada no uso de conhecimentos teóricos, predominantemente científicos, para uma lógica de conhecimento também subordinada a uma epistemologia da prática, contemplando e legitimando os significados e as subjetividades dos atores sociais envolvidos, fato que os convoca para o exercício de uma reflexão que possibilita fazer usos diferenciados de regras e recursos.

De acordo com BARRIGA & ROJAS (2004), o conhecimento teórico (fatos, conceitos, princípios e fenômenos) constitui-se em um saber declarativo sobre o que é perguntado, sendo esse conjunto de conhecimentos privilegiado nos currículos escolares educacionais, sem desconsiderar que este tipo de conhecimento é essencial aos sujeitos e que se constitui na matriz básica sobre a qual estão estruturados. São dados, fatos, fórmulas, conceitos e princípios, um conhecimento que é dito, declarando que está de acordo, através da linguagem (discurso).

Já o conhecimento procedimental (BARRIGA & ROJAS, 2004) diz respeito ao conjunto de estratégias, técnicas, habilidades e métodos relacionados à realização de várias ações ou operações. Por ‘procedimentos’, definem esses autores como sendo um conjunto de ações ordenadas e dirigidas no sentido de alcançar um objetivo específico, tais como se apresentam nesse estudo: resumos de preparação de fórmulas químicas, testes de laboratório, sequência de operações para partida de equipamentos, uso correto de um instrumento, montagem de andaimes, limpeza de um duto de escoamento de fluidos, medição de volume em um tanque de armazenamento, medição de vazão de gás, calibração de instrumentos, uso de equipamentos de proteção individual e coletiva, operações em atmosferas explosivas, testes de produção em poços de petróleo e gás, etc.

A aprendizagem de procedimentos não é necessária apenas para colocar o sujeito em condições de rotinizar a execução de tarefas com produtividade (mais rápido e com menor custo) e segurança no trabalho, mas também para permitir sua contínua reflexão quanto às alternativas que se apresentam diante de problemas concretos que surgem no cotidiano das tarefas, de maneira que permite ao sujeito interagir com os pares e discutir formas de intervenção, retornando aos conhecimentos teóricos e avançando para um nível mais amplo de entendimento e compreensão dos conteúdos científicos envolvidos. Como outros tipos de conteúdos, a aprendizagem de procedimentos envolve um processo gradual em várias dimensões relacionadas (COLL, C. & VALLS, E, 2000).

## **Metodologia e Coleta de Dados**

O desenho da pesquisa para o estudo do desenvolvimento (entendimento, aprendizagem) necessita ser amplo para capturar a variabilidade e a diversidade das atividades dos sujeitos. Esse desenho prevê três ondas de medidas para capturar mudanças ou variações dos sujeitos ao longo do Curso de Formação, além de possibilitar inferir sobre a evolução do entendimento ao longo de suas trajetórias nesse curso, considerando a Teoria das Habilidades Dinâmicas (FISCHER & BIDELELL, 2006), onde o conhecimento é concebido como uma evolução de entendimentos gradativamente mais complexos, no sentido de incorporar, a partir do que já é conhecido, cada vez mais elementos (conteúdos) que permitam a formulação sistêmica que concatenam esses conteúdos para formulação e resolução de novas situações problemas.

Na pesquisa mais ampla, foram aplicados testes estatísticos para avaliação da evolução dos conhecimentos, às respostas dadas às questões discursivas de natureza conceitual e procedimental (abertas ou fechadas), em três momentos distintos da pesquisa, no início e no final do curso de formação e um ano após a formação dos candidatos.

A amostra contou com a totalidade de 20 sujeitos (alunos) de uma mesma turma, onde foram respondidas questões de naturezas conceituais e procedimentais, nos três momentos distintos: pré teste (20 sujeitos), pós teste (17 sujeitos) e teste de retenção (20 sujeitos). As questões aplicadas na pesquisa foram selecionadas a partir das questões propostas nas disciplinas do Curso de Formação que abordaram os conteúdos de mecânica dos fluidos, além das

avaliações aplicadas aos alunos ao longo desse Curso. A coleta de dados foi realizada com base na aplicação de questionários constituídos a partir de questões presentes em apostilas e avaliações pertinentes às disciplinas presentes no Curso de Formação (edição 2014), tendo elas sido ajustadas e validadas por professores especialistas em mecânica dos fluidos da Universidade Petrobras, com o objetivo de atestar a proficiência dos alunos em relação aos conhecimentos necessários (teóricos e procedimentais) às atividades profissionais dos Técnicos de Operação, no cotidiano produtivo. O detalhamento dos passos e desenho da pesquisa mais ampla podem ser visualizados na figura 1.

