

## **O DESENVOLVIMENTO DE CONCEITOS MATEMÁTICOS NO PROCESSO EXTRATIVO DE CARVÃO: UMA ABORDAGEM HISTÓRICO-CULTURAL.**

Ademir Damazio – Universidade do Extremo Sul Catarinense - UNESC

Analisaremos as impressões matemáticas mais fortes adquiridas pela comunidade de Guatá, situada no município de Lauro Muller, sul de Santa Catarina, cuja origem dependeu exclusivamente da atividade extrativa do carvão. Partimos do pressuposto que o processo de apropriação dos conceitos só é possível no momento em que se desenvolvem relações afetivas entre os sujeitos ou entre o sujeito e o mundo. Por sua vez, estas relações são determinadas tanto pelas condições histórico-sociais como pelo modo que o sujeito estabelece sua vida nessas condições.

O trabalho do mineiro e do ajudante de mineiro envolvia-os numa série de operações práticas que, muitas vezes, na sua execução, exigiam e, ao mesmo tempo, proporcionavam o desenvolvimento de ações mentais e a internalização de conceitos matemáticos. Estes se desenvolviam não como ação ou uma atividade planejada e pré-concebida, mas muito mais como consequência das necessidades práticas da atividade de trabalho. Como diz Vygotski (1996:165), a atividade prática do homem é duplamente mediada: pelas ferramentas físicas de trabalho e pelas ferramentas do pensamento que realiza a operação intelectual.

Mesmo não sendo perceptíveis e nem de interesse primeiro, para o mineiro, o envolvimento com o carvão favoreceu o desenvolvimento de conceitos cotidianos de medida de capacidade, massa, distância, média aritmética, proporcionalidade, razão, relação e função linear e afim, entre outros. Todos esses conceitos estão ligados a um sistema conceitual amplo relacionado que é a contagem.

A preocupação maior do mineiro era com a quantidade de carvão que iria extrair, pois ela determinaria o seu salário, a garantia de emprego e o volume de produção da empresa. Os fatores que constituíam os motivos e os fins da atividade, são estimuladores para a formação de pensamentos quantitativos.

Embora, para a mineradora, a unidade oficial de medida fosse a tonelada, no entanto exigia dos mineiros metas diárias estabelecidas em quantidade de carros. A exigência, talvez, fosse a mais forte justificativa para que os mineiros tenham adotado a carro como unidade-padrão de medida. Alguns deles adotam como submúltiplos da unidade-carro, a pá.

Um carro media aproximadamente  $0,728\text{m}^3$  (1,30m de comprimento x 0,80m de largura x 0,70m de altura). Eles não calculavam o volume de carvão contido em cada carro, mas a capacidade do carro, tendo por base a pá.

Alguns mineiros mais atentos a detalhes e totalidades que minimizassem o trabalho e maximizassem a produção, desenvolviam cálculos mentais que relacionavam entre si as unidades carro e pá. Esses cálculos revelam situações peculiares da aplicação dos conceitos matemáticos de transformação multiplicativa, proporcionalidade e função linear.

*“Eu ficava de vez em quando pensando quantas pazadas a gente dava por dia. Se um carro cabia em média 90 pá, então dependia dos carros que tirava por dia. Um carro, 90; dois é 180; três dá 270; quatro, 360; e assim vai indo. Num dia a gente dava uma” **porção** de pazada. Dá até pra sabê quantas pazadas um mineiro deu nos anos que ele foi mineiro. É só pensá um pouco e dá pra fazê. Só que aí vai precisar de lápis, porque não vai dá pra guarda tudo na cabeça. He! Vai dá uma **missidade**”.* (mineiro N.)

A fala de N, é eminentemente matemática. Traz importantes aspectos inferenciais para o processo de aprendizagem da matemática escolar. Um deles é a complexidade dos conceitos em termos estruturais. Um conceito nunca está isolado ou solto como deixam transparecer os manuais didáticos. O desenvolvimento de um conceito implica o desenvolvimento de outros ou de todo o sistema no qual ele se insere. Percebe-se na fala do mineiro a articulação entre conceitos: média, multiplicação, porção, “missidade”.

O referido mineiro, ao dizer que, em média, num carro cabem 90 pás, ele não está afirmando que a capacidade em todos os carros enchidos é de 90 pás. Ele está querendo dizer que, em determinadas circunstâncias, são depositadas uma quantidade de pás de carvão um pouco menor que 90 e, em outras circunstâncias, uma quantidade superior a 90. No final de um turno de trabalho, o mineiro colocou, em cada carro, em torno de 90 pás.

Os cálculos são feitos mentalmente, envolvendo adições e subtrações, mais especificamente por compensações. Por exemplo, se um carro foi enchido com 92 pás e o outro, com 88 pás, o mineiro vai tirando unidades de 92 e acrescentando ao 88, até as duas quantidades se igualarem. No exemplo, ao tirar 2 unidades do 92, restará 90, acrescentando as 2 unidades ao 88, também ficará 90. Noventa é a média.

A expressão “uma porção de pazada”, do mineiro, é reveladora de um conceito quantitativo cotidiano muito presente até os dias atuais, na comunidade. “Porção” significa uma quantidade grande de unidades, porém em condições de ser determinada ou contada.

Outro conceito cotidiano, revelado na fala do mineiro N que também faz parte do vocabulário das pessoas da comunidade, é o de “missidade”. Este significa uma quantidade incontável de unidades devido à sua extensão. Há uma proximidade com o conceito de infinitamente grande, trazido pelos manuais didáticos.

A mais forte impressão matemática, na fala do mineiro N, é quando ele estabelece a relação entre o número de carros e a quantidade de pás. O uso que fizemos do adjetivo “forte” chama a atenção para a trama conceitual do raciocínio do mineiro. O conceito de multiplicação, o conceito de múltiplo (especificamente os múltiplos de 90), o conceito de proporcionalidade ( para cada carro, 90 pás) estão bem explícitos. É importante notar que os conceitos estão intimamente ligados entre si e funcionam como uma espécie de conceitos-unidades ou, como diz Vygotski, um sistema conceitual, cujo núcleo, no caso dessa situação, é a contagem.

Outros conceitos matemáticos estão implícitos neste sistema. A explicitação deles e o processo de elevação ao nível de conceitos científicos só ocorrerão em situação de ensino. Função linear é um exemplo de conceito a ser explicitado da relação pá/carro. De acordo com os manuais didáticos, o referido conceito só vai ser mencionado na 8ª série do ensino fundamental. Não vemos motivos para prolongar por tanto tempo o direito de os alunos se apropriarem desse conceito, pois ele tem ligações profundas com o conceito de multiplicação de números naturais, inteiros e racionais, já estudados desde as séries iniciais.

A representação específica da relação feita pelo mineiro pode ser traduzida, em situação de ensino - aprendizagem escolar, pela tabela a seguir, que também propicia a generalização algébrica, traduzida pela função  $P = 90C$ , onde P é quantidade de pá e C a quantidade de carro.

C	0	1	2	3	4	5	6	•	•	•	C
P	0	90	180	270	360	450	540	•	•	•	$P=90xC$

O mineiro N não traduziu seu conhecimento adquirido nas relações práticas de trabalho de uma forma tão sistemática e generalizadora. Essa forma mais complexa, por envolver o desenvolvimento de características do pensamento e da linguagem algébrica, se dá num processo educativo rico em comunicação humana: aluno-professor, aluno-aluno, aluno-livros de matemática, aluno-problemas cotidianos.

A produção da empresa dependia da produção dos mineiros. Por isso, metas e critérios – variáveis com o tempo devido à criação de novas tecnologias – são adotados

para serem atingidos e observados pelos mineiros. Por exemplo, houve época em que o mineiro J extraía em média 24 carros por dia. O turno diário do mineiro tinha a duração de 6 horas. Os dados, surgidos nas relações de trabalho, favorecem as contagens duplas, do tipo carro/dia, como mostra a tabela abaixo, cuja generalização também define uma função linear:  $C=24d$ , C, representa a quantidade de carros e d, a quantidade de dias

<i>Dia</i>	1	2	3	4	5	6	...
Carro	24	48	72	96	120	144	...

Situação similar é a contagem simultânea da quantidade de pás e minuto e a relação entre as mesmas. Na produção diária, o mineiro J deduzia que movimentava 6 pazadas por minuto (1h extraía 4 carros; cada carro 90 pazadas; dá um total de 360 p/h ou 6 p/m). Novamente a relação pode ser generalizada na forma funcional.

<i>Minuto</i>	1	2	3	4	...
Pá	6	12	18	24	...

