ISSN 1983-3156

A2

http://dx.doi.org/10.23925/1983-3156.2018v20i3p280-303

O papel dos saberes não matemáticos na Modelagem Matemática: o estudo do cálculo do Imposto de Renda

The role of non-mathematical knowledge in Mathematical Modeling: the study of the calculation of income tax

CLÁUDIA FERNANDES ANDRADE DO ESPIRITO SANTO[1]

RENATO BORGES GUERRA [2]

Resumo

Este artigo trata sobre a indispensabilidade de saberes não matemáticos para o uso de modelos matemáticos sobre problemas em contextos concretos a partir de pressupostos da Teoria Antropológica do Didático. O modelo praxeológico misto é proposto como dispositivo metodológico de análise. Análise do modelo do cálculo do Imposto de Renda Pessoa Física em situação demonstra a potencialidade do dispositivo para fazer emergir os saberes não matemáticos que fundamentam os modelos matemáticos sobre contextos concretos. Resultados obtidos preliminares apontam a indispensabilidade dos saberes não matemáticos da situação para o uso pertinente dos modelos matemáticos em situação e encaminham pesquisas futuras.

Palavras-chave: *Modelagem Matemática, Teoria Antropológica do Didático, Modelo Praxeológico Misto, Imposto de Renda Pessoa Física.*

Abstract

This article addresses the indispensability of non-mathematical knowledge for the use of mathematical models on problems in concrete contexts based on the assumptions of the Anthropological Theory of the Didactic. The Mixed Praxeological Model is proposed as a methodological analysis device. The analysis of the model of the calculation of Personal Income Tax in situation demonstrates the potentiality of the device to emerge the non-mathematical knowledge that base the mathematical models on concrete contexts. Preliminary results indicate the indispensability of the non-mathematical knowledge of the situation for the pertinent use of mathematical models, and forward future research.

Keywords: *Mathematical Modeling. Anthropological Theory of Didactics. Mixed Praxeological Model. Individual Income Tax.*

[1]Doutoranda em Educação Matemática da Universidade Federal do Pará, Instituto de Educação Matemática e Científica. E-mail: math0377@hotmail.com

[2] Doutor em Engenharia Elétrica pela Universidade Estadual de Campinas. Atualmente é professor titular da Universidade Federal do Pará, Instituto de Educação Matemática e Cientifica. E-mail: rguerra@ufpa.br

Introdução

A Modelagem Matemática (MM)[3] é uma importante área de interesse da Educação Matemática que é assim destacada:

> A modelagem matemática é reconhecida na área de Educação Matemática como uma alternativa pedagógica para o ensino e a aprendizagem em que a abordagem de uma situação-problema não essencialmente matemática é feita por meio da Matemática (BORSSOI; ALMEIDA, 2015, p.38).

Esse olhar da MM dá ênfase ao uso da matemática na resolução de problemas em contextos e vai ao encontro do desenvolvimento do letramento matemático (BRASIL, 2012), pois segundo o PISA, os processos de ***formular***, ***empregar*** e ***interpretar*** são centrais no ciclo de Modelagem Matemática e são habilidades dos indivíduos com letramento em matemática.

O ciclo de Modelagem Matemática destaca as capacidades necessárias para o processo de MM, especificamente, quando o aluno se depara com um “problema em contextos” ele deve ser capaz de: ***formular*** a situação matematicamente transformando-a em um ”problema matemático” dotado de uma solução matemática; ***empregar*** procedimentos matemáticos para obter resultados matemáticos; ***interpretar*** esses resultados nos termos do problema original; ***avaliar*** os resultados obtidos tendo em conta suas razoabilidades para o problema original.

Entretanto, o uso do ciclo de modelagem evidencia complexidades tratadas em diferentes pesquisas, em particular, na linha cognitivista de Schukajlow, Kaiser, Stillman (2018), como as de Blomhøj e Jesen (2003) que destacam que as fases do ciclo consomem muito tempo e que devido a fatores afetivos e à falta de conhecimento factual, bem como experiências insignificantes com os fenômenos da vida real, geralmente, constituem obstáculos ou dificuldades para o engajamento dos alunos nessas atividades. Em particular, o entendimento consensual necessário e requerido dos alunos sobre o fenômeno, que acontece a partir da investigação do problema com a estruturação da complexidade da vida real em um objeto de modelagem matemática(BLOMHØJ; JENSEN, 2003, p.129). Isso talvez encaminhe uma resposta à tímida presença nas salas de aula, considerando principalmente a educação básica, apontada por Malheiros (2016, p.1156).

As dificuldades referentes a complexidade da vida real também se estendem aos professores, como demonstra Grandsard (2005) a partir de observações realizadas com

[3]Daqui por diante a expressão Modelagem Matemática será substituída por MM.

um grupo de professores que não se mostraram capazes de modelar problemas em contextos concretos que não eram comuns para eles, mesmo que dispusessem de conhecimentos matemáticos supostamente suficientes para o desenvolvimento desse tipo de tarefas. Dessa observação, a pesquisadora questionou como seria possível que esses professores pudessem ensinar MM a seus alunos.

Seguindo nessa linha é também oportuno considerar o que nos alerta Julie (2006), sobre não reduzir a MM a ideias matemáticas, pois a permanência nesse nível ocultaria o trabalho de bastidores, ou seja, as complexidades envolvidas na construção de um modelo matemático. De outro modo, quando o conhecimento do contexto não é considerado a obtenção do modelo matemático acontece como um processo de magia que, como tal, esconde a longa cadeia de causas e efeitos e, principalmente, não se preocupa em descobrir, processo após processo, se há alguma relação entre causa e efeito (ECO, 2002, tradução nossa).

Parece claro, portanto, que não é simples o reconhecimento de situações que podem encaminhar um modelo matemático adequado em problemas em contextos concretos, pois isso exige conhecer a situação em contexto, uma vez que somente se reconhece o que se conhece. Assim, em sala de aula tudo é suposto, pois não se pode afirmar, a priori, que os alunos e inclusive o professor, poderão reconhecer uma situação de algo que não conhecem.

Postulamos que isso impede o sujeito, aluno ou professor, de fazer o uso adequado dos modelos matemáticos institucionalizados, como acontece com o uso de fórmulas em problemas em contextos da Física. Nesse caso, o estudo do problema no âmbito teórico da Física é indispensável para encontrar a situação e, com ela, o modelo matemático adequado para o enfretamento do problema.

Para enfrentar essa complexidade que limita o processo de MM é oportuno considerar o papel da MM que nos apresentam Bosch, Chevallard e Gascón (2005) sobre a desmagificação empreendida ao longo da história, com especial destaque durante os períodos de emergência e consolidação de todas as ciências. Em particular, afirmam que:

> Em todos estes casos, a "*desmagificação*" tem sido acompanhada pela *modelagem de "partes da realidade"* cujos modelos, longe de serem suas representações exatas, acabam por ser boas "máquinas" para produzir conhecimento sobre a realidade questionada[4] (BOSCH; CHEVALLARD; GASCÓN, 2005, p.02).

[4]Fragmento do texto: In all these cases, "de-magification" has been accompanied by the modelling of 'a piece of reality' by means of models that, far from being exact representations, turned out to be "machines" good at producing knowledge about the reality in question.