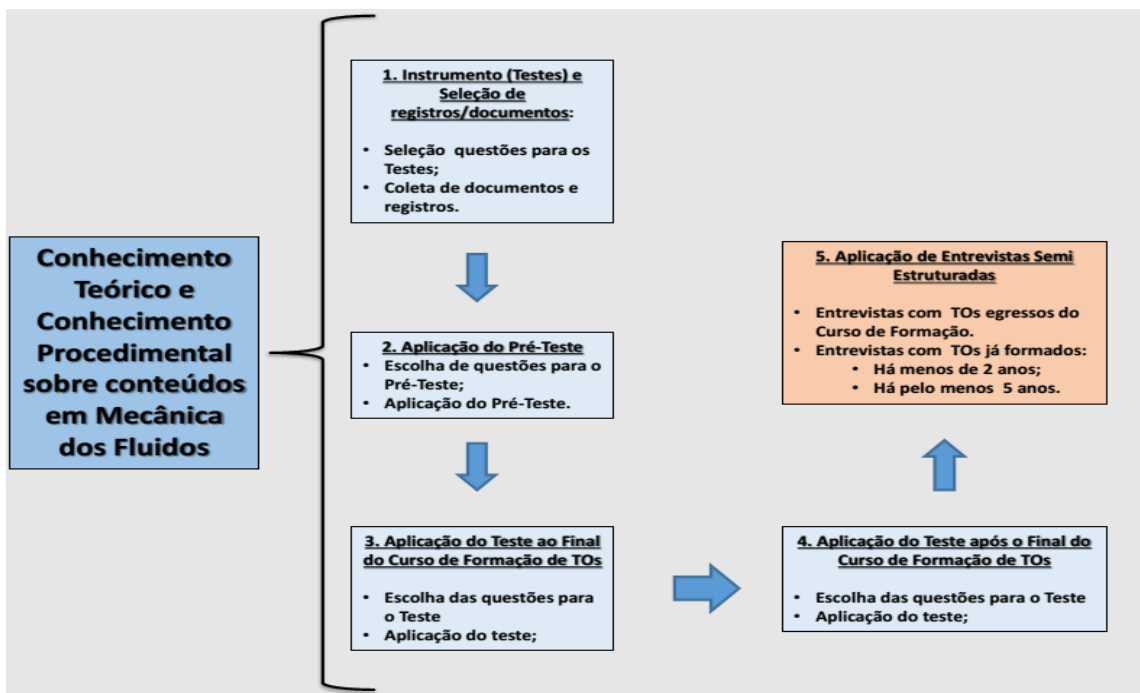


Figura 1 – Desenho da pesquisa ampla

Os instrumentos foram aplicados nas três ondas de medição (conjuntos de questões), sendo formados por itens sobre o entendimento conceitual, de realização de cálculos e de detalhamentos procedimentais diante de situações-problemas vivenciados na prática comum dos técnicos de operação de petróleo e gás, no cotidiano produtivo. A pesquisa ampla de mestrado (modalidade *descritiva de caso* e método *quali-quantitativo*) tem o seguinte desenho de coleta e análise de dados:

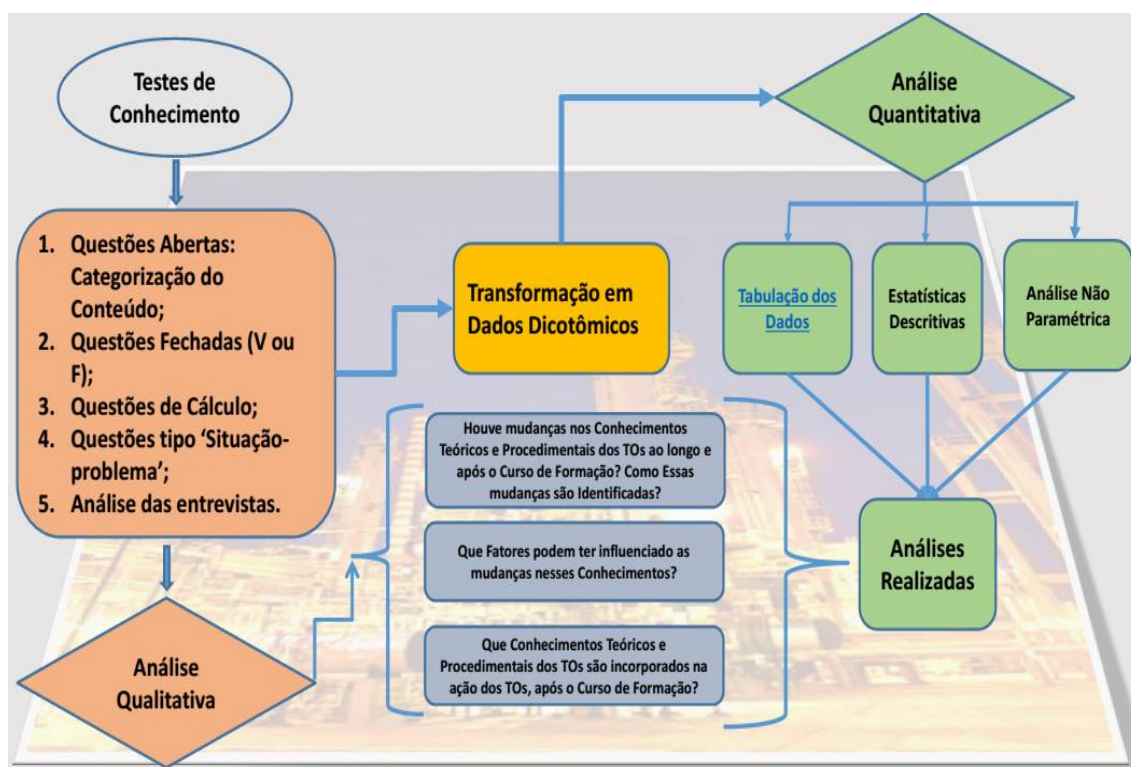


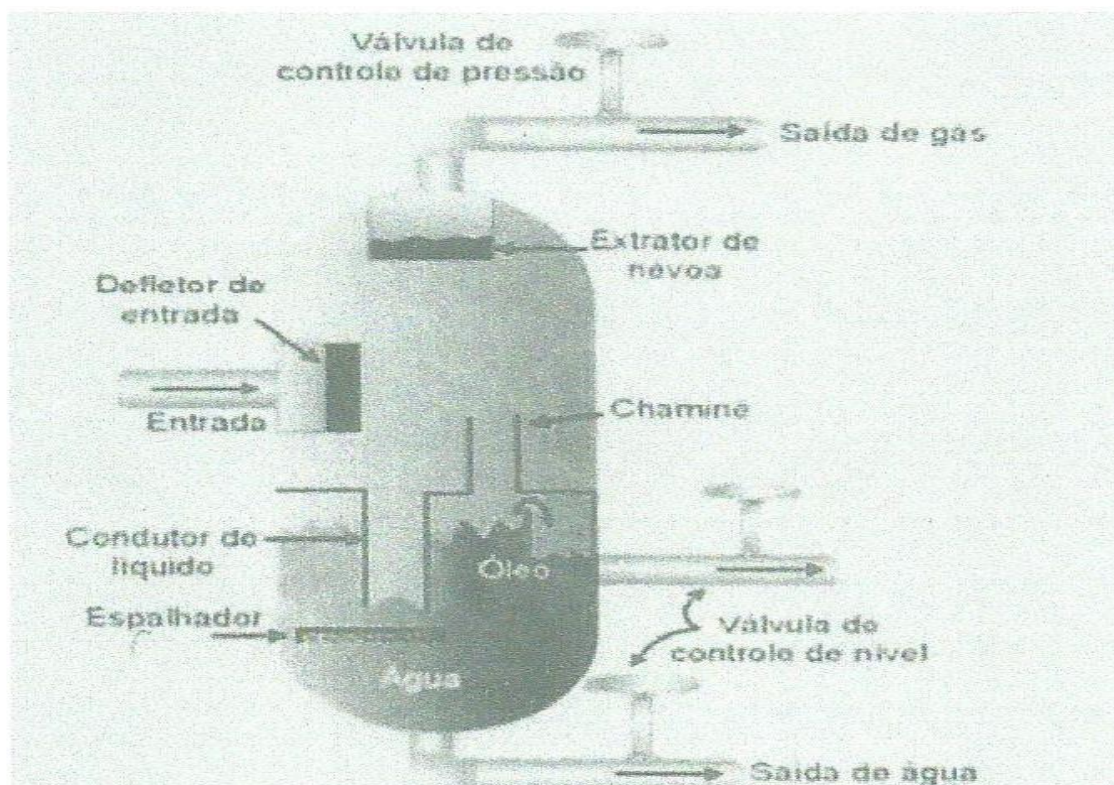
Figura 2 – Coleta de Dados da pesquisa

Foram aplicados três instrumentos, com questões de natureza discursivas ou dicotômicas que buscaram acessar o conhecimento conceitual e procedimental. Nas questões discursivas, as respostas foram avaliadas segundo o sistema categórico que utilizou o formato Guttman (1944), onde o escore poderia variar entre zero e dois ou zero e seis. Quanto maior o valor do escore, maior é o nível de complexidade desenvolvido pelo sujeito quanto ao assunto abordado na questão. No caso das questões dicotômicas o escore pontuado foi zero (0), caso a resposta estivesse errada e um (1), caso a resposta estava correta.

Nesse artigo, com foco na análise quantitativa, três das questões de natureza teórica e procedimental (situação-problema) aplicadas nos instrumentos (testes) são mostradas abaixo, a fim de apresentar taxonomia utilizada para categorização das respostas e análise dos dados, além de verificar a adequação do tipo de item (questão) para acessar o conhecimento teórico e procedimental, assim como validar o sistema categórico construído.

**Questão 1:** *‘O que você entende por viscosidade’*

**Questão 2:** *A figura abaixo representa um vaso separador trifásico em operação manual. Qual a sequência de operações que você executaria nas válvulas de controle mostradas para que fosse mantido o nível da interface óleo-água, se o fluxo de entrada da mesma emulsão no vaso aumentasse?*



**Figura 3** – Fonte: Apostila do Curso de Formação de Técnicos de Operação de Óleo e Gás.

**Questão 3:** Um tanque de 150 litros coleta água à vazão de 10 l/h. Se a área da base do tanque for de  $0,50 \text{ m}^2$ , com que velocidade subirá o nível da água até enchê-lo?

As respostas aos testes de conhecimento foram categorizados em níveis hierárquicos de complexidade estabelecidos pela Taxonomia da Complexidade do Entendimento (AMANTES, 2009). A estratégia para estabelecer a taxonomia foi criar um sistema de rubricas, começando com a leitura das respostas dos sujeitos às questões apresentadas nos instrumentos, seguindo para a sistematização da taxonomia a ser aplicada aos dados.

As categorias de respostas contemplam dois tipos de conhecimento: o conceitual e o procedimental, ambos relacionados aos conteúdos de Mecânica dos Fluidos. Tais conhecimentos foram avaliados em termos de níveis de complexidade de cada conceito envolvido nesse conteúdo, na perspectiva docente de avaliação e de habilidades envolvidas. Os níveis de complexidade estão relacionados com a proximidade da concepção científica correta e completa dos conteúdos de física dos fluidos envolvidos (vazão, pressão, viscosidade, massa específica e escoamento). O pressuposto é que, quanto maior o nível de complexidade alcançado pelo sujeito na resposta à questão proposta, maior o nível de sua compreensão.

As categorizações dos dados obtidos (respostas) para as questões acima se apresentam, como exemplo, na forma abaixo (tabelas 1, 2 e 3). A escala hierárquica compreende uma estrutura compatível com a escala do tipo Guttman (1944), em que cada resposta enquadrada em um nível de entendimento pressupõe e engloba o entendimento do nível anterior.

<b>Categorização Q1</b>	<b>Níveis</b>	<b>Score</b>
<b>Não explicita a viscosidade em termos de resistência ao escoamento e deformação no fluido gerada pela tensão de cisalhamento.</b>	<b>VIS1</b>	<b>0</b>
<b>Explicita a viscosidade apenas como medida de resistência ao escoamento/movimento do fluido.</b>	<b>VIS2</b>	<b>1</b>
<b>Explicita a viscosidade como medida da tensão de cisalhamento sofrida pelo fluido.</b>	<b>VIS3</b>	<b>2</b>
<b>Explicita a viscosidade como uma medida de taxa de variação da deformação do fluido gerada por uma tensão de cisalhamento que resiste ao seu movimento.</b>	<b>VIS4</b>	<b>3</b>

**Tabela 1** – Níveis de entendimento sobre ‘viscosidade’ obtidos a partir das respostas à questão 1.

<b>Categorização Q2</b>	<b>Níveis</b>	<b>Score</b>
<b>Nenhuma etapa citada (resposta em branco) ou a etapa 1 citada fora da ordem.</b>	<b>OPET1</b>	<b>0</b>
<b>Etapa 1 citada primeiramente; etapas 2 e 3 invertidas</b>	<b>OPET2</b>	<b>1</b>
<b>Todas as etapas citadas na ordem correta</b>	<b>OPET3</b>	<b>2</b>
<b>Não explicita entendimento do comportamento da variável pressão na operação</b>	<b>OPPR1</b>	<b>0</b>
<b>Explicita parcialmente o comportamento da variável pressão na operação</b>	<b>OPPR2</b>	<b>1</b>
<b>Explicita completamente o comportamento da variável pressão na operação</b>	<b>OPPR3</b>	<b>2</b>
<b>Não explicita entendimento do comportamento da variável vazão na operação</b>	<b>OPVA1</b>	<b>0</b>
<b>Explicita parcialmente o comportamento da variável vazão na operação</b>	<b>OPVA2</b>	<b>1</b>
<b>Explicita completamente o comportamento da variável vazão na operação</b>	<b>OPVA3</b>	<b>2</b>

**Tabela 2** – Níveis de entendimento sobre ‘etapas do procedimento operacional adequado’, ‘comportamento da variável pressão’ e ‘comportamento da variável vazão’ obtidos a partir das respostas à questão 2.