Obtém-se  $P = 6M$ , em que M é a quantidade de minutos e P a quantidade de pás.

É importante observar as limitações de ordem conceitual com implicações sociais nas generalizações que definiram as funções anteriores. Por exemplo, não há razão para calcular a quantidade de pazadas que um determinado mineiro movimentará em 480 minutos de um dia de trabalho, pois a legislação trabalhista determina o máximo de 6 horas diárias (360 minutos) para o trabalho nas minas de carvão.

Além do aspecto legal, há de se considerar também os aspectos humanos do mineiro devido às condições precárias do ambiente de trabalho e do desprendimento elevado de esforço físico. Solicitar, em uma situação escolar, o cálculo do número de pazadas ou de carros que um mineiro movimenta, com valores acima de 6 horas diárias, é no mínimo incutir nos alunos a ganância e a superação dos limites das condições físicas do trabalhador. Também, não tem sentido o cálculo de  $P(-5)$  na função  $P=6M$ , anteriormente definida, pois M é uma unidade de tempo.

Como se vê, as situações de contagem que os mineiros vivenciavam trazem fortes indícios e idéias do conceito de função linear. Entretanto, os mineiros não têm consciência do conceito, subjacente aos cálculos mentais que fazem. No entanto, não podemos subestimar os raciocínios dos mineiros ao compará-los com conceito científico de função linear, pois o contexto em que eles se apresentam e os fins que os determinam são

diferentes. O raciocínio dos mineiros, contagem simultânea de duas grandezas, surge no contexto de uma atividade física. O fim da atividade é a extração do carvão. A história daquele conceito (contagem) dos mineiros é localizada naquela situação de trabalho e naquele tempo específico. O fim das ações mentais dos mineiros não é estudar as múltiplas relações e idéias subjacentes no processo de sistematização do conceito de função, mas uma operação de trabalho que eles estabeleceram espontaneamente, pois não constavam no rol daquelas estabelecidas pela empresa.

Já o conceito científico de função foi elaborado historicamente, em circunstâncias próprias, por um conjunto de pessoas que tinham como finalidade o estudo da matemática. Mesmo assim, a história do conceito científico de função, como de outros conceitos matemáticos, é reveladora de uma trajetória marcada por controvérsias e por concordâncias.

A relação mineiro-carvão, gerada na atividade de trabalho, também é a mediadora para a formação de uma concepção de distância. Para os mineiros, uma mesma distância pode ter comprimentos diferentes. As circunstâncias e as condições de trabalho foram determinantes para essa concepção. O transporte dos carros da frente de trabalho até o local da manobra (ponto onde os carros seriam guinchados para serem conduzidos até a rua por um cabo de aço acionado a motor) foi um fato preponderante para a formação de um conceito cotidiano de **distância**, ao ponto de podermos dizer que é, de certo modo, generalizado na comunidade. A distância entre a frente de trabalho e a manobra é a mesma, quer no percurso de ida, quer no de volta. Entretanto, para os mineiros, o percurso frente de trabalho-manobra é mais longo do que o percurso manobra-frente de trabalho. A variação da extensão de percurso, admitida pelos mineiros, se explica pelo fato de que, no primeiro percurso, eles despendiam um esforço sobrenatural para empurrar o carro cheio de carvão ou de rejeito. A massa de um carro cheio era de uma tonelada. Geralmente, o deslocamento do carro cheio era feito por dois mineiros, em alguns casos, por uma só pessoa, em outros casos, por três mineiros. O percurso de volta, para eles, era mais curto pelo fato de deslocarem o carro vazio, o que dispensava menor esforço físico.

*“Serviço de trator e de cavalo que a gente fazia, era quando caía o carro cheio fora do trilho, ou empurrá o carro cheio morro acima. Às vezes a gente pedia para os outros companheiros ajudá. Da frente de trabalho do langol até a manobra dava, às vezes, uns 60 metro; isso na volta, com o carro vazio. Quando a gente ia com o carro cheio, conforme o caso ,se fosse plano ou morro dava até um 200, 300 metro. Com o carro cheio é mais longe. Demora mais”. (mineiro J)*

As condições em que o mineiro desenvolvia suas operações de trabalho eram extremamente precárias. Um dos grandes obstáculos era a altura das galerias. Havia a “zona alta”, em que o mineiro conseguia trabalhar de pé. O desafio era trabalhar na “zona baixa”, em que a altura não ultrapassava 1,30 m, impossibilitando que o mineiro andasse e realizasse suas tarefas em pé. Além da baixa altura da galeria, o mineiro teria que conviver com a escassez de ar que circulava nesses locais. Com a falta de energia elétrica, o quadro respiratório dos mineiros se complicava, causando mal-estar, pois o compressor deixava de conduzir o ar para o interior da galeria. Os mineiros mudam de semblante e de tonalidade da voz, quando fazem referências ao trabalho na zona baixa da mina. Às vezes, expressavam tristeza e outras vezes manifestavam rancor.

Além do esforço físico, outro fator que também pode ter contribuído para a formação do conceito cotidiano de distância é a relação espaço-tempo. Com o carro cheio e o desprendimento de esforço, se impunha uma velocidade menor ao carro, o que levaria mais tempo. Para os mineiros, mais tempo implica maior distância. Ou seja, o mesmo trajeto se torna mais longo quando percorrido com maior esforço, conseqüentemente, em maior tempo; e tem a distância correta quando percorrida naturalmente.

Operações diferentes, realizadas pelo trabalhador nas minas de carvão, sinalizam para outros raciocínios quantitativos. Os mineiros transportam o carro até a manobra, daí até a “rua”, onde havia uma caixa coletora; o transporte era feito por guincho. Em cada “guinchamento” eram colocados 8 carros. Novamente a contagem se apresenta como uma necessidade indispensável para o desempenho de tarefas específicas da atividade extrativa de carvão. O manobreiro deveria contar os carros, com o cuidado de nunca ultrapassar a 8, pois esta era a capacidade máxima do motor e dos cabos. Para ele, a quantidade oito passa a ser referência em qualquer contagem que surgisse no seu dia a dia. Tal quantidade era facilmente identificável e passava a ser percebida sem necessidade de recorrer à contagem.

Subjacente a essa contagem, há uma característica do pensamento algébrico que é a “regularidade dos padrões“. O manobreiro identifica o oito em qualquer coleção, sem contar, independentemente do número de elementos, mas pelo reconhecimento de padrões perceptíveis, que foram adquiridos no constante convívio com aquela quantidade.

*“De tanto contá de 8 em 8, seis horas por dia sem pará, eu já sei vê oito em qualquer lugar. Só olho e já digo aqui é 8. Tu sabe que a gurizada tem medo da*

*tabuada de 8 e pra mim é a mais fácil que tem. Também, todo dia eu ficava dizendo: primeira guinchada 8, com a segunda ,16, com a terceira, 24 carro guinchado e, assim, por diante. Dá pra aprender demais tabuada de 8". (mineiro M)*

Nota-se que, além da “tabuada” e do conjunto dos múltiplos de oito, o mineiro M, em suas contagens, ao fazer a relação número de carros/guinchada, também está manifestando a idéia de função linear. O modelo matemático para a situação de contagem pode ser generalizado a partir dos dados organizados da tabela abaixo:

G	0	1	2	3	4	•	•	•	G
C	0	8	16	24	32	•	•	•	$C=8xG$

O modelo funcional linear será, pois,  $C = 8G$ , onde C indica a quantidade de carros e G, a quantidade de guinchadas.

Como o fim da atividade é a extração de carvão, o manobreiro centra a atenção na quantidade de carros. A relação com a quantidade de guinchadas é feita muito mais como instrumento particular de quantificar a produção, em carros, de um determinado período de trabalho. Poderíamos dizer que essa operação mental se origina, em vez de ser uma condição prévia, na execução das operações práticas de atividade.

Além do bom desempenho com operações físicas de trabalho, o manobreiro articula muito bem a contagem entre unidades, de espécies diferentes e agrupamentos diferentes. Na contagem das unidades é interessante notar que uma delas, no caso a quantidade de carros, é palpável e visível. A outra, quantidade de guinchada, envolve relações abstratas com dependência da unidade. As guinchadas não estão ali expostas, podendo ser contadas e apontadas com o dedo indicador; elas são contadas mentalmente com base no pensamento proporcional, onde a cada 8 (carros) tem-se uma unidade de guinchada.

Outra função indispensável no processo extrativo de carvão é a do apontador. A sua tarefa era controlar o cartão-ponto dos mineiros, a frequência deles ao trabalho e a produção de cada um. Ao final de cada turno teria que fazer um relatório completo sobre a produção para ser enviada ao escritório da Empresa. A jornada diária de trabalho era de 8 horas. O apontador era um dos poucos operários que, trabalhando na mina, teriam que explicitamente fazer cálculos aritméticos. Um deles é a divisão por 2 da quantidade de carros produzidos por uma dupla em cada turno, para registrar a produção individual.

Um dos cálculos mais sofisticados era a produção “per capita” diária. Para a empresa mineradora o que interessava era a quantidade de tonelada de carvão produzida



As representações acima já incluem o cálculo feito preliminarmente pelo apontador,  $8 \times 8 \div 6$  (8 diaristas da rua  $\times$  8 horas de trabalho  $\div$  6 horas), que representa a transformação do trabalho do diarista da rua em equivalência ao do mineiro. Incluído esse cálculo, as expressões ficariam:

$$\begin{aligned} \text{Média diária de produção} &= 1.200 \div [600 + 100 + (8 \times 8 \div 6)] \\ &= 1.200 \div [600 + 100 + 10,6] \\ &= 1.200 \div 710,6 \\ &= 1,69 \text{ t/op} \end{aligned}$$

O modelo fracionário seria:

$$\text{Média diária de produção} = \frac{1.2000}{600 + 100 + \frac{8 \times 8}{6}} = 1,69 \text{ t/op}$$

Parece que os procedimentos acima são os mesmos adotados pelo apontador. Entretanto, a diferença significativa está na sua sistematização escrita que exige, além da habilidade dos cálculos mentais, a habilidade de traduzir simbolicamente obedecendo a critérios rigorosos. Para se chegar ao nível de sistematização, apresentado anteriormente, é necessário um processo de estudo, rico em mediações. É preciso tempo, é preciso que se destaquem idéias, evidências e necessidades.

Por sua vez, o mérito dos cálculos do apontador está na sua habilidade mental de realizar uma série de operações matemáticas articuladas entre si que culminava com a produção *per capita* diária. Habilidades essas, que não encontramos em um número significativo de alunos do ensino médio e universitários.

O processo de apropriação da forma elaborada do conhecimento matemático escolar, como foi apresentado anteriormente e outras que serão desenvolvidas adiante, também tem diferença significativa daquele enfatizado pelos próprios livros didáticos bem conceituados e recomendados pelos órgãos oficiais, como também de suas propostas curriculares. As sugestões, ali contidas, enfatizam que toda situação de ensino-aprendizagem deva ter como ponto de partida uma situação problema. Porém, uma análise desses livros e propostas nos mostrará que os exemplos de problemas ou situações sugeridos, geralmente, são de agrado do proponente e não do contexto de aprendizagem do aluno. Na maioria das vezes, impõem aos alunos um caminho para chegarem a um resultado. O resultado é a culminância do processo. Já o processo de teorização do

conhecimento que temos sugerido, parte de uma síntese, no caso anterior de um resultado numérico já conhecido (1,69) como mediador para a análise que subsidiaria a elaboração de novas sínteses. O pressuposto é de que o processo, síntese cultural – análise – nova síntese, contribuiria para que os alunos estabelecessem critérios e procedimentos que levariam à generalização e à abstração, duas características do pensamento teórico. Para esclarecer o que entendemos por pensamento teórico, recorreremos a Davydov (1998:148) quando afirma que “*a essência do pensamento teórico é ser uma forma específica de aproximação humana, uma maneira de entender as coisas e eventos analisando as condições de sua origem e desenvolvimento*”. O mesmo autor chama a atenção para que o pensamento teórico não seja identificado com o que comumente é chamado de pensamento abstrato com base no raciocínio verbal.

Para Davydov (1982 e 1998), há uma natureza distinta entre a generalização empírica e a generalização teórica. A primeira tem por base os procedimentos indicativos de características semelhantes observáveis em objetos físicos e fenômenos. Posteriormente, essa categorização e classificação do objeto é expressada verbalmente.

Neste sentido, é importante notar que a sistematização feita anteriormente, a partir do problema a ser resolvido pelo apontador, exige uma série de manipulações aritméticas e algébricas indispensáveis para se chegar ao resultado final. No processo de sistematização, aquela situação, surgida de uma operação de trabalho, se transforma em instrumento de análise e de verificação do que é possível e do que não se pode resolver aleatoriamente, para não se chegar a resultados absurdos. As expressões matemáticas passam a ser modelo explicativo de uma situação e dão amplas oportunidades de generalização.

As regularidades, que são constitutivas do pensamento algébrico, estão presentes na situação matemática sistematizada acima; por isso, possibilitam a generalização de um modelo específico para aquela Empresa.

Produção *per capita* diária = produção de carvão ÷ [n° de mineiro + n° diarista subsolo + (n° diarista rua × 8 ÷ 6)]

O modelo fracionário seria:

$$\text{Produção per capita diária} = \frac{\text{Produção de carvão (em toneladas)}}{\text{n° de mineiro + n° diarista subsolo + } \frac{\text{n° diarista rua} \times 8 \text{ horas}}{6 \text{ horas}}}$$

Passando de uma linguagem retórica e sincopada para a simbólica:

$$P = p \div [M + D + (8.d \div 6)] \text{ ou } P = \frac{p}{M + D + \frac{8.d}{6}} = \frac{p}{M + D + \frac{4.d}{3}}.$$

P é a produção “per capita” diária, p é a produção diária de carvão, em toneladas, M o número de mineiros, D o número de diaristas do subsolo e d o número de diarista da rua.

Todos os raciocínios matemáticos manifestados pelos trabalhadores são significações que eles possuem e são restritos às necessidades imediatas de furar, manobrar, encher os carros, apontar, etc., racionalmente. Dito de outra maneira, essas significações são determinadas pela necessidade de efetuar as operações que constituem o conteúdo do trabalho. Elas são significações objetivas. Para o trabalhador nas minas de carvão, a furação tem significação objetiva de furação; a manobra a de manobra; o apontamento a de apontamento; o transporte de carros, a de transporte de carro; a extração de carvão, a de extração de carvão no momento em que cada uma dessas operações são realizadas.

O sentido que o trabalhador dá à atividade extrativa não coincide com a sua significação objetiva. Como diz Leontiev (1978), o sentido depende do motivo. O sentido da extração do carvão, para o mineiro, é determinado pelo fator que o leva a extrair o carvão. Este fator é estranho aos procedimentos geradores da produção e à sua significação objetiva. O fator que estimulou o mineiro a extrair o carvão, isto é, que deu sentido para a sua produção foi o salário. Tudo o que o mineiro fazia no seu período de trabalho voltava-se para o salário. As condições, estabelecidas em diferentes etapas evolutivas do processo de extração do carvão, tinham implicitamente o motivo da empresa: o lucro. Como tal, inculcavam a otimização, em que a grandeza “produção” está relacionada de modo inversamente proporcional a outras, isto é, mais produção e mais lucro só é interessante quando estão relacionados com menos operários, menos custo e menos tempo.

O salário, na história da atividade de extração do carvão pela Companhia Mineradora, é estabelecido por critérios que foram sendo mudados de acordo com: a expansão de frentes de trabalho, as necessidades de consumo do carvão no país, a mudança na legislação trabalhista e, finalmente, as metas traçadas. O salário se constituía numa variável dependente – diretamente proporcional - do número de horas trabalhadas e do valor pago por hora. Como diziam os mineiros, “*a gente ganhava por hora*”. A forma de pagamento exigia um controle rigoroso do mineiro para que suas horas fossem marcadas corretamente pelo feitor. A contagem das horas diárias e a soma das horas mensais eram

cálculos mentais que não faziam parte do rol das operações de trabalho, estabelecidas pela empresa, que os mineiros deveriam executar diariamente. Entretanto, cada mineiro, a seu modo, efetivava-as como uma forma de fiscalizar o seu próprio trabalho.

*“Os feitor eram bom, mas a gente achava um jeito de marcar as horas que trabalhava. Todo dia a gente somava as horas que já tinha trabalhado. No final do mês, a gente conferia. Vamo supor se o valor da hora fosse 3 cruzeiro, então era só fazê de vezes 200 horas trabalhada, que dava 600 cruzeiros”.* (Mineiro E)

Especificamente, o salário poderia ser calculado por:

Hora	0	1	2	3	4	5	...
Salário	0	3	6	9	12	15	...

Daí, surge a definição  $S = 3h$ , em que S representa o salário e h o número de horas trabalhadas.

Um outro cálculo a ser feito era quando ocorria o reajuste salarial estabelecido pelo Governo Federal ou pela própria empresa. O cálculo era feito pelos funcionários do escritório. Alguns trabalhadores aceitavam como correto, outros refaziam os cálculos mentalmente e conferiam entre si.