Os modelos matemáticos, então, antes de serem tomados como retratos de uma parte da realidade, se constituem em ferramentas que ajudam a produzir conhecimento sobre essa realidade, ou ainda, os modelos matemáticos se constituem em ferramentas mediadoras de conhecimento entre o sujeito e a realidade problematizada.

Assim, o ciclo de MM deve ser considerado como uma prática social com matemática, ou seja, que é realizada em espaços sociais concretos, denominados instituições, por meio de manipulações de saberes mais gerais, porventura não matemáticos, mas que somente ali somente funcionam com matemática (CHEVALLARD, 2005).

Enfim, postulamos que os saberes não matemáticos são, em geral, tomados como naturalizados e por isso, talvez, não sejam considerados como objetos de estudo na MM, e daí a questão Q, entre outras, emerge como nosso objeto de investigação: Como fazer presentes os conhecimentos não matemáticos sobre um dado contexto como saberes indispensáveis para o uso - e a construção - de modelos matemáticos sobre um dado contexto? Para respondermos a esta questão, recorremos à noção de práticas sociais com matemática anunciada por Chevallard (2005), e, nessa linha, a Teoria Antropológica do Didático (TAD[5]) se torna a infraestrutura teórica dessa investigação.

Tomamos como objetivo geral revelar conhecimentos não matemáticos sobre situações em contextos tratadas por um dado modelo matemático e suas implicações para o seu uso. Especificamente, nosso objetivo consiste em estudar o uso do modelo de Declaração de Ajuste Anual (DAA), do Imposto de Renda Pessoa Física (IRPF), em uma dada situação.

Infraestrutura teórica e metodológica

O postulado base da TAD considera que toda atividade humana regularmente realizada no interior de um espaço social – que pode ser a família, a escola, por exemplo, e que aqui são denominados de Instituições I, cuja finalidade é instituir o modo de fazer e pensar uma prática em seu interior – pode ser descrita a partir de um modelo cuja unidade mais simples se resume com a palavra praxeologia (CHEVALLARD, 1991).

Chevallard (1999) destaca que as praxeologias não são dadas pela natureza, mas "artefatos" ou "obras" construídas no interior das instituições e que funcionam segundo condições humanas, culturais e sociais impostas sobre essas instituições, o que inclui elas próprias, para atender seus interesses e intenções. Isso evidenciam as instituições como

[5]Daqui por diante a expressão Teoria Antropológica do Didático será substituído por TAD.

"uma verdadeira capacidade de produção de saber para fins de autoconsumo" (CHEVALLARD, 2009, p.26)[6].

A palavra praxeologia indica assim uma organização de práticas sociais aqui compreendidas como conjuntos de ações intencionais e coordenadas, não necessariamente planejadas *a priori*, de sujeitos que compartilham um dado espaço social, mobilizando objetos ali reconhecidos e seguindo normas da cultura institucionalizada nesse espaço social. O modelo celular da organização praxeológica consiste de duas componentes;

A *práxis*, denotada por [T,τ], é a parte visível que designa o saber prático, o saber fazer ou *know-how*, o que se faz, a tarefa T, e como se faz essa prática, a técnica τ; e o *logos*, denotado por [θ,Θ], que designa o discurso que descreve, explica, justifica ou produz a técnica τ, que é chamado de tecnologia θ da técnica τ, e por um discurso mais inclusivo, chamado de teoria Θ, que "aparece frequentemente como 'abstrata', isolada das preocupações dos 'simples' tecnólogos e técnicos" (CHEVALLARD, 1999, p.225)[7].

A tecnologia e a teoria nem sempre se fazem distintas no *logos*. Além disso, o estilo de racionalidade desse discurso pode variar no espaço intra e interinstitucional ao fio da história das praxeologias institucionalizadas, de modo que uma racionalidade de uma instituição poderá parecer como pouco racional e até estranha à outra instituição (CHEVALLARD, 1999, p.224)[8].

Assim, uma técnica sempre estará acompanhada de um discurso, ou de pelo menos um embrião deste, no sentido de não haver claramente uma tecnologia associada a uma teoria, como exemplifica por Chevallard (2005) quando trata dos problemas ditos de regra de três, "o mesmo pequeno discurso tem uma dupla função, técnica e tecnológica, que permite encontrar o resultado pedido (função técnica) e justificar que é correto o resultado esperado (função tecnológica)" (CHEVALLARD, 1999, p.224)[9].

Segundo Chevallard (1999), dificilmente uma atividade pode ser descrita somente por uma única praxeologia [T, τ, θ, Θ], a chamada de praxeologia **pontual**, restrita a um tipo de tarefa, mas por organizações praxeológicas que são entendidas como articulações e

[6] Fragmento de texto: *Una verdadera capacidad de produccíon de saber a los fines del autoconsumo.*
[7]Fragmento de texto: *aparecen frecuentemente como "abstractos", apartados de las preocupaciones de los "simples" tecnólogos y técnicos.*
[8]Fragmento de texto: *de manera que una racionalidad institucionalmente dada podrá aparecer... como poco racional en otra institución.*
[9]Fragmento de texto: *El mismo pequeño discurso tiene una doble función, técnica y tecnológica, que permite a la vez encontrar el resultado pedido (función técnica) y justificar que es correcto el resultado esperado (función tecnológica)*

integrações de praxeologias pontuais para atender uma dada intencionalidade pessoal ou institucional.

Em geral, essas organizações praxeológicas em ato mobilizam praxeologias incompletas, ditos saberes práticos, no sentido de serem dotados de discursos embrionários que pode ser do tipo de justificativas do sucesso alcançado para atingir o objetivo desejado, além das praxeologias completas, dotadas de discursos tecno-teóricos das instituições sábias.

Os saberes práticos são dependentes de situações em contextos, pois somente com essas condições é que eles emergem e se mobilizam para tornar possível a organização praxeológica, pois em geral, são omitidos ou tornados transparentes como inerentes, ou naturais, da situação em contexto considerada. Nesse sentido, a legitimidade institucional de um tipo de organização pode não estar restrita à clareza de um único saber legitimado pela instituição como maestro dessa organização e sim pelo papel funcional do conhecimento que produz respostas a determinadas questões de interesses da instituição.

Sob essa compreensão, assumimos o processo de MM como uma organização praxeológica em ato, que mobiliza diferentes saberes, inclusive saberes práticos, especificamente, como uma prática social com matemática (CHEVALLARD, 2005, p. 175), entendida como toda atividade humana que utiliza a matemática em um dado espaço social, no sentido de atender objetivos diversos, inclusive não matemáticos, mas que somente funcionam com mobilização de objetos matemáticos. Denominamos essas práticas organizações praxeológicas com matemática, ou simplesmente OPM.

O produto do ciclo de MM é um modelo matemático para uma dada situação em contexto que, embora possa ser então compreendido como uma organização praxeológica da matemática, somente pode ser usado por aqueles que são dotados de sabres específicos, o que inclui saberes práticos, que permitam perceber a situação.

Dispositivo metodológico: modelo praxeológico misto

As OPM, geralmente, são encontradas na Física, na Química, na Biologia, na Geologia, nas Engenharias, na Economia, nas Ciências Aplicadas, e de modo mais geral, em atividades técnicas desenvolvidas nas fábricas, nos laboratórios, nos escritórios etc.

> É fácil de seguir as trilhas desta luta nas origens da maioria das disciplinas: física, química, biologia, medicina, psicologia, antropologia, sociologia, ciência política. Em todos estes casos, a "*desmagificação"* tem sido acompanhada pela *modelagem de "partes da realidade"* cujos modelos, longe de serem suas representações exatas, acabam por ser boas "máquinas" para

produzir conhecimento sobre a realidade questionada[10] (BOSCH; CHEVALLARD; GASCÓN, 2005, p.02).

A MM de problemas em contextos, nesse sentido, constitui em um gênero OPM, pois movimentam objetos matemáticos segundo interesses e intenções não matemáticos de uma instituição ou pessoa.

É importante notar, então, que nossa compreensão de MM, em contextos concretos, trata do estudo de situações com ajuda de modelos matemáticos que, como tal, demanda o indispensável conhecimento do contexto considerado que, em dialética com a instituição, encaminha a situação e com ela o modelo matemático que pode ser considerado adequado.

Essa compreensão exige tornar explícita a indispensabilidade dos saberes não matemáticos nos processos de MM, o que inclui o seu uso. Para isso, recorremos à noção de organização praxeológica mista proposta por Castela e Romo Vázquez (2011) como modelo explicito lato senso das OPM, pois esta destaca o modelo matemático como praxeologias da matemática customizadas no interior de uma instituição a partir de saberes teóricos e/ou práticos, não necessariamente matemáticos, que ali vivem para o enfretamento de um dado tipo ou gênero de situação em contexto.

Castela (2016) propôs seu modelo para o estudo das praxeologias da Engenharia, denominando-o de modelo praxeológico misto a partir de transposições de praxeologias da matemática para a instituição não matemática, no caso da Engenharia, mas necessariamente admitindo um discurso com tecnologias matemáticas e tecnologias empíricas e não matemáticas. Assim, nessa compreensão, um modelo matemático é uma praxeologia matemática transposta da instituição matemática para uma instituição não matemática.

Ainda que a comunidade matemática não reconheça os saberes práticos de outra instituição não matemática como objetos matemáticos, estes não podem ser ignorados, pois respondem com êxito no enfretamento de tipos de problemáticas que emergem nessas instituições. O componente tecnológico prático ou empírico é designado por θ^p e está diretamente relacionado ao uso da técnica e, como tal, é dependente da instituição

[10] Fragmento de texto: *It is easy to follow the tracks of this struggle at the origins of most of the disciplines: physics, chemistry, biology, medicine, psychology, anthropology, sociology, political science. In all these cases, "de-magification" has been accompanied by the modelling of 'a piece of reality' by means of models that, far from being exact representations, turned out to be "machines" good at producing knowledge about the reality in question.*

utilizadora não matemática, simbolizada por $\mathbf{I_p}$, onde se realiza a praxeologia, como na Figura 1.

Figura1 – Esquema do Modelo Praxeológico Estendido

Fonte: Adaptado de Castela (2016, p.24)

I_r designa a instituição dita investigadora, cuja função social é desenvolver e validar praxeologias objetivando o tratamento de tipos de tarefas T, ou seja, se ocupa essencialmente do desenvolvimento de técnicas para as práticas que, como tais, necessitam de tempo para promover o desenvolvimento de uma validação ordenada e sistemática de suas construções.Para exemplificar uma instituição investigadora, Castela (2016) destaca as organizações educacionais, mais precisamente, os Institutos de Investigação para o Ensino de Matemática (IREM) - na França, que são responsáveis pela criação de condições favoráveis aos professores, a fim de que tais profissionais possam conceber, experimentar e avaliar sequências em classe.

Nesse caso, quando um professor organiza um dado saber para o ensino, ou seja, faz a transposição didática desse saber para uma dada escola, por meio da preparação de uma sequência de tarefas para sua aula, ele dá um tempo para vivenciá-la e desenvolve um trabalho de investigação sob condições supostas e impostas a priori, nem sempre verificáveis nas experimentações em sala de aula que, por isso, poderão exigir adequações dessa sequência. Esse é um processo cíclico de modelagem de aulas em que o professor busca uma sequência estável que é então validada empiricamente.

Segundo Castela (2016), o símbolo * usado no esquema indica uma transposição de cada componente de $[T, \tau, \theta^r, \Theta]$ que é produzida, validada e legitimada por uma instituição I_r^* na qual as instituições I_r e I_p estão representadas e negociam. Essa negociação pode levar a uma mudança no paradigma de validação: por exemplo, em alguns países, o Ensino Médio em matemática aceita validações experimentais de alguns teoremas, embora na instituição matemática sejam aceitas somente demonstrações teóricas (CASTELA,2016).

Segundo Castela (2016), o ostensivo $\mathbf{I_p}$ indica a instituição que tem uma relação pragmática com o tipo de tarefa T, enquanto que o $\boldsymbol{\theta^p}$ indica os conhecimentos produzidos na instituição usuária $\mathbf{I_p}$, com critérios de verdade, efetividade e de valor para as suas atividades, os quais constituem os cenários dos processos de validação empírica. As setas à direita das praxeologias, fora da representação, simbolizam as práticas sociais de validação, legitimação e institucionalização, que são desenvolvidas nas instituições envolvidas.

Os elementos constituintes da OPM de Castela e Romo Vázquez (2011) e Castela (2016) orientam as análises e ou desenvolvimento de modelos matemáticos em contextos concretos. Nesse sentido, propomos o modelo praxeológico misto ou estendido como resposta a nossa questão, pois nos detemos sobre o papel da indispensabilidade dos saberes não matemáticos na MM, pois este destaca os elementos teóricos e práticos não matemáticos e, portanto, sua indispensabilidade no uso ou desenvolvimento do modelo matemático para uma situação em um dado contexto.

Para deixar claro o modelo praxeológico misto ou estendido como dispositivo capaz de destacar a indispensabilidade dos saberes não matemáticos, recorremos ao uso de modelos matemáticos presentes na sociedade atual e indispensável no exercício da cidadania brasileira. No caso, o uso do modelo matemático do Imposto de Renda de Pessoa Física (IRPF).

A praxeologia com matemática do cálculo do Imposto de Renda Pessoa Física (IRPF)

O cálculo do Imposto de Renda Pessoa Física (IRPF) segue orientação da Receita Federal consubstanciada no regulamento do Imposto de Renda e na Constituição Federal de 1988. Esse cálculo é analisado considerando a mobilização de objetos matemáticos e não matemáticos a partir da noção de Organização Praxeológica com Matemática, no sentido de realizar articulações e integrações de praxeologias matemáticas e não matemáticas, possibilitando o alcance dos saberes pela escola do ensino médio. A análise encaminha subsídios para a construção de respostas à nossa questão de investigação.

O cálculo do IRPF que se dá a partir do programa computacional de Declaração de Ajuste Anual (DAA) em que o contribuinte faz o lançamento dos proventos recebidos e dos valores que foram retidos pelas fontes pagadoras, como o Imposto de Renda, tomando como base de informação o comprovante de rendimento recebido pela fonte pagadora, além de suas despesas relativas à saúde e educação, entre outras. Embora a receita procure mostrar o seu uso como uma tarefa parece simples, não raro, causa transtornos aos contribuintes que se vêm obrigados a recorrer ajuda de especialistas da área tributária.

Enquanto as tarefas do programa do IRPF parecem determinadas, ou seja, dotadas de procedimentos e objetivos que levam às respostas inequívocas, as tarefas do contribuinte, pessoa física, parecem ser indeterminadas, ou seja, dotadas de diferentes procedimentos e respostas, em acordo com a situação percebida por ele que lhe permite classificar seus rendimentos e despesas. Essas percepções nem sempre são alcançáveis pelo contribuinte não familiarizados com os saberes tributários.