<b>Categorização Q3</b>	<b>Níveis</b>	<b>Score</b>
<b>Não explicita a equação de vazão e nem a transformação de unidades necessária.</b>	<b>ETQ1</b>	<b>0</b>
<b>Explicita a equação de vazão ou a transformação de unidades necessária.</b>	<b>ETQ2</b>	<b>1</b>

**Explicita a equação de vazão bem como as transformações de unidades necessárias.**

ETQ3

2

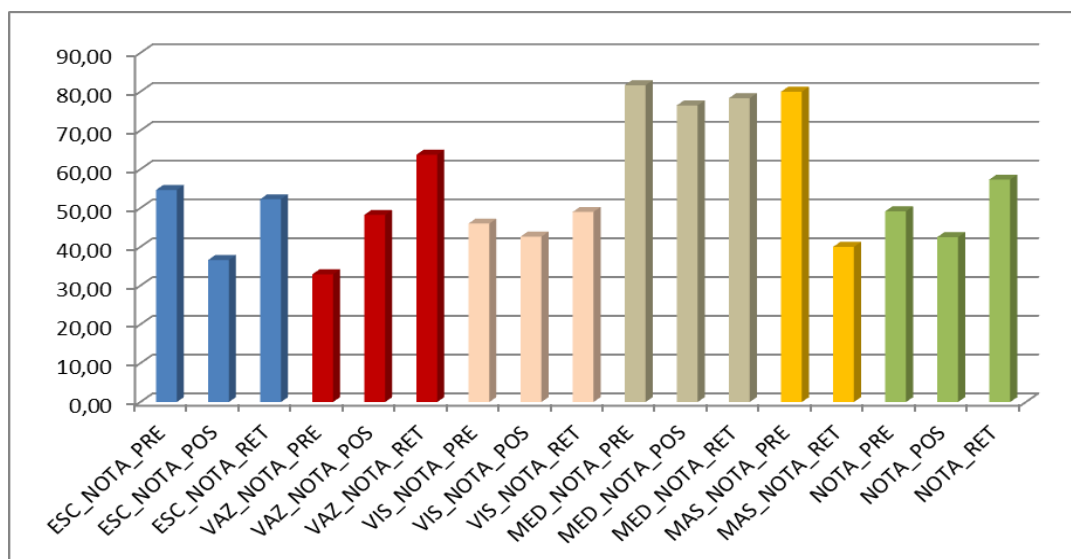
**Tabela 3** – Níveis de entendimento sobre ‘cálculos de vazão’ obtidos a partir das respostas à questão 3.

Como se observa na tabela 2, por exemplo, ela é utilizada para aferir entendimentos a respeito dos conteúdos relativos à pressão (OPPR), vazão (OPVA) e procedimentos operacionais (OPET). Assim, a categoria OPVA é subdividida em níveis de complexidade crescentes, onde o nível 3 (OPVA3 – “Explicita completamente o comportamento da variável pressão”), por exemplo, compreende um entendimento mais complexo do conteúdo relacionado à vazão que engloba os níveis de entendimento anteriores sobre esse conteúdo (OPVA 1 e OPVA2).

A partir dessa ferramenta de categorização de respostas às questões (TCE), obtivemos uma escala de escores para qualificar o entendimento em diferentes momentos do curso de formação, o que possibilitou fazer comparações e identificar possíveis mudanças, explorando a evolução em relação aos conceitos envolvidos no conteúdo de Mecânica dos Fluidos. Considerando a escala Guttman e o escore 1/0 para as respostas ‘certa/errada’, cada instrumento tem um escore máximo que foi transformado em uma nota relativa, entre 0 e 100, normalizando os escores para avaliação da performance geral (evolução dos conhecimentos) e comparações, assim como a avaliação da performance por tema/dimensão em conteúdos de Mecânica dos Fluidos: escoamento (ESC), massa específica (MAS), medição (MED), vazão (VAZ) e viscosidade (VIS).

## Resultados e Análise

Para melhor visualização e operacionalização das variáveis da pesquisa, os resultados relatados neste trabalho de natureza quantitativa foram obtidos a partir de estatísticas descritivas (BRUNI, 2012), através do pacote estatístico SPSS (Statistical Package for the Social Sciences; v.22). O gráfico abaixo apresenta uma visão geral das notas dos instrumentos (pré teste-NOTA\_PRE, pós teste-NOTA\_POS e teste de retenção-NOTA\_RET), por temas (Variáveis ‘Escoamento’-ESC, ‘Vazão’-VAZ, ‘Viscosidade’-VIS, ‘Medição’-MED e ‘Massa específica’-MAS), bem como das ‘Notas Gerais’ em cada instrumento (NOTA\_PRE, NOTA\_POS e NOTA\_RET).

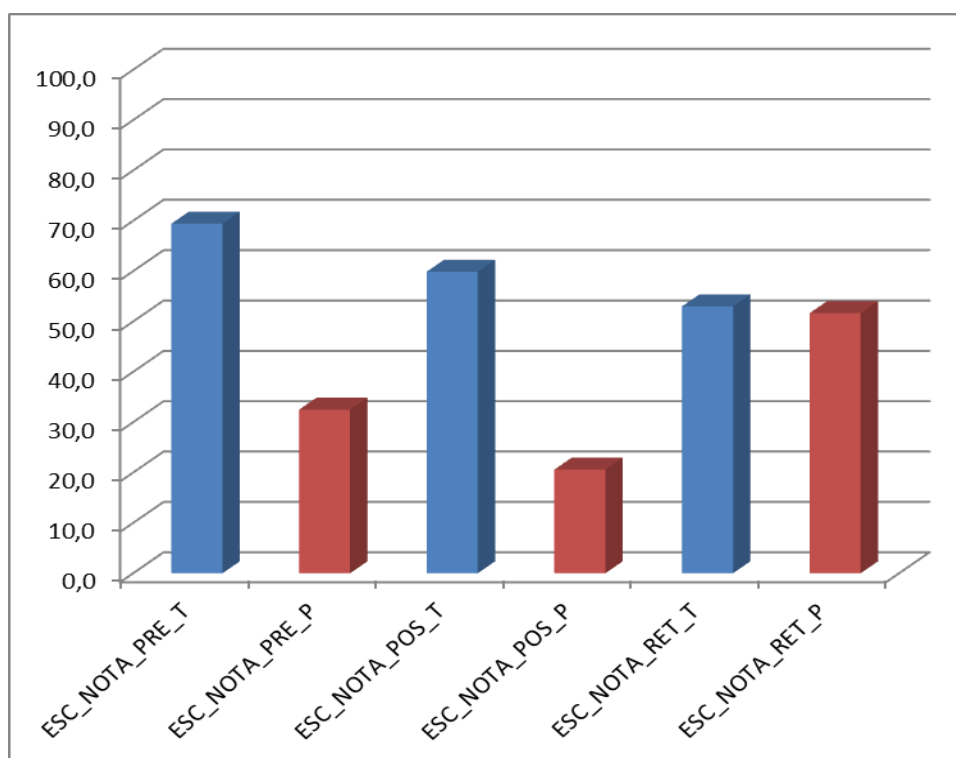


**Gráfico 1** – Médias dos escores das variáveis obtidas nos testes (%)

Quando avaliada a média das notas, percebemos que houve uma evolução gradativa no conhecimento relacionado com ‘Vazão’ ao longo dos instrumentos e que as notas intermediárias (pós teste) relacionadas com ‘Escoamento’, ‘Viscosidade’ e ‘Massa específica’ foram menores do que as notas dos outros instrumentos (pré teste e teste de retenção).

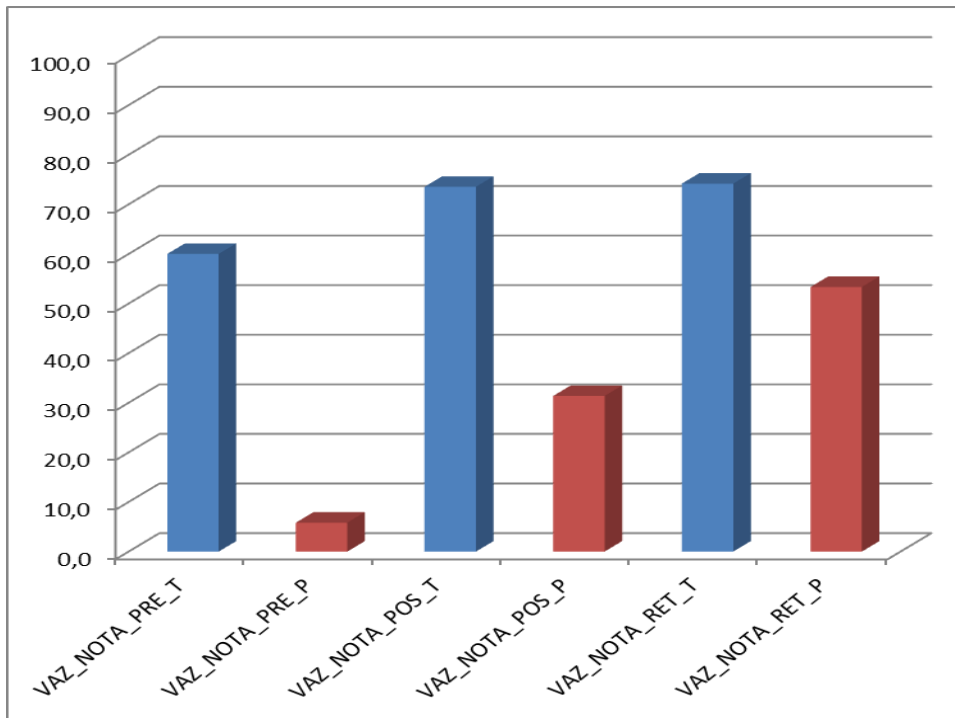
Esse resultado indica que a nota média pós teste foi menor do que a nota pré teste, uma condição não esperada com o decorrer do Curso de Formação. O presente dado pode indicar que a dificuldade dos testes não seja a mesma (existem mais questões no instrumento pós-teste, por exemplo) e/ou as condições de aplicação não foram as mesmas (a motivação dos alunos pode ter sido diferente, por exemplo). O estudo quantitativo descritivo das variações no aprendizado de conhecimentos teóricos e procedimentais, portanto, tomou como base as perspectivas teóricas que estabelecem a tipologia e conceituam os conhecimentos teóricos e procedimentais, de acordo com Barriga & Rojas (2004).

Quanto à “Nota Geral” obtida pelos sujeitos (escores médios), considerando os três testes simultaneamente, os resultados indicaram a **rejeição da hipótese nula, de modo que existem evidências estatisticamente significantes para afirmar que há diferenças entre as avaliações dos sujeitos (escores médios obtidos)**. Esses resultados ainda não nos permite inferir sobre eventuais evoluções no conhecimento dos sujeitos em relação à “Nota Geral”, como se constata a seguir.



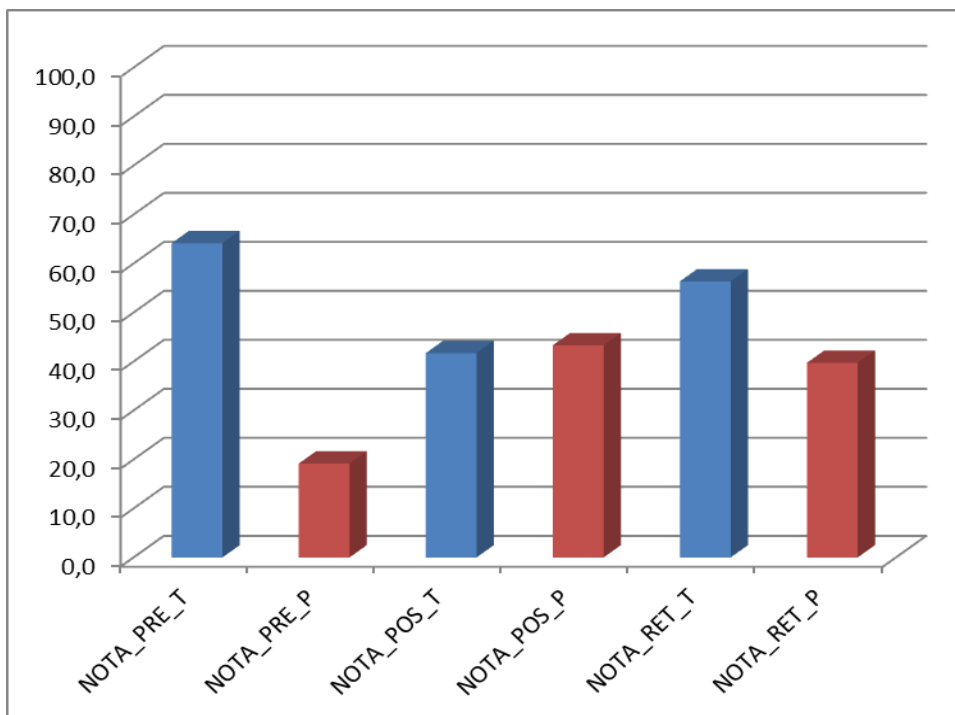
**Gráfico 2** – Médias dos escores da variável “Escoamento” obtidas nos testes, considerando as questões Teóricas e Procedimentais

Comparados os resultados das médias dos escores para a variável ‘Escoamento Teórico’ (ESC\_NOTA\_PRE\_T, ESC\_NOTA\_POS\_T e ESC\_NOTA\_RET\_T) entre os três instrumentos, observa-se uma indicação de redução nos valores médios obtidos pelos escores nessa categoria de conhecimento.



**Gráfico 3** – Médias dos escores da variável “**Vazão**” obtidas nos testes, considerando as questões Teóricas e Procedimentais

Comparados os resultados das médias dos escores para as variáveis ‘**Vazão Teórica**’ (VAZ\_NOTA\_\*\*\*\_T) e ‘**Vazão Procedimental**’ (VAZ\_NOTA\_\*\*\*\_P) entre os três instrumentos (‘PRE’, ‘POS’ e ‘RET’), observa-se uma indicação de evolução sequencial nessas categorias de conhecimentos.



**Gráfico 4** – Médias dos escores da variável “**Nota Geral**” obtidas nos testes, considerando as questões Teóricas e Procedimentais

Quanto à variável '**Nota Geral**', os resultados preliminares trazidos pela estatística descritiva referidas aos conteúdos de mecânica dos fluidos ('**Escoamento**' e '**Vazão**'), considerados para comparar as categorias 'Teórico' e 'Procedimentais', separadamente, entre os três instrumentos, observa-se uma indicação de evolução do escore médio que representa a '**Nota Geral Procedimental**' (pós teste= 43,3 e teste de retenção= 39,7), em relação ao pré teste (escore= 19,2). Em relação à '**Nota Geral Teórica**', apesar do resultado individual mostrado pelo escore médio do pré teste (escore= 41,7), houve um ganho considerável entre os escores médios do pós teste (escore= 32,5) e teste de retenção (escore= 56,4).

Quando avaliamos a média dos escores obtidos, percebe-se que houve uma evolução gradativa no **conhecimento teórico** relacionado à variável '**Vazão**' ao longo dos três instrumentos, e em quanto à variável '**Nota Geral**' entre os instrumentos pós teste e teste de retenção. Quanto ao **conhecimento procedimental**, observa-se uma evolução gradativa na variável '**Vazão**' ao longo dos três instrumentos, e uma evolução na variável '**Escoamento**' entre os instrumentos pós teste e teste de retenção que nos sugere uma aprendizagem de procedimentos como prática de reflexão na execução de procedimentos (SCHÖN, 2000), por meio de uma aquisição do conhecimento por sucessivas elaborações e reestruturações, a partir de um conhecimento prévio que incorpora diferentes habilidades para relacionar conteúdos, interpretar significados e aglutinar novos elementos a este quadro pré-existente (FISCHER, 2006).

## Considerações finais

Os conhecimentos científicos precedem os conhecimentos técnicos relacionados, notadamente aqueles de importância central na formação dos Técnicos de Operação de Petróleo e Gás, sendo os conteúdos de mecânica dos fluidos relevantes para a formação desses profissionais. Entender fenômenos de transporte de fluidos, com sua complexidade inerente, envolve o conhecimento de variáveis como vazão, pressão, temperatura, viscosidade e massa específica que determinam, por exemplo, o comportamento do escoamento dos fluidos e estabelecem condições para a medição dessas variáveis no processo produtivo, hoje fortemente influenciada pelos avanços tecnológicos (sensores, transmissores e processadores de sinais analógicos e digitais).

Para fins de acesso aos conhecimentos dos conteúdos de mecânica dos fluidos, utilizamos a TCE (Taxonomia das Complexidades de Entendimento), construído com o objetivo de ser uma ferramenta viável e válida, no sentido de categorizar as respostas às questões aplicadas aos alunos e viabilizar a quantificação das respostas para a análise estatística realizada. A TCE, portanto, mostrou-se satisfatória, por tratar-se de estratégia eficiente para acessar traços latentes, mas também numa perspectiva de prática típica de classificação e categorização da perspectiva docente de avaliação. Foi assim que fizemos com as questões 1 a 3 apresentadas, exemplificadamente, e suas correspondentes categorizações (tabelas 1 a 3).

Nesse estudo exploratório e descritivo de caso, buscou-se acessar e avaliar a aquisição do conhecimento desses conteúdos de forma geral e depois separados em categorias específicas de nosso interesse (conhecimentos teóricos e conhecimentos procedimentais), a partir das respostas às questões formuladas em três momentos (pré teste, pós teste e teste de retenção) dos alunos de uma turma específica do Curso de Formação desenvolvido pela Petrobras na Bahia, como requisito compulsório para o ingresso na empresa no cargo de Técnico de Operação.

Estratégias de ensino e aprendizagem para esses conhecimentos, tais como modificações ou reorganizações no conteúdo ou estrutura do material de aprendizagem e o treino dos alunos no manejo próprio e direto de procedimentos que os permitam aprender com êxito e de maneira autônoma, são questões necessárias que precisam ser enfrentadas em busca de melhoria na aprendizagem dos conteúdos de mecânica dos fluidos por parte dos Técnicos de Operação, sujeitos aprendizes desse Curso de Formação.

## Referências

- AGRA, C; AMANTES, A. *Analisando o saber procedimental sobre mecânica dos fluidos na formação profissional de técnicos de operação de petróleo e gás*. Águas de Lindóia/SP: X ENPEC, 2015.
- AMANTES, A. *Contextualização no Ensino de Física: efeitos sobre a Evolução do entendimento dos estudantes*. Tese de Doutorado, UFMG, 2009, 275p.
- BARRIGA, F. D; ROJAS G. H. *Estrategias Docentes para un Aprendizaje Significativo: Una Interpretación Constructivista*. 2 ed. México: McGraw-Hill, 2004.
- BRUNI, A. L. *SPSS guia básico para pesquisadores*. São Paulo: Atlas, 2012.
- COLL, C; VALLS, E. *A Aprendizagem e o Ensino de Procedimentos*. In: COLL, C. et al. *Os Conteúdos na Reforma*. Porto Alegre: Artmed, 2000.
- FISCHER, K; BIDELELL, T. R. *Dynamic development of action, thought, and emotion*. In: DAMON, W.; LERNER, R. M. (Ed.s). **Theoretical models of human development. Handbook of child psychology**. 6 ed. New York: Wiley, 2006. v.1, p. 313-399.
- GUTTMAN, L. *A basis for scaling qualitative data*. American Sociological Review, n. 9, v. 2, 1944.
- SCHÖN, D. A. *Educando o profissional reflexivo: um novo design para o ensino e a aprendizagem*. Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 2000.
- WHITE, F. *Mecânica dos Fluidos*. 6ª ed. Porto Alegre: AMGH, 2011. 880p.