*“Era só multiplicá e depois somá com o que a gente ganhava antes. Se eu ganhava 300 cruzeiros e viesse um aumento de 20 por cento, eu multiplicava 3 vezes 2, seis. Esse seis qué dizê 60 cruzeiros. Então eu passava a ganhar 360 cruzeiro.”* (E)

Os cálculos do mineiro E foram aprendidos com outros trabalhadores, com alguém da família, principalmente com o pai. Ele relata como um seu amigo, que só sabia assinar o nome e contar, mas não sabia multiplicar, fazia o cálculo do aumento salarial:

*“O seu Al, um bêbado, era quase analfabeto, era um pouco atrasado. Conhecia o dinheiro, sabia contá dinheiro. Então ele fazia assim: o salário era trezentos, ele pegava três pedras mais grande, cada uma valia cem. O aumento era de vinte por cento então ele pegava vinte pedrinhas e colocava do lado de uma pedra de cem, depois outras vinte e colocava do lado de outra pedra e outras vinte, do lado da outra de cem. Depois contava tudo; ia dá o trezentos e sessenta. Isso até é vergonhoso, muitos ria dele. Ninguém enganava ele, não”.* (Mineiro E)

Levando em conta as circunstâncias de trabalho e o fato desse mineiro nunca ter freqüentado a escola, os cálculos dos percentuais de aumento salarial, por ele realizado, têm um grande valor pedagógico. Há uma relação muito íntima entre ação mental e a ação física. A recorrência, por parte do mineiro, às pedras de carvão dispostas de forma

organizada seguindo um critério, tem uma dupla função. Uma delas é a de elemento mediador que auxilia o sujeito a estabelecer relações no processo de análise e síntese de determinar o valor do novo salário. A segunda função é a de comunicação, isto é, a de signo numérico. Como o mineiro não sabia escrever os numerais indú-arábicos, considerados como universais e utilizados nos algoritmos e sistematizações aritméticas, ele cria com as pedras de carvão uma maneira de expressar seus cálculos.

Há que se considerar, no entanto, que essa forma de cálculo é, conforme Vygotski (1995:63), uma formação histórica surgida de maneira estereotipada, em determinadas circunstâncias, em épocas remotas da humanidade. Surpreendentemente, ela tem se manifestado como *“vestígios históricos em estado pétreo e ao mesmo tempo vivo na conduta do homem contemporâneo”*.

Considerando o atual estágio de desenvolvimento da Matemática, o cálculo do mineiro é uma forma rudimentar da aritmética, mas tem o seu mérito por razões de ordem históricas e de ordem pessoal. Segundo Vygotski (1995:81), esse procedimento de cálculo, em uma determinada etapa da história da humanidade, foi de grande importância e serviu de ligação para a passagem da aritmética natural à aritmética cultural. O grande mérito pessoal do mineiro, além do procedimento em si, foi explicitar muito bem um dos componentes ou a idéia central do conceito de porcentagem, ou seja, *“de cada cem”*.

As duas maneiras de calcular o aumento do salário são significativas para a elucidação, no ensino escolar, por se tratarem de idéias de um complexo sistema conceitual. Como diz Kozulin (1994:161), todo processo educativo de um conceito implica diferenciar consideravelmente *“entre aprender a operar com conceitos e tornar-se consciente da estrutura conceitual empregada”*. Tornar-se consciente de um conceito, no caso o de porcentagem, significa a capacidade do sujeito da aprendizagem de encontrar e evidenciar as condições de origem e desenvolvimento do mesmo. Sendo assim, não significa apenas fazer uma multiplicação sem demonstrar entendimento do processo que gerou tal síntese, como nos cálculo do mineiro E.

Novos raciocínios matemáticos, envolvendo salário, vão sendo elaborados pelos trabalhadores à medida que surgem novas tecnologias e novas formas de exploração do carvão. Eles aparecem na relação produção x salário, no momento em que a exploração do carvão passa a ser em galerias subterrâneas. A partir daí, três modalidades de salários

surgiram. A primeira diz respeito a um **salário fixo** mensal, condicionado ao cumprimento de uma **tabela** diária. A tabela significa a quantidade de carros de carvão a ser extraída diariamente pelo mineiro e seu ajudante. A segunda modalidade de salário decorrente da exploração de carvão, em galerias subterrâneas, surgiu em 1968 com a implantação do fundo de garantia. Esse novo fato das relações de trabalho causou polêmica e insegurança por parte dos mineiros. Como consequência, eles foram divididos em duas categorias. Uma delas é a do mineiro **estabilizado**, constituída por aqueles que, em 1968, possuíam dez ou mais anos de tempo de serviço. Esses não podiam ser demitidos, a não ser em casos extremos por justa causa. A outra categoria era constituída pelos mineiros de **fundo de garantia**; não eram estabilizados e tinham menos de 10 anos de tempo de serviço. Também entravam nessa categoria aqueles que seriam admitidos a partir daquela data.

O salário dos mineiros de fundo de garantia continuou a ser determinado pela tabela. Eles até podiam exceder a tabela, mas não implicaria em aumento salarial. Por sua vez o mineiro estabilizado tinha um critério diferenciado para o seu salário. Tinha um salário fixo, com a possibilidade de ganhar mais a cada carro extraído acima da tabela estabelecida. Para essa categoria não havia qualquer tipo de punição, quando não atingisse a meta. Com a preocupação de evitar abusos nesse sentido, a empresa mineradora propôs o salário fixo pelo cumprimento da tabela, acrescido de uma salário variável, que dependia da quantidade de carro extraídos além da tabela.

*“Vamos dizer que o salário era de 500 cruzeiros. Tirasse ou não a tabela, aquilo ali estava ganho. Agora, se tirasse carro a mais que a tabela, cada carro valia, vamos dizer, 4 cruzeiros”.* (E1)

Os cálculos do salário mensal dos mineiros estabilizados pode ser expressado por um modelo funcional afim do tipo  $S = 500 + 4C$ .

C	0	1	2	3	•	•	•	C
S	500	504	508	512	•	•	•	$S=500+4C$

Na função  $S = 500 + 4C$ , S representa o salário e C a quantidade de carros de carvão extraída acima da tabela.

A terceira modalidade de salário surgida, com a exploração do carvão em galeria, é similar àquela do mineiro estabilizado, com a diferença de que o mineiro teria que cumprir a tabela. O mineiro tinha um salário fixo com o cumprimento obrigatório da tabela e mais um salário variável, conforme a quantidade de carros extraídos acima da tabela.

Por exemplo, um mineiro que tinha como tabela 5 carros diários, teria um salário fixo de Cr\$ 400,00, se cumprisse diariamente a tabela. Entretanto, a cada carro extraído, diariamente, a mais que 5, o mineiro teria seu salário acrescido de um valor  $c$ , por exemplo, Cr\$ 3,00. Matematicamente, esta situação poderia ser representada por  $S = 400 + 3c$ , uma função afim, em que  $S$  representa o salário e  $c$ , a quantidade de carros a mais que a tabela.

Com respeito aos raciocínios matemáticos elaborados pelos mineiros, vale salientar que eles surgem da necessidade de incorporar suas operações concernentes à atividade extrativa do carvão. Tais raciocínios se caracterizam muito mais como idéias de senso comum do que idéias mais racionais, providas de conhecimentos científicos.

A contagem, sistema conceitual mais evidente na comunidade, não se caracteriza somente por enumerações e pela seqüenciação, mas por um sistema conceitual fortemente articulado pela multiplicação. Os raciocínios desenvolvidos e utilizados pelos sujeitos articulam um conjunto de conceitos do sistema no nível tal, que superam a complexidade daqueles desenvolvidos por muitos estudantes dos diversos graus de ensino. Entretanto, ainda estão muito ligados a dependências das operações numéricas exclusivamente práticas. Segundo Vygotski (1993) a independência das operações numéricas só ocorrerá com o desenvolvimento do pensamento algébrico. E isto só é conseguido com um processo educativo formal.

#### **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

KOZULIN, Alex. **La Psicología de Vygotski**. Madrid: Alianza Editorial, 1994.

LEONTIEV, Alex. **O Desenvolvimento do Psiquismo**. Lisboa: Livros Horizonte, 1978.

VYGOTSKI, L.S. **Obras Escogidas II: Incluye Pensamento y Lenguaje, Conferencias sobre Psicología**. Madrid: Visor Distribuciones, 1993.

VYGOTSKI, L.S. **Obras Escogidas III: Incluye problemas del desarrollo de la psique**. Madrid: Visor Distribuciones, 1993.