A partir da compreensão OPM, analisamos uma situação em que buscamos conhecer para reconhecer os saberes mobilizados, uma vez que estes podem se fazer invisíveis sob a luz de nossos saberes teóricos e práticos culturais, mesmo que explícitos.

A situação para análise

O empregado Gustavo[11] recebe rendimentos anuais no valor de R$120.000,00, incluindo o décimo terceiro salário no valor de R$ 9.000,00, com descontos anuais de Previdência Social no valor de R$ 6.850,56 e Imposto de Renda Retido na Fonte no valor de R$ 15.706,56. Gustavo possui esposa e três filhos, sendo um menor de 21 anos, outro de 23 anos cursando nível superior e ainda um filho de 26 anos portador de necessidades especiais (PNE). Sua despesa anual com plano de saúde, o que inclui seus dependentes, importou no valor anual de R$ 5.465,00. Gustavo gastou em 2016 com mensalidades de colégio e faculdade dos filhos a importância de R$ 12.000,00, sendo R$ 3.800,00 com o filho menor de 21 anos, R$ 3.800,00 com o de 23 anos e R$ 4.400,00 com o filho mais velho e ainda R$ 5.000,00 com curso de idioma dos dois filhos mais jovens. Ademais, pagou R$ 4.000,00 para o curso de mestrado de sua esposa, bem como, salários para empregada doméstica que totalizaram no valor anual de R$ 16.000,00. O Contribuinte desembolsou no referido ano R$ 2.640,00 para pagamento de Previdência Privada, mais repasses de R$ 3.600,00 para a sogra como alimentanda por decisão judicial, uma vez que não recebe proventos de qualquer espécie ou decorrente de aposentadoria.

A análise segue o modelo praxeológico misto questionando as praxeologias buscando encontrar as tarefas e as técnicas e as tecnologias que as justificam ou lhe dão razão. A estrutura obtida poderá encaminhar uma compreensão da organização das praxeologias e

[11]Este nome foi criado para exemplo da situação, qualquer semelhança com a realidade é mera coincidência.

dos papéis dos saberes não matemáticos envolvidos para as consecuções fim da organização.

Nesse sentido, interpretamos os passos da declaração executados pelo programa, aqui denominado de simulador, como uma sequência de praxeologias completas e ou incompletas que podem designar saberes práticos.

Passo 1. O contribuinte calcula o total de *rendimentos tributáveis* e informa ao simulador. Somente é possível informar ao simulador neste passo se o seguinte tipo de tarefa for executado:

Tipo de Tarefa 1: Calcular o valor monetário do Rendimento Tributável.

O que se deseja é calcular a renda tributável sujeita a ajustes (RT1), inclusive e não menos importantes, de impostos. De outro modo, é a diferença monetária entre a renda total tributável (RT) e a renda tributável não sujeita a ajustes (RTEF).

Técnica:

$$RT1 = RT - RTEF \tag{1}$$

Para essa ação é necessário conhecer, para poder reconhecer, o objeto *rendimento tributável*. O conhecimento aqui demanda investigar obras não matemáticas. Em Oliveira (2013), *renda tributável* é produto de capital, do trabalho ou da união de ambos, alimentos e pensões recebidos em dinheiro, assim como os proventos de qualquer natureza, cujo valor é incluído na base de cálculo do referido imposto, conforme disciplina os Art. 43 e 44 do Código Tributário Nacional.

O *13º Salário* é excluído da renda tributável, no entanto, sob o discurso de ser *rendimento sujeito a tributação exclusiva*, ou seja, como um rendimento tributável recebido de pessoa jurídica cujo imposto não está sujeito ao ajuste anual. No caso em tela,

$$RT1 = R\$\ 120.000{,}00 - R\$\ 9.000{,}00 = R\$\ 111.000{,}00$$

As operações monetárias se inserem na aritmética de quantidades físicas e não de números racionais. Estes são objetos matemáticos e, como tais, são abstratos e por isso não “reais” e tampouco virtuais, são distintos, portanto, da concretude do dinheiro, mesmo quando este é virtual. Esse tipo de operação funciona como as velhas práticas sociais de medidas a partir da contagem de objetos físicos, portanto estamos em presença de uma tecnologia hibrida no sentido de ser um amálgama de discursos de diferentes instituições, uma do campo teórico-prático Tributário e outra da Matemática das Quantidades Físicas (WHITNEY, 1968). A Matemática das Quantidades Físicas ainda está distante das salas de aula dos níveis de ensino básico e superior, talvez por se limitar a interesses de grupos de especialistas, no entanto sua gênese, como de diferentes campos de saberes matemáticos, está em justificar velhas práticas operatórias com quantidades do mundo físico realizadas nos diferentes campos científicos não matemáticos, principalmente no campo das ciências aplicadas.

Tecnologia híbrida: Tecnologia da prática tributária do Artigo 43 e Artigo 44 do Código Tributário Nacional e demais Instruções Normativas da RFB relacionadas, conjuntamente com adição de quantidades físicas, no caso, de valores monetários. Teorias: Código Tributário Nacional e Matemática das quantidades Físicas (WHITNEY, 1968).

Passo 2. O contribuinte informa os dados para as despesas que podem ser classificadas como *deduções* definidas na IN RFB nº 1500 de 2014, a saber;

2.1 O contribuinte calcula a Despesa total anual com *Previdência Oficial* e informa o simulador;

2.2 O contribuinte informa a "Quantidade de *Dependente"* e o simulador a usa para calcular o valor das "Despesas com *Dependente*" a partir da Quantidade de *Dependente* e o valor máximo anual de R$ 2.275,08 para cada dependente;

2.3 O contribuinte fornece ao simulador a "Quantidade de *Alimentando*" com decisão judicial para deduzir instrução e este calcula as *despesas com instrução* a partir da informação "Quantidade de *Dependente*" e de "Quantidade de *Alimentando*" tomando o máximo de despesa anual de R$ 3.561,50 por *alimentando*;

2.4 Contribuinte informa o valor anual da *despesa médica*;

2.5 Contribuinte informa o valor anual de *Pensão alimentícia*;

2.6 Contribuinte informa *outras despesas* com:

Previdência Privada, Funpresp, FAPI e Parcela isenta de aposentadoria, reserva remunerada, reforma e pensão para declarante com 65 anos ou mais, caso não tenha sido deduzida dos rendimentos tributáveis. *Carne-Leão: Livro Caixa.*

2.7 Simulador fornece o valor *total das deduções*: Somatório das Despesas

O passo 2 se desdobra em várias ações necessárias e desse modo pode ser interpretado por uma ação superestrutural, ou seja, um tipo de tarefa que em execução demanda ações infraestruturais ou tipos de subtarefas. Em geral, nem toda ação infraestrutural é percebida, no entanto temos claramente ações infraestruturais no passo 2 que podem ser descritas como subtarefas.

Tipo de tarefa 2: Calcular o *valor total das deduções.* PD

Essa ação é encaminhada a partir da seguinte tecnologia assim anunciada pela RFB por meio da IN 1500 RFB-2014 e retificações.

Do extrato de texto, depreendemos do caput do Art. 52 que se pode encaminhar a seguinte técnica.

Técnica:

PD = PS + DP + AL+ DS+ ED + PP (2)

Sendo, PS- *Previdência Social;* DP - *Dependentes*; AL - *Alimentandos*; DS - *Despesas Médicas;* ED - *Despesas de educação;* PP; *Previdência Privada, Funpresp, FAPI e Parcela isenta de aposentadoria, reserva remunerada, reforma e pensão* para declarante com 65 anos ou mais, caso não tenha sido deduzida dos rendimentos tributáveis. *Carne-Leão: Livro Caixa.*

Esse discurso tecnológico-teórico permite encaminhar os seguintes: Os tipos de subtarefas infraestruturais e suas respectivas técnicas.

Tipo de Subtarefa 2.1: Calcular o valor monetário de dedução da Previdência Social.

Técnica: PS= $\sum_1^k ps_i$ (3)

Sendo ps_i a parcela correspondente ao valor monetário recolhido para Previdência Social pela empresa i, e k o número de empresas que recolheram valores monetários à Previdência Social. No caso em tela, há somente uma parcela recolhida à Previdência Social **PS** = R$ 6.850,56.

Tipo de Subtarefa 2.2: Calcular o valor de dedução dos *Dependentes* - DP:

Técnica: DP = $k.dp$ (4)

Sendo $\mathrm{d_p} = \text{R\$ } 2.275{,}00$ o correspondente valor monetário atribuído para um dependente, e k o número de dependentes no sentido dado pela RFB.

A noção de *dependente* no seio da sociedade é, em geral, àquela pessoa que vive as custas econômicas do contribuinte, no entanto as normas da RFB estabelecem limites em hierarquia, primeiro para a noção social do termo *dependente* e segundo para o valor numérico que pode ser associado a essa noção limitada. Se alguém é dependente no sentido social ordinário, mas não atende às limitações impostas pelas normas da RFB, essa pessoa não é *dependente* para fins de IRPF. Assim, começamos conhecendo quem é dependente do contribuinte à luz das normas da RFB.

> **Art 77**. Na determinação da base de cálculo sujeita à incidência mensal do imposto, poderá ser deduzida do rendimento tributável a quantia equivalente a .... por dependente (Lei nº 9.250, de 1995, inciso III)
> **§ 1º** Poderão ser considerados como dependentes, observado o disposto nos arts. 4º, § 3º, e 5º, parágrafo único (Lei nº 9.250, de 1995, art. 35):
> **I** - o cônjuge;

> **II** - o companheiro ou a companheira, desde que haja vida em comum por mais de cinco anos, ou por período menor se da união resultou filho;
> **III** - a filha, o filho, a enteada ou o enteado, até vinte e um anos, ou de qualquer idade quando incapacitado física ou mentalmente para o trabalho;
> **IV** - o menor pobre, até vinte e um anos, que o contribuinte crie e eduque e do qual detenha a guarda judicial;
> **V** - o irmão, o neto ou o bisneto, sem arrimo dos pais, até vinte e um anos, desde que o contribuinte detenha a guarda judicial, ou de qualquer idade quando incapacitado física ou mentalmente para o trabalho;
> **VI** - os pais, os avós ou os bisavós, desde que não aufiram rendimentos, tributáveis ou não, superiores ao limite de isenção mensal;
> **VII** - o absolutamente incapaz, do qual o contribuinte seja tutor ou curador.
> **§ 2º** Os dependentes a que referem os incisos III e V do parágrafo anterior poderão ser assim considerados quando maiores até vinte e quatro anos de idade, se ainda estiverem cursando estabelecimento de ensino superior ou escola técnica de segundo grau (Lei nº 9.250, de 1995, art. 35, § 1º).
> **§ 3º** Os dependentes comuns poderão, opcionalmente, ser considerados por qualquer um dos cônjuges (Lei nº 9.250, de 1995, art. 35, § 2º).
> **§ 4º** No caso de filhos de pais separados, poderão ser considerados dependentes os que ficarem sob a guarda do contribuinte, em cumprimento de decisão judicial ou acordo homologado judicialmente (Lei nº 9.250, de 1995, art. 35, § 3º).
> **§ 5º** É vedada a dedução concomitante do montante referente a um mesmo dependente, na determinação da base de cálculo do imposto, por mais de um contribuinte (Lei nº 9.250, de 1995, art. 35, § 4º). (Decreto nº 3.000, de 26 de Março de 1999, Presidência da República, Regulamenta a tributação, fiscalização, arrecadação e administração do Imposto sobre a Renda e Proventos de Qualquer Natureza)

No caso em tela, cinco pessoas podem ser consideradas dependentes do contribuinte, dentre os quais:

I – O filho nº 1, com idade inferior a 21 anos é considerado como *dependente* por ter idade inferior ao limite estabelecido pela RFB;

II– O filho nº2, de 23 anos, por ser menor de 24 anos de idade e cursar o ensino superior;

III – O filho nº3 de 26 anos, por ser portador de necessidades especiais e isto independe de limite da idade para ser dependente;

IV– A esposa pode ser considerada como *dependente* pela legislação do Imposto de Renda, desde que declare em conjunto com o seu cônjuge;

A declaração em conjunto é considerada vantajosa, caso um dos cônjuges consiga auferir uma renda relativamente pequena, inferior ao limite de isenção do imposto de renda. Caso os dois tenham uma renda elevada, não é interessante fazer a declaração em conjunto, uma vez que o rendimento tributável do casal pode sofrer incidência de uma alíquota maior do Imposto de Renda.

V – A sogra pode ser considerada como dependente desde que a sua filha, que é esposa do contribuinte, seja considerada dependente, pois de acordo com o art. 35 da Lei nº9.250/1995, os pais podem ser considerados dependentes na declaração dos filhos, desde que não aufiram rendimentos, tributáveis ou não, superiores ao limite de isenção anual (*in casu*, R$ 22.847,76);

Portanto, o contribuinte pode apresentar até cinco dependentes, quatro naturais e um que poderá ser dependente caso a declaração seja feita em conjunto com o seu cônjuge, no caso, a sogra. O valor monetário de **DP** é limitado pela receita de modo que seja igual a R$ 2.275,08 para cada dependente. Assim temos duas situações,

DP = 4.(2.275,08) = R$ 9.100,32 e **DP**= 5.(R$ 2.275,08) = R$ 11.375,40

O valor de **DP** varia conforme a sogra seja considerada alimentanda ou dependente respectivamente. Este procedimento mostra a tecnologia híbrida, ou seja, não há somente técnica/tecnologia de uma única instituição, a matemática, por exemplo, em uso, pois a noção de dependente é instituída pelo artigo 77 do Decreto nº3.000/1999. Essa noção pode passar imperceptível àquele que não conhece essa noção segundo a RFB.

Tipo de subtarefa 2.3: Calcular o valor da dedução de Alimentandos – AL:

Técnica: AL= $\sum_1^k al_i$ (5)

Sendo al_i a parcela correspondente ao valor monetário destinado à pensão alimentícia ao alimentando i, e k o número de alimentandos reconhecidos segundo as normas da RFB.

> **Art. 78.** Na determinação da base de cálculo sujeita à incidência mensal do imposto, poderá ser deduzida a importância paga a título de pensão alimentícia em face das normas do Direito de Família, quando em cumprimento de decisão judicial ou acordo homologado judicialmente, inclusive a prestação de alimentos provisionais (Lei nº 9.250, de 1995, art. 4º, inciso II).

Na situação em tela temos uma pessoa que pode ser classificada junto as normas da RFB como dependente e como alimentanda, no entanto, segundo essas normas a pessoa não pode ser ambas simultaneamente. A decisão é do contribuinte. O valor de AL é da ordem de R$ 3.600,00 como anunciado, e se refere ao que efetivamente foi pago com despesas à sogra. Segundo a legislação não há limite para esta dedução.

Neste caso, podemos perceber que existe uma realidade que orienta o modelo. Não é uma decisão de uma matemática, pois existe uma série de condicionantes não matemáticos que contribuem nesse processo que inclui a lógica da prática social daquele grupo que é mantido por um jeito de fazer e de pensar próprios.

No entanto, as aritméticas práticas, como um tipo de matemática, orientam a tomada da sogra como *Alimentando* em vez de *Dependente,* pois o valor monetário da sogra como *alimentando* é de R$ 3.600,00 enquanto que o de *dependente* é de R$ 2.275,08.

A soma DP + AL se altera segundo a taxionomia da sogra, a saber:

- Sogra Alimentanda: DP + AL= R$ 9.100,32 + R$ 3.600,00 = R$ 12.700,32

- Sogra Dependente: DP + DP = R$ 9.100,32+ R$ 2.275,08 + R$ 0,00 = R$ 11.375,40.

Isso mostra que é vantajoso para o contribuinte declarar a sogra como *Alimentanda* uma vez que ela cumpre a condição legal de ser alimentanda com vantagem de maior dedução para o contribuinte.

O cálculo do IRPF é desenvolvido a partir do princípio da progressividade do Direito Tributário que determina que os impostos devam onerar mais aqueles que detiverem maior riqueza tributária. A Constituição Federal de 1988, no parágrafo 1º do artigo 145,ratifica esse entendimento dizendo que:

> sempre que possível, os impostos terão caráter pessoal e serão graduados segundo a capacidade do contribuinte, facultado à administração tributária, especialmente para conferir efetividade a esses objetivos, identificar, respeitados os direitos individuais e nos termos da lei, o patrimônio, os rendimentos e as atividades econômicas do contribuinte. (BRASIL, Constituição Federal, 1988).

Portanto, o IRPF é um tributo progressivo, que considera a situação financeira do contribuinte segundo a sua capacidade contributiva, ou seja, quem recebe mais deve ser paga mais. O IRPF apresenta alíquotas progressivas de acordo com o valor do chamado montante tributável, de modo que, quando esse montante aumenta, além de dado limite, o percentual da alíquota também se eleva. Especificamente, no cálculo do IRPF há incidência de alíquotas progressivas de 7,5%, 15%, 22,5% e 27,5%, de acordo com o montante tributável como destacado na Tabela 2.

Tabela 2 – IRPF 2016/2017 - Alíquotas por rendimentos anuais

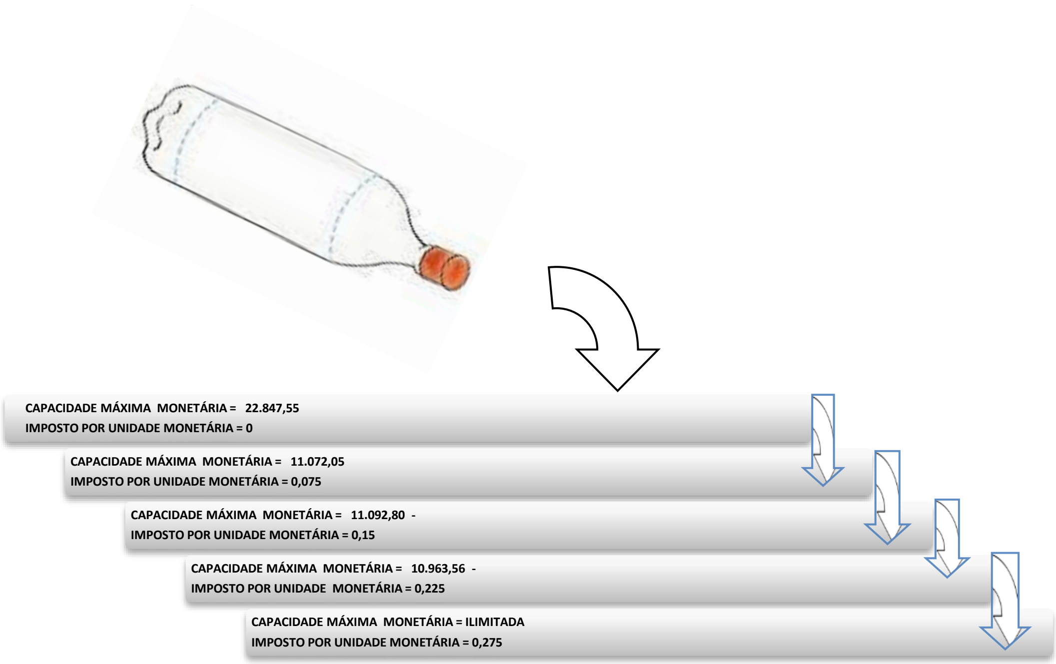
Base de cálculo R$	Alíquota %	Parcela a deduzir R$
Até 22.847,76	Isento	Isento
De 22.847,77 a 33.919,80	7,5	1.713,58
De 33.919,81 a 45.012,60	15	4.257,57
De 45.012,61 até 55.976,16	22,5	7.633,51
Acima de 55.976,17	27,5	10.432,32

Fonte: Ministério da Fazenda. Receita Federal (2017)

O princípio da progressividade, nesse caso, pode ser ilustrado metaforicamente pela Figura 4.

Para um dado montante, o imposto é calculado conforme os tipos de “recipientes” que são esgotados, sendo o último, em cada caso, parcial ou totalmente esgotado. Assim, a técnica da praxeologia de arrecadação do IRPF, esboçada na Figura 4, se fundamenta na tecnologia do princípio da progressividade do campo teórico do Direito Tributário. Esta praxeologia envolve práticas aritméticas simples que foram desenvolvidas historicamente, bem antes do surgimento dos argumentos matemáticos da álgebra e, consequentemente, da análise matemática.

Figura 4 – Esquema da garrafa



Fonte: Produzido pelos autores (2018)

No entanto, é possível expressar essa praxeologia do Direito Tributário como inspiração de praxeologias matemáticas que podem ser expressas como modelos matemáticos para o cálculo do IRPF. O termo inspiração usado acima é para deixar claro que a praxeologia do direito tributário do IRPF não se confunde com as praxeologias matemáticas, embora estas levem aos mesmos resultados numéricos.

É preciso observar que a praxeologia do Direito Tributário mobiliza objetos concretos, em particular, o dinheiro. Este pode ser visto como número, mas são quantidades discretas de moeda corrente no Brasil, nesse caso, o real, e, portanto, não se confundem com números matemáticos, sejam eles números algébricos ou transcendentes. A associação de quantidade de moedas com números matemáticos, no entanto, permite pensarmos essa praxeologia tributária como uma "aplicação" de uma praxeologia matemática, como será encaminhado a seguir.

As praxeologias matemáticas como possíveis modelos matemáticos do cálculo do IRPF

As praxeologias matemáticas aqui apresentadas são definidas sobre o campo dos números reais, de modo a permitir a ilusão da representação gráfica quando possível. Assim, os pontos da reta que não representam medidas ou quantidades de moedas são de forma ilusoriamente também considerados.

O modelo matemático pode ser apresentado a partir da praxeologia tributária assumindo a Base de Cálculo, ou montante tributário, e o Imposto calculado, como variável do campo dos números reais positivos que se relacionam segundo um funcional linear por partes. Para mostrarmos isso, começamos observando a técnica do cálculo do Imposto encaminhada pela dinâmica dos recipientes aqui apresentados. Ele permite visualizar o sentido do cálculo do IRPF, sendo que quem tem rendimentos de Base de Cálculo que caiba totalmente no primeiro recipiente é considerado isento.

A partir daí o contribuinte passa a pagar por unidade monetária do volume presente em cada recipiente no que demanda para esgotar a base de cálculo. A partir do segundo recipiente, eles são compreendidos como recipientes de excessos e por isso com maior custo unitário sobre as unidades monetárias excedentes. Nesse sentido, para uma dada base de cálculo x, podemos ter uma das situações seguintes

- Quando a base de cálculo x cabe apenas no recipiente 1.

Nesse caso há isenção do pagamento do imposto, ou seja, se o valor x da Base de Cálculo couber na totalidade ou parte do volume do recipiente 1, 0 < x < 22.847,76 o contribuinte pagará imposto 0 (zero).

- Quando a base cálculo x demanda apenas os recipientes 1 e 2.

O cálculo do imposto é realizado considerando o valor que excede o volume do recipiente 1, nesse caso, o que excede o volume de 22.847,76. O que preencher em parte ou em totalidade do volume do recipiente 2 será incidido a alíquota de 7,5% por unidade de volume ocupado desse recipiente.

De outro modo, se 22.847,76 < x < 33.919,81 o imposto correspondente é dado por:

$$0{,}075.\,Volumepreenchidodo\ recipiente\ 2 + 0{,}0.\,Volumedo\ recipiente\ 1$$

$$0{,}075(x - 22.847{,}76) + 0{,}0(22.847{,}76 - 0) \qquad (1)$$

De onde resulta que: se $22.847{,}76 < x \ \leq 33.919{,}80$

$$0{,}075x - 1.713{,}58 \qquad (2)$$

- Quando a base de cálculo x demanda apenas os recipientes 1, 2 e 3.

Nesse caso, os recipientes 1 e 2 são totalmente preenchidos e parte ou totalidade do recipiente 3 esgotará a base de cálculo x.

$$0{,}15.\,\mathrm{Volumeprenchidodo\ recipiente3} + \quad 0{,}075.\,\mathrm{Volumedo\ recipiente2} +$$
$$0{,}0.\,\mathrm{Volumedo\ recipiente1} \qquad (3)$$

No modo numérico é expresso da seguinte forma:

$$0,15(x - 33.919,80) + 0,075(\ 33.919,81 - 22.847,77) + 0,0(22.847,76 - 0)$$

De onde resulta que: se $33.919,80 < x \leq 45.012,61$

$$0,15x - 4.257,57 \tag{4}$$

- Quando a base de cálculo x demanda apenas os recipientes 1, 2, 3 e 4.

Nesse caso, os recipientes 1, 2 e 3 são totalmente preenchidos e parte ou totalidade do recipiente 4 esgotará a base de cálculo x.

$$0,225.Volumepreenchidono\ recipiente4 + 0,15.Volumedo\ recipiente3 + 0,075.Volumedo\ recipiente2 + 0,0.Volumedo\ recipiente1 \tag{5}$$

Com o registro numérico da alíquota é expresso por:

$$0,225(x - 45.012,61) + \ 0,15(11.092,80) + 0,075(11.072,04) + 0,0(22.847,76)$$

De onde resulta que: se $45.012,61 < x \leq 55.976,16$

$$0,225x - 7.633,51 \tag{6}$$

- Quando a base de cálculo x demanda os recipientes 1, 2, 3, 4 e 5.

Nesse caso, os recipientes 1, 2, 3, e 4 são totalmente preenchidos e parte do recipiente 5 esgotará a base de cálculo x.

$$0,275\ .Volumepreenchidono\ recipiente\ 5 + 0,225.Volume\ do\ recipiente4 + 0,15.Volumedo\ recipiente\ 3 + 0,075.Volumedo\ recipiente\ 2 + 0,0.Volumedo\ recipiente\ 1 \tag{7}$$

$$0,275(x - 55.976,16) + \ 0,225(10.963,56) + 0,15(11.092,80) + 0,075(11.072,04) + 0.(22.847,76)$$

De onde resulta que: se $x > 55.976,16$

$$0,275x - 10.432,32 \tag{8}$$

As equações (1),(3),(5) e (7) podem ser sintetizadas algebricamente como a função real da variável real x correspondente a Base de Cálculo, como segue:

$$f(x) = \ t_k\left(x - \sum_{j=1}^{k-1}(V_j)\ \right) + \sum_{j=1}^{k-1} t_j(V_j) \tag{9}$$

Sendo $\boldsymbol{k}$o maior inteiro dentre (k= 1,2,3,4,5) tal que $\boldsymbol{\sum_{j=1}^{k-1} V_j \ \leq\ x,}$ $\boldsymbol{V_j}$ é o volume do recipiente e $\boldsymbol{t_k}$ é a alíquota correspondente a garrafa $\boldsymbol{k}$**.** Essa função pode ser melhor explicitada usando as equações (2), (4), (6) e (8) do seguinte modo:

$$f(x) = \begin{cases} 0, \ se x \leq \ 22.847,76 \\ 0,075x - 1.713,58 \quad se\, 22.847,77 < x \leq 33.919,80 \\ 0,15x - 4.257,57 \ \ se\, 33.919,81 < x \leq 45.012,60 \\ 0,225x - 7.633,51 \ \ se\, 45.012,61 < x \leq 55.976,16 \\ 0,275x - 10432,32 \ \ se x > 55.976,17 \end{cases} \qquad \textbf{(10)}$$

É oportuno observar que a função fornece uma interpretação matemática para o cálculo do imposto devido.

Em resumo, a praxeologia matemática sobre o cálculo do IRPF pode ser anunciada como:

Tarefa: Dado o número real positivo x, calcular sua imagem pela função f(x): (função de número 10).

A Técnica:

A técnica de resolução da tarefa é encaminhada pelo valor numérico de expressões algébricas, acessíveis a estudantes do ensino fundamental, sem necessidades de discursos matemáticos mais elaborados.

A Tecnologia/Teoria

A tecnologia usada é a da definição de funções tanto do campo teórico da álgebra como do campo teórico da análise matemática. Esse modelo matemático, no entanto, reduz a complexidade do modelo usado pela receita, pois apresenta maior simplicidade de cálculo e, portanto, pode ser preferível para o cálculo do IRPF.

No entanto, é destituído do sentido dado pela representação anterior que deixa claro que diferentes alíquotas incidem sobre um mesmo montante tributável, ou base de cálculo, em acordo com as faixas em que essa base de cálculo se decompõe no sentido aditivo, e não como uma única alíquota de uma única faixa em que se encontra esse montante tributável.

A omissão do princípio da progressividade não permite maiores análises sobre o imposto de renda recolhido pela receita e corrobora com as frágeis discussões sobre o imposto recolhido pela receita, bem como a limitação do atual modelo matemático. Quando passamos a considerar mais variáveis, no caso, as variáveis presentes no cálculo do valor da base de cálculo, por exemplo, outros modelos matemáticos a partir de praxeologias matemáticas mais complexas podem ser derivados.

Considerações finais e perspectivas futuras

A análise do modelo do IRPF a partir do OPM sob a compreensão do modelo praxeológico misto permitiu revelar compreensões sobre a Modelagem Matemática como uma prática social com matemática das atividades da escola básica que, como tal, mobiliza objetos culturais, saberes teóricos e práticos, matemáticos e não matemáticos todos articulados e integrados para atender uma intenção segundo um interesse institucional.

O contraste entre a praxeologia matemática construída como representante da praxeologia com matemática do IRPF disponibilizado pela Receita Federal demonstra limitações para sua compreensão considerando que:

(1) Usa uma única alíquota associada a uma única faixa para o cálculo do imposto de um dado contribuinte; isso impede a visibilidade do princípio da progressividade que norteia o modelo de arrecadação da Receita Federal.

(2) Torna invisíveis as variáveis não matemáticas que governam o cálculo do imposto.

Essas variáveis são importantes para determinar o valor da variável matemática da praxeologia matemática associada. Isso impede o contribuinte de estabelecer relações entre as variáveis não matemáticas - por exemplo, entre dependente e alimentando - de modo a encaminhar estratégias que permitam minimizar, se possível, o valor do seu imposto.

A OPM do cálculo do imposto apresenta complexidades que se revelam a partir das variáveis não matemáticas do modelo por seguirem preceitos da legislação tributária e se afastam da noção do senso comum, suscitando dúvidas e gerando dificuldades por ocasião da apuração do imposto. Diante disso, observamos que os saberes não matemáticos envolvidos no uso do modelo do IRPF podem torná-lo de difícil entendimento, uma vez que esses conhecimentos não estão ao alcance de contribuintes que não sejam especialistas em Contabilidade ou Direito Tributário, por exemplo.

A participação de praxeologias que podem ser vistas como praxeologias matemáticas no modelo do IRPF é mínima. Como pode ser observada por meio do Esquema da garrafa, a tecnologia do princípio da progressividade do campo teórico do Direito Tributário é que deriva as técnicas das aritméticas práticas.

Essas características da OPM do IRPF revelam a praxeologia matemática do IRPF como uma abstração no estrito campo da matemática e, portanto, asséptico de outros saberes como os tributários e até da invisível aritmética prática que não encontra guarida nos saberes matemáticos. Essa abstração não é única, já que outros modelos matemáticos podem ser obtidos, de modo que não podemos fazer uma única correspondência modelo-situação.

O papel da indispensabilidade de saberes não matemáticos, o princípio da progressividade do direito tributário, nesse caso, para a construção do modelo matemático é suficientemente claro, como foi demonstrado. De outro modo, o modelo matemático do IRPF não é obra da matemática e tampouco um passe de mágica de algum economista-matemático.

Os resultados aqui encontrados somente foram possíveis a partir da metodologia usada na investigação, ou seja, a OPM interpretada a partir do modelo praxeológico misto proposto por Castela e Romo Vázquez (2016) e apontam potencialidade dessa metodologia para uso em sala de aula, em particular, para o estudo de modelos matemáticos que governam situações sociais, como deseja o PISA para o letramento matemático ou ainda a Modelagem Matemática Crítica.

Os resultados encorajam pesquisas futuras sobre o uso dessa metodologia como processo de desenvolvimento de modelos para situações em contexto concretos, bem como, investigações empíricas como dispositivo de formação de professores em MM.

Referências

BLOMHØJ, M.; JENSEN, T. H. Developing mathematical modelling competence: Conceptual clarification and educational planning. In: *Teaching Mathematics and its Applications* v. 22, n. 3, p. 123-139, 2003.

BORSSOI, Adriana Helena; DE ALMEIDA, Lourdes Maria Werle. Percepções sobre o uso da Tecnologia para a Aprendizagem Significativa de alunos envolvidos com Atividades de Modelagem Matemática. In:*Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias*, v. 10, n. 2, p. 36-45, 2015.

BOSCH, Marianna; CHEVALLARD, Yves; GASCÓN, Josep. Science or magic? The use of models and theories in didactics of mathematics. *Proceedings* of the Fourth Congress of the European Society for Research in Mathematics Education, 2005.

BRASIL. *Relatório Nacional PISA 2012*: Resultados brasileiros. OCDE, 2012.

______. *Constituição da República Federativa do Brasil*. Brasília, 1988.

CASTELA, Corine. Cuando las praxeologías viajan de una institución a otra: una aproximación epistemológica del “boundarycrossing”. In: *Educación Matemática*, v. 28, n. 2, ago. 2016.

CASTELA, Corine; ROMO VÁSQUES, Avenilde. Des Mathematiques a L´automatique: etude des effets de transposition sur la transformee de Laplace dans la formation des ingénieurs. In : *Recherches en Didactique des Mathématiques*, Grenoble, France: La Pensée Sauvage, v. 31/1, n. 91, p. 79-130, 2011.

CHEVALLARD, Yves. *La Transposición Didáctica*: del saber sabio al saber enseñado. 3. ed. 3. reimp. Buenos Aires: Aique Grupo Editor, 2009.

______. *La Transposición Didáctica*: del saber sabio al saber enseñado. 2. ed. 3. reimp. Buenos Aires: Aique Grupo Editor, 2005.

______. L’Analise des pratiques enseignantes em theórie anthopologique du didactique, In : *Recherches em Didactiques des Mathematiques*. Grenoble. La Pensé Sauvage Éditions, v. 19.2, p. 221-265, 1999.

______. *La Transposition Didactique*. Grenoble: La Pensée Sauvage-Éditions, 1991.

______. *La Transposition Didactique*. Du Savoir savant au savoir enseigné. Grenoble: La Pensée Sauvage, 1985.

COÊLHO, Sacha Calmon Navarro. *Curso de Direito Tributário Brasileiro*. 9. ed. Rio de Janeiro: Forense, 2007.

ECO, U.El mago y el científico.*El Pais*,p. 13-14, 15 dez. 2002.

GRANDSARD, F. **Mathematical modeling and the efficiency of our mathematics**. 2005.Disponívelem:<http://math.ecnu.edu.cn/earcome3/sym4/Earcome3_Francine%20 Grandsard_ sym4.doc> Acesso em: 02 jun. 2009.

JULIE, C.Mathematical literacy: Myths, further inclusions and exclusions. **Pythagoras**, v. 64, p. 62-69, 2006.

MALHEIROS, Ana Paula dos Santos. Modelagem em Aulas de Matemática: reflexos da formação inicial na Educação Básica. In: *Perspectivas da Educação Matemática*, v.9, n. 21, 2016.

OLIVEIRA, Alex da Silva.*Monografia sobre o Imposto de Renda Pessoa Física*. Publicado pela Faculdade Cearense (FAC). Curso de Ciências Contábeis, 2013.

SCHUKAJLOW, S.; KAISER, G.; STILLMAN, G. Empirical research on teaching and learning of mathematical modelling: a survey on the current state-of-the-art. In: *ZDM - Mathematics Education*, n. 50, v. 1-2, p. 5-18, 2018. Doi 10.1007/s11858-018-0933-5.

WHITNEY, H. The Mathematics of Physical Quantities: Part I: Mathematical Models for Measurement. In: *The American Mathematical Monthly*, v. 75, n. 2, p. 115-138, fev.1968.