

## Centros celulares nutritivos e espumas microscópicas como formas elementares dos seres viventes

### *Nutritious cell centers and microscopic foams as elementary forms of living beings*

Mauricio de Carvalho Ramos

Universidade de São Paulo, Brasil  
maucramos@gmail.com

#### Resumo

No presente artigo comparo duas concepções de elementos ou unidades básicas dos organismos vivos da segunda metade do século XIX: os centros celulares de Goodsir e o protoplasma de Bütschli. A comparação será feita a partir da proposição de uma forma nucleoplasmática, sendo as referidas concepções expressões históricas dessa forma geral. O centro de nutrição é uma forma que combina as funções de nutrição, germinação e reprodução, responsável pela produção de tecidos (texturas), órgãos, tumores e a totalidade do organismo a partir do ovo fecundado. As espumas microscópicas produzem a diferenciação orgânica por meio de estabilizações dinâmicas da tensão superficial existente entre os alvéolos. Concluirei criticamente discutindo a relação dessas duas expressões em termos de sua continuidade ou esgotamento como realizações científicas da biologia do período citado.

**Palavras-chave:** protoplasma, morfologia, forma nucleoplasmática, Goodsir, Bütschli.

#### Abstract

In this paper I will compare two conceptions of basic elements or units of living organisms from the second half of the nineteenth century: Goodsir's cellular centers and Bütschli's protoplasm. The comparison will be made from the proposition of a nucleoplasmic form, and the referred conceptions are historical expressions of this general form. The nutrition center is a form that combines the functions of nutrition, germination and reproduction, responsible for the production of tissues (textures), organs, tumors and the whole organism



Received: 30/09/2019. Final version: 04/10/2019

eISSN 0719-4242 – © 2019 Instituto de Filosofía, Universidad de Valparaíso

This article is distributed under the terms of the

Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 Internacional License



CC BY-NC-ND

from the fertilized egg. Microscopic foams produce organic differentiation through dynamic stabilization of the surface tension between the alveoli. I will conclude critically by discussing the relationship of these two expressions in terms of their continuity or exhaustion as scientific achievements of the biology of the period cited.

**Keywords:** protoplasm, morphology, nucleoplasmatic form, Goodsir, Bütschli.

## 1. Introdução: as formas nucleoplasmáticas elementares de vida dos seres vivos

No presente artigo, examinarei comparativamente duas expressões históricas da tentativa de conceber as estruturas e as funções elementares de vida. A primeira é o conceito de *centro de nutrição*, proposto pelo anatomista escocês John Goodsir (1814-1867) na obra *Anatomical and pathological observations* (1845). Um centro de nutrição é uma célula especial responsável pela germinação e nutrição de tecidos e órgãos. A segunda encontra-se na obra *Untersuchungen über mikroskopische Schäume und die struktur des Protoplasmas* (1892) (utilizarei a tradução de 1894, *Investigations on microscopic foams and on protoplasm*), do zoólogo alemão Johann Adam Otto Bütschli (1848-1920), que propõe e fundamenta experimentalmente um modelo físico-químico de protoplasma como uma microespuma composta por uma rede fluida de alvéolos. Para obter os resultados que almejo, minha comparação será feita articulando essas duas realizações científicas como expressões históricas de um conceito de *forma nucleoplasmática* especificamente proposto para esse fim.

A forma nucleoplasmática provém de minha comparação de várias proposições do que são as formas mais elementares da vida encontradas na história das ciências dos seres orgânicos e vitais para uma série de casos históricos presentes entre a segunda metade do século XVII, o século XVIII e a segunda metade do século XX. Tais formas associam as unidades estruturais e funcionais e, abandonando o antagonismo estrutura-função, visam compreender a busca pelo conhecimento das formas mais elementares da vida como não fundamentadas primariamente ou essencialmente em entidades estruturais, nem em processos fluidos funcionais. Em outras palavras, a avaliação epistemológica da história dos conceitos de forma de vida elementar não se dá recorrendo a esquemas estruturalistas ou funcionalistas puros. Com isso, minha avaliação é morfológica, desde que a forma seja compreendida como estruturas permanentemente integradas a funções. Para que essa compreensão aconteça de fato, as formas elementares dos seres vivos que desejo investigar historicamente devem ser pensadas como uma forma complexa na qual um *corpúsculo* ou *núcleo* central está em continuidade com um *pleno* ou *plasma* periférico. A estrutura nuclear possui uma função de estabilização e a estrutura plasmática a de expansão da forma elementar em sua totalidade. Como ambas estão em continuidade, por mais concentrado e atomizado que seja o organismo (seres unicelulares, por exemplo) ou a forma orgânica que opera como elemento fundamental de constituição (as células

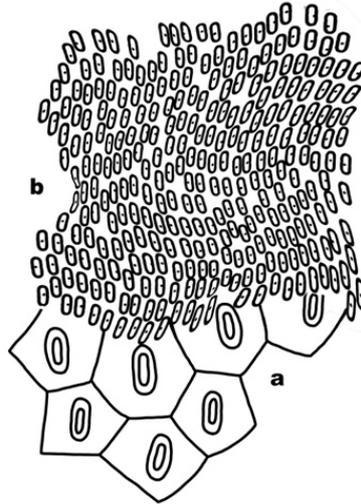
de um organismo multicelular, por exemplo), elas nunca perdem seu caráter de uma continuidade fluídica. Do mesmo modo, a fase plasmática da forma elementar nunca é imaginada como carente de uma força ou afinidade de atração para um núcleo ou centro. Com tal concepção geral, posso agora apresentar de modo mais preciso o objetivo deste artigo: considerar os centros nutritivos de Goodsir e as unidades protoplasmáticas de Butschli como dois tipos históricos e em continuidade de formas nucleoplasmáticas. Tal procedimento racional é o item principal de um método que venho elaborando e aplicando no desenvolvimento de um projeto intitulado *Epistemologia histórica do conceito de morfologia*. Os primeiros resultados que obtive foram a identificação de algumas expressões históricas de metamorfoses nucleoplasmáticas nos conceitos de *mônada orgânica*, inspirado no conceito de substância composta leibniziana (Ramos 2012), de *parte seminal*, presente na teoria da geração de Maupertuis (Ramos 2015), de *citoblasto vegetal* de Mathias Schleiden e de *animal elementar* da anatomia comparada de Robert Grant (Ramos 2013). O presente estudo é o primeiro passo para a possível inclusão de mais duas dessas metamorfoses epistemológicas históricas da forma nucleoplasmática.

## 2. Os centros nutritivos

Para Goodsir, os centros de nutrição são “certas partes celulares diminutas existentes nas texturas e nos órgãos” (1845, 1). Eles são entidades orgânicas complexas que combinam funções e estruturas normais e patológicas que acumulam funções gerativas e fisiológicas ou germinativas e somáticas em diferentes níveis ontogenéticos. Na verdade, nesse conceito de unidade elementar da vida o antagonismo entre soma e germe é diluído (ou talvez inexistente), pois a nutrição é ao mesmo tempo uma forma de crescimento e de desenvolvimento onde um centro *nutritivo* é “meramente uma célula cujo núcleo é uma fonte permanente de *sucessivas progênies* de células jovens” (Goodsir 1845, 2, *itálicos meus*). O aumento da quantidade destas células preenche a cavidade da célula-mãe, expandindo sua parede. Nesse processo, células mães e filhas realizam movimentos integrados de expansão em direções determinadas cuja resultante é a diferenciação de entidades, partes ou unidades orgânicas mais complexas, as *texturas* (ou tecidos; manterei o termo original, *textura*) e os *órgãos*. Outra função dos centros nutritivos é extrair alimento de uma fonte, como os vasos sanguíneos, e distribuí-lo aos órgãos e às texturas, para que cresçam e se desenvolvam (1845, 1). Os centros nutritivos também são concebidos por Goodsir como *centros ou manchas germinais*, de modo que manifestam a referida integração estrutural-funcional de geração e de manutenção orgânicas.

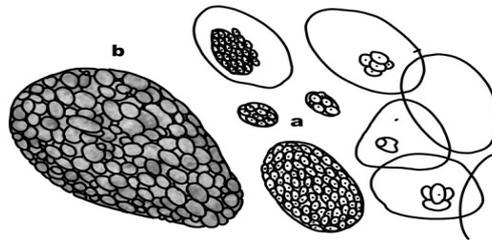
Podemos obter uma visão de conjunto das diferentes dimensões do conceito acompanhando a descrição que o autor faz de um tumor cístico lingual (Goodsir 1845, 107) (Figura 1.). A capa que encista o tumor é composta por três membranas. A externa é constituída por fibras elásticas e aureolares contendo vasos sanguíneos que cresceram anormalmente (não representada na figura). A membrana média (1a) contém

células achatadas cujos núcleos são descritos como *manchas germinais*, ou seja, o que a caracteriza como uma *membrana germinal*, um tipo especial de textura em que as funções de desenvolvimento e de crescimento dos centros de nutrição se manifestam integradamente – mais um elemento da diluição da distinção soma-germe. A terceira, mais interna, é uma camada de pequenas células esféricas contendo grânulos (1b).



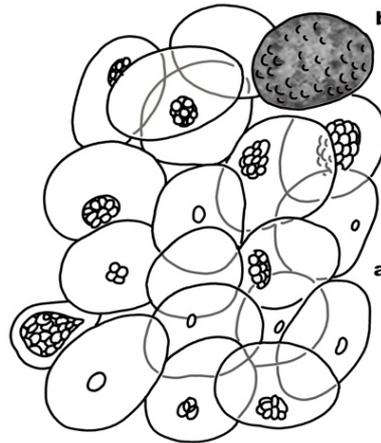
**Figura 1.** (a) membrana média germinal do cisto tumoral exibindo células achatadas contendo centros de nutrição; (b) membrana interna constituída por pequenas células ovais. (Com exceção da Figura 4, as demais foram feitas com modificações a partir das originais do texto pelo desenhista Alberto Cordeiro de Sá, a quem sou profundamente grato); (modificado a partir da Figura 1, prancha I do texto original).

A massa interna do tumor contém duas camadas (Figura 2.). A primeira é branca e possui células que podem ser anucleadas (2a); a segunda, de cor cinza avermelhada, é composta por células com “núcleos em vários estágios de desenvolvimento” (Goodsir 1845, 107). Esse desenvolvimento ocorre pela fragmentação do núcleo original que produz o referido aumento de células-filhas, grande o bastante para distender a célula-mãe para além de seu tamanho médio (2b).



**Figura 2.** (a) células da massa mais interna do tumor com centros nutritivos já divididos em núcleos com diferentes quantidades de células-filhas e em diferentes estágios de desenvolvimento; (b) uma célula totalmente preenchida com volume bem maior que o da célula mãe original; (modificado a partir da Figura 2., prancha I do texto original).

Vejam agora como o tumor “funciona” em sua totalidade morfológica. Suas duas partes principais, diz Goodsir, “realizam dois tipos distintos de ações”. O cisto é a parte ativa, pois “remove matérias nutritivas para si mesmo e para seus componentes a partir dos vasos que se ramificam em sua túnica” (Goodsir 1845, 108). Os centros nutritivos, aqui descritos como manchas germinais da membrana germinativa, são os órgãos que cumprem tal função. Isso é possível graças à existência, em cada centro, de *forças de atração* que “selecionam e removem dos vasos capilares a matéria necessária para a formação das células da camada interna”, as células ovais representadas na Figura 2a. Estas células passam para o interior da massa tumoral, que é a porção passiva, transportando alimento para as células que lá estão. Como vimos, elas são de dois tipos e, na sequência de sua descrição, Goodsir explica mais detalhadamente suas funções. Nas células da porção branca, a atividade dos núcleos está ligada mais à nutrição, enquanto as mais internas “atuam como indivíduos reprodutivos do crescimento mórbido total” da massa tumoral. A Figura 3 mostra esses dois tipos de células em uma mesma textura. Aqui o germinativo, o reprodutivo e o nutritivo encontram-se associados, já que a reprodução das células causa a germinação que, ao receber alimento, faz o tumor crescer e desenvolver-se.



**Figura 3.** (a) células ovais em vários estágios de desenvolvimento que correspondem a centros germinais ou nutritivos em diferentes graus de fragmentação; (b) uma célula totalmente preenchida que, segundo Goodsir, estão mais ligadas a uma função germinativa e reprodutiva; (modificado a partir da Figura 5, prancha I do texto original).

Encerrando sua descrição, Goodsir faz uma analogia de especial significado para minha perspectiva morfológica de estudo:

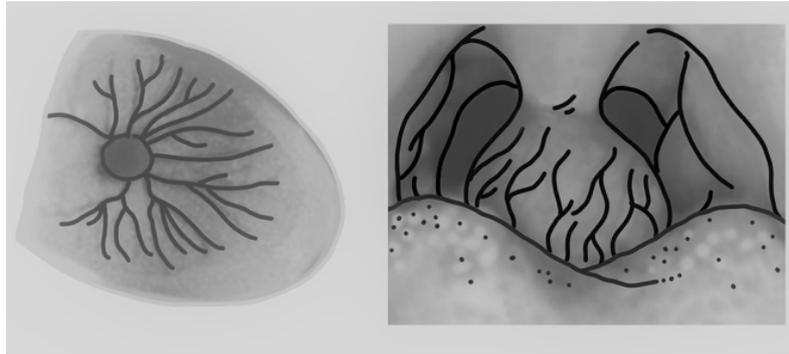
Em uma massa mórbida deste tipo, como ocorre geralmente nas texturas e nos órgãos de um animal, certas partes são preservadas como reprodutoras e as restantes realizam as funções da totalidade da massa, da textura ou do órgão, tal como em certas comunidades de animais em que certos indivíduos são reservados para reproduzir o enxame e os demais se devotam às obrigações da colmeia. (Goodsir 1845, 109)

A atividade que organiza a gênese e a manutenção de uma entidade orgânica especial como um tumor pode estar, em princípio, presente na organização de qualquer entidade orgânica normal ou regular. Um mesmo padrão de divisão de trabalho que se encontra em animais sociais (abelhas) aparece nas unidades que integram a totalidade do plano morfológico do organismo. Para mim, nos cnidários coloniais essa divisão é ainda mais interessante para a compreensão do conceito de tumor de Goodsir. Uma unidade desses invertebrados morfológicamente simples e os tumores seriam colônias contendo zooides com funções reprodutivas e nutritivas separadas, mas em continuidade em uma mesma massa orgânica. Tal divisão de trabalho é apenas um dos efeitos da integração de fragmentações, deslizamentos, proliferações, expansões, contrações, extrações e outras ações que conduzem à formação de unidades orgânicas bem distintas. Menciono sem aprofundar que esta morfologia é muito semelhante ao esquema monadológico no qual o centro ativo da colônia representaria a mônada principal e os insetos sociais individuais e os zooides da colônia de cnidários representariam as mônadas subalternas (Ramos 2012).

A compreensão dos fenômenos exibidos pelas texturas e órgãos já formados e pelas neoformações começa por uma construção morfológica empírico-teórica que parte de centros de nutrição isolados, como na membrana germinal, formando um sistema. Mas, essa mesma construção poderia partir dos primórdios de formação do *organismo completo*, ou seja, de um centro de nutrição geral identificável à mancha germinativa existente nas fases embriogênicas mais iniciais dos ovos fecundados. Como diz Goodsir, “o centro de nutrição que nos é mais familiar é aquele do qual o todo do organismo deriva sua origem – a mancha germinal do *ovum*”. Todos os demais centros do organismo dela derivam, mas, apesar de toda diferenciação que sofrem, dois níveis básicos são conservados: há as células individuais com sua “vitalidade peculiar independente” e as que “mantém certas relações com uma célula capital central, em torno da qual todas as outras derivam sua origem” (Goodsir 1845, 2). Desde a mancha germinativa inicial do ovo, cada célula é um centro nutritivo-germinativo em potencial, mas, no desenrolar da ontogênese, há centros que são ativos apenas durante o período necessário à formação de uma parte orgânica e centros que mantêm sua atividade morfológica por toda a vida do organismo:

Os centros da nutrição são de dois tipos: os que são peculiares às texturas e os que pertencem aos órgãos. Os centros nutritivos das texturas são, em geral, permanentes. Os dos órgãos são, na maior parte dos casos, peculiares à sua etapa embrionária e, no final, desaparecem ou dividem-se nos vários centros das texturas que compõem os órgãos. (Goodsir 1845, 2)

Tanto as neoformações tumorais como a própria dinâmica de cada unidade orgânica normal revelam a manutenção do caráter germinativo-nutritivo de todas as células quando concebidas pela morfologia de Goodsir. Se pudermos visualizar os primeiros estágios da embriogênese de uma ave perceberemos uma mancha contendo um corpúsculo vivo central pulsante associado a uma rede de vasos vermelhos que se inserem na massa amarela do vitelo. Essa ação orgânica atrai o alimento que permitirá a formação de todas as massas, texturas e órgãos do organismo em gestação. Algo morfológicamente muito semelhante ocorre com um tumor (Figura 4.).



**Figura 4.** desenhos simplificados feitos por Alberto Cordeiro de Sá de (a) um embrião semelhante ao de uma ave em seus primeiros dias de vida comparado com (b) um tumor lingual. Além de ilustrar o que Goodsir nos explica, essa comparação também serve para estimular o raciocínio morfológico para que associemos a ação germinativa-nutritiva de todos centros orgânicos que, nas formas estruturalistas e funcionalistas de raciocínio, seriam incomparáveis.

Farei a seguir as primeiras correlações do conceito de centro nutritivo com o de forma nucleoplasmática. Esse tipo de centro é uma forma composta por um núcleo cuja ação principal é a de fragmentação e um plasma formado pela proliferação e aglutinação de unidades nucleoplasmáticas de segunda ordem. Ambos formam um contínuo cuja coesão e expansão são sustentadas graças à formação de um fluxo que vai do centro para a periferia. A totalidade dialética dessa forma permite objetivar fenômenos nos quais as partes genéticas ativas e as fisiológicas passivas são incompreensíveis se forem substancialmente isoladas.

O caráter nucleoplasmático de um centro nutritivo torna-se mais evidente quando pensado em sua integridade orgânica. A expansão do núcleo gera imediatamente dois níveis morfológicos, empiricamente expressos pelas células mãe e filha, que se encontram intimamente integrados para qualquer nível dessa expansão. Eles correspondem a dois níveis morfológicos que determinam objetivamente uma relação entre nucleoplasmas centrais e periféricos, de modo que todo “nucleoplasma-filho” pode transformar-se em um “nucleoplasma-mãe”, mas não o contrário. Para mim, isso corresponde ao que Goodsir disse sobre a diferença de autonomia da vitalidade das células conforme sua localização morfológica no organismo, em texturas ativas ou em órgãos passivos. A esse respeito ele também diz algo cujo sentido revela-se mais plenamente neste ponto da discussão: a célula-mãe é “mãe de todas aquelas contidas em seu próprio território” (Goodsir 1845, 2). Determinado pela forma nucleoplasmática, tal território torna-se uma espécie de “plasma virtual” que se estende continuamente a partir do núcleo e corresponde empiricamente à existência e a persistência de uma célula-mãe ativa “por trás” de todas as partes orgânicas (normais ou patológicas) unificadas por uma “célula capital central”. Em sua unidade morfológica, a célula-mãe é o núcleo e seu território é o plasma.

### 3. Unidades elementares de vida como centros morfodinâmicos em protoplasmas alveolares contínuos

Farei a próxima etapa de minha proposta relacionando as últimas linhas do ensaio de Goodsir com as primeiras linhas do livro de Bütschli sobre as espumas microscópicas:

Sobre as forças que existem em conexão com os centros da nutrição, nada se pode ainda afirmar de muito definido. Quando este ramo de investigação tiver sido explorado, esperamos estar na posse de uma ciência das forças orgânicas que mantenha relações diretas com a anatomia, ou ciência das formas orgânicas. (Bütschli 1894, 3)

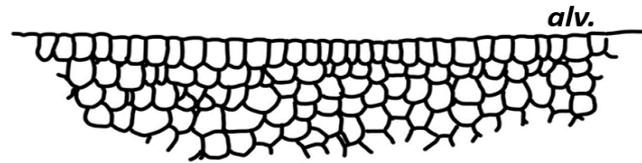
Referindo-se ao prefácio de uma de suas obras, de 1876 (ela não é citada explicitamente, mas provavelmente trata-se de seu *Studien über die ersten Entwicklungsvorgänge der Eizelle, die Zelltheilung und die Conjugation der Infusorien. Abhdl. der Senckenberg. naturf. Gesellsch. Bd. X. 1876*), Bütschli afirma, na introdução do *Investigations on microscopical foams*, como a relação entre forças e formas orgânicas, imaginada por Goodsir, poderia realizar-se: “o método de exame morfológico que conduziu a [...] brilhantes resultados para a compreensão de organismos multicelulares, não nos serve quando tentamos penetrar mais profundamente a natureza essencial do organismo elementar – a célula”. Citando a referida obra de 1876, acrescenta: “os fenômenos exibidos por e no organismo elementar não poderia assumir uma forma inteligível senão através das condições físicas e químicas de sua origem e cessação” (Bütschli 1894, 1). Com isso, à ciência das forças orgânicas é atribuída a capacidade de explicar causalmente os fenômenos morfológicos e, assim, a interação entre anatomia e físico-química conduziria a algum tipo de redução da primeira à segunda.

O autor apresentou e sustentou a hipótese de que a matéria viva do protoplasma possui uma *estrutura alveolar*, mais precisamente, a de uma espuma diminuta cujos alvéolos formavam uma malha semelhante a um favo de abelha. Sua proposta rivalizava com outros modelos, mas não os incluírei em minha discussão. Bütschli foi um profundo conhecedor das formas mais elementares da vida animal, os *protozoários*, bem como de outras formas de vida unicelular e pluricelular que investigou sob a perspectiva morfológica que, posteriormente, pareceu-lhe limitada. O problema específico que conduziu à passagem da morfologia à físico-química foi a explicação “do fenômeno da divisão do corpo celular protoplasmático” levando em consideração “as propriedades dos corpos fluidos – isto é, a *tensão superficial*” (Bütschli 1894, 1). Nessa direção, a espuma microscópica aparece, em primeiro lugar, como o modelo geométrico ou, mais precisamente, geométrico-físico-químico que poderá explicar a essência do fenômeno de *divisão* que, desde as primeiras segmentações do ovo fecundado, comparece na determinação de todas as entidades orgânicas delimitadas por membrana. Mas, além disso, ela também está apta a explicar como as forças das superfícies mantêm *unidas* as unidades estruturalmente definidas. Por fim, tais explicações serão obtidas a partir de um modelo particularmente apropriado à experimentação: “Se tais espumas microscópicas forem sucessivamente manufaturadas,

não poderiam mostrar certas peculiaridades do protoplasma e seu acurado estudo não poderia oferecer uma contribuição essencial na direção de confirmar ou corrigir minha visão?” (Bütschli 1894, 4).

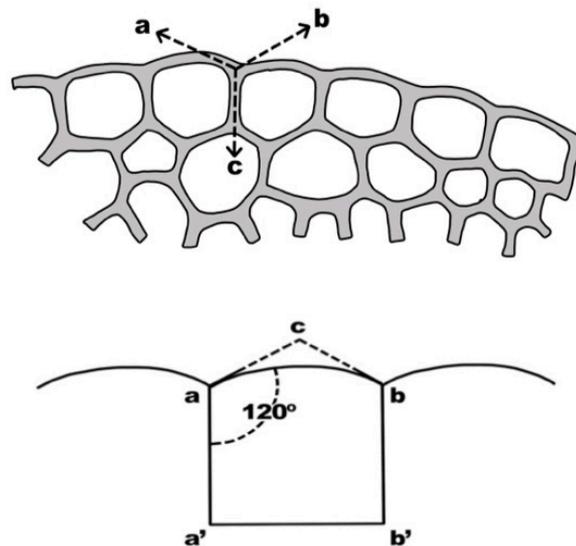
Para cumprir suas funções, a composição das espumas artificiais deveria conferir-lhes uma sutileza material tão próxima quanto possível da existente no protoplasma vivo (Bütschli 1894, 5). Bütschli inicialmente sintetizou espumas agitando uma mistura de solução de sabão comercial com benzina ou xileno. Elas podem ser comparadas com espumas ordinárias de sabão em que as bolhas de benzina são análogas (termo não utilizado pelo autor) às de ar (Bütschli 1894, 6). O autor afirma que “a durabilidade de espumas deste tipo é impressionante”, tendo as conservado por dois anos sem alteração (Bütschli 1894, 6). Posteriormente, passou a utilizar espumas produzidas pela difusão de fluidos aquosos (solução salina) em óleos graxos (óleo de oliva). Elas manifestavam propriedades semelhantes às anteriores mesmo quando manipuladas para observação e experimentação (Bütschli 1894, 46). Pequenas amostras dessas espumas eram fabricadas diretamente em uma lâmina e observadas ao microscópio (Bütschli 1894, 8).

A largura da malha das espumas que produziu era, aproximadamente, entre 0,001 e 0,005 mm. Quando deixadas em repouso por algumas semanas, os alvéolos gradualmente se dispunham, por efeito natural da gravidade, em camadas tão mais finas e cujos alvéolos eram tão menores quanto mais próximos da superfície. Isso mostrou para o autor que, contrariamente a outros modelos, as espumas alveolares eram completamente fluidas (Bütschli 1894, 31), já que seus alvéolos podiam deslocar-se livremente pela trama. Esse arranjo revelou-se teoricamente importante, pois poderia encerrar a base físico-química para a compreensão de um importante fenômeno de diferenciação do protoplasma: a delimitação de unidades orgânicas a partir de bordas (membranas) com funções especiais. A esse respeito diz Bütschli “Um fenômeno de especial importância é exibido pela superfície de espumas de mesma composição e preparadas com êxito. Com ampliação moderada, elas aparecem circundadas por uma borda delicada e algo mais clara”. Vistas sob aumento ainda maior, esta tênue borda apresenta-se diminutamente estriada verticalmente em direção à superfície (Bütschli 1894, 32). Bütschli designou tal superfície uma *membrana alveolar* (Figura 5).



**Figura 5.** “Seção óptica da porção marginal de uma gota de espuma oleosa preparada com óleo de oliva e NaCl contendo uma camada alveolar (*alv*) bem distinta e relativamente alta” (Bütschli 1894, 352); (modificado a partir da Figura 4, prancha V do texto original).

A camada alveolar é *apenas* a camada mais superior da espuma, no sentido de que “sua origem é facilmente explicada uma vez que é apenas uma consequência das leis que o arranjo das lamelas da espuma obedece” (Bütschli 1894, 32). Essa diferenciação regional da borda, formando uma camada estruturalmente diferente das inferiores, é uma consequência do equilíbrio de forças de tensão superficial específico para cada região (Figura 6). O caráter substancialmente estrutural do modelo é evidente, pois o que seriam diferenças morfológicas primariamente funcionais são reduzidas a diferenças na geometria de sistemas mantidos por forças físico-químicas.



**Figura 6.** A estrutura específica e regular da camada mais superior de alvéolos (a membrana alveolar) é determinada pela formação de ângulos de  $120^\circ$  no ponto de junção de três superfícies ou lamelas; esse ponto é diferenciado pelo simples fato de situar-se no contorno da espuma que dá para o exterior; modificados a partir das figuras 3, p. 33 e 1, p. 35 do texto original.

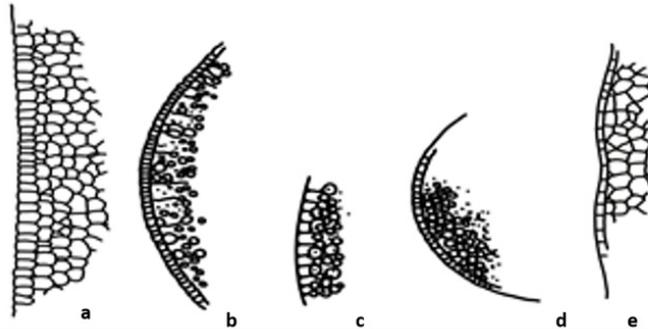
Deve-se ressaltar agora que, como já foi dito, tais estruturas são completamente fluidas, ou seja, tanto os componentes da camada alveolar como os da estrutura completa da espuma estão intercambiando-se ativamente. Assim, a parte fixa dessa estrutura, a que confere unidade à rede de alvéolos, pode ser compreendida como uma estrutura geométrica cujas propriedades são (ou poderão ser) plenamente compreensíveis como ações reguladas físico-quimicamente. Bütschli apresenta vivamente essa descoberta nos seguintes termos:

É bastante assombroso ver o quão facilmente tais gotas, juntamente com suas bordas, fluem amplamente e como estas últimas, apesar da sua natureza fluídica, mantêm-se integras. Isto mostra de novo e precisamente que ele deve sua origem às leis físicas que continuam a agir durante o movimento de fluxo. (Bütschli 1894, 36)

Os diagramas vetoriais são a expressão simbólica de sistemas de força concebidos por uma racionalidade essencialmente geométrica e, como tais, podem representar o que há de mais universal ou essencial nas estruturas protoplasmáticas. As observações e os experimentos serviram basicamente para indicar quais sistemas de força específicos operam na produção da estrutura do protoplasma ou da matéria viva. De fato, para Bütschli, a razão principal para tais investigações está em passar aos modelos físico-químicos sem retornar ao esquema estrutural: “Na descrição das gotas de espuma, eu evitei intencionalmente entrar no que era o ponto de partida de meus experimentos, a saber, a imitação e a possível explicação das estruturas protoplasmáticas” (Bütschli 1894, 85). Assim, os dados que podem confirmar o sucesso dessa imitação e das explicações que dela decorrem originam-se da observação direta de organismos vivos. Bütschli conta nesse sentido com a imensa quantidade de observações que obteve em seus estudos da morfologia microscópica em várias categorias de seres vivos, bactérias, fungos, plantas, protozoários, invertebrados e vertebrados, submetidos a uma série de condições de observação *in vivo* e *in vitro*. A seguir, examinarei uma série de figuras presentes no *Investigation* de Bütschli com o objetivo de capturar o modo de diferenciação e de organização através da ação físico-química.

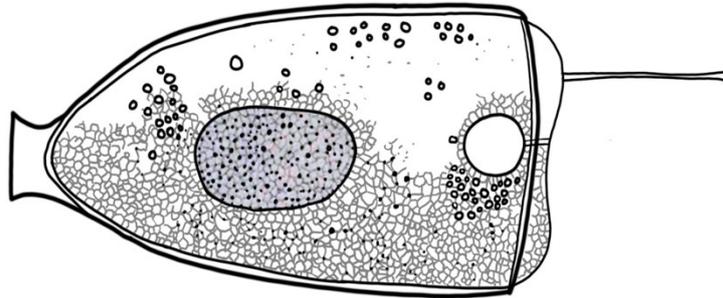
Na Figura 8 combinei três tipos específicos do processo geral de diferenciação estrutural a partir de ações físico-químicas. A primeira (7a, a mesma da Figura 5) mostra a formação artificial de uma membrana alveolar em uma gota de espuma oleosa acima apresentada. Eu a dispus aqui como modelo experimental a ser comparado com duas formas naturais do mesmo processo de diferenciação: (i) a que ocorre nos protozoários (no foraminífero miliolídeo, Figuras 5b e 5c) e em *Gromia* (5d) como representantes de formas elementares de vida unicelulares livres; (ii) a que ocorre nas células de metazoários pluricelulares (a minhoca *Lumbricus terrestris* (5e)). Comparando as quatro amostras de protoplasma, a artificial e as três naturais, vemos claramente que a unidade celular é constituída por unidades sub-celulares O que temos aqui são três amostras de protoplasma exibindo a mesma forma alveolar geral e o nível mais elementar de diferenciação, que se dá entre

os meios extra e intracelulares com a formação da membrana alveolar. O primeiro ponto que destaco é que a célula como base morfológica dos organismos também possui internamente uma morfologia análoga, pois seu protoplasma é constituído pelos alvéolos que poderiam ser pensados como células de um nível inferior.



**Figura 7.** Em (a) a mesma espuma artificial da Figura 5 comparada com estruturas protoplasmáticas naturais. Na sequência: duas figuras (“b” e “c” com diferentes ampliações) representando a borda de uma gota de protoplasma vivo isolado por compressão de um protozoário foraminífero miliolídeo (uma família de foraminífero) (Bütschli 1894, 346); em (d) uma gota de protoplasma fixado e corado do protozoário *Gromia Dujardini* M. Schultze, liberada livremente pela abertura oral através da compressão do exemplar (Bütschli 1894, 346); em (e), borda de uma célula nervosa de minhoca (*Lumbricus terrestris*) macerada em iodina-álcool (Bütschli 1894, 358). É nítida a presença da camada alveolar mais externa, com seu típico arranjo estriado uniforme, integrada internamente à malha ou retículo de alvéolos com estrutura comparativamente mais variável (modificados a partir, na sequência, das Figura 4-prancha V; 5a e 5b-Prancha II; 1-Prancha II; 3-Prancha III).

Além da formação da membrana alveolar externa que cria o contorno da célula, o protoplasma interno com suas unidades alveolares também sofreria processos de morfogênese produtores das formas subcelulares. Vemos isso mais conspicuamente na Figura 8, que representa o protozoário do gênero *Acineta* no qual a diversidade da forma interna é exibida com detalhe bem maior. Trata-se de um exemplar vivo no qual vemos a membrana alveolar formar o macronúcleo cujo conteúdo é análogo ao do plasma celular. Uma forma globular menor na parte superior mostra novamente como se dá a formação de vesículas por uma membrana alveolar circundante. Bütschli descreve outros detalhes (1894, 87-88) da morfologia que não puderam ser representados na figura simplificada que apresentamos. Considerando o conjunto das observações anteriormente descritas, podemos concluir que a forma completa da célula é o produto de diferentes níveis de organização alveolar sempre integrados em uma rede dinâmica semelhante a uma espuma. A diversidade das formas celulares completas produz a forma total do organismo.



**Figura 8.** Exemplar do protozoário *Acineta* observado vivo. Esta imagem do todo celular mostra a expansão da estrutura alveolar como fundamento da diferenciação e da organização das várias unidades subcelulares (modificado a partir da Figura 5, prancha III do texto original).

#### 4. Conclusão

Nesta parte conclusiva de meu estudo, articularei os resultados obtidos por Bütschli ao conceito de nucleoplasma comparando-os diretamente aos obtidos por Goodsir. Os centros de nutrição de Goodsir são nucleoplasmas com um evidente núcleo fisiológico-germinativo cuja expressão plasmática se dá pela fragmentação desse núcleo que gera e organiza texturas e órgãos sem perda da unidade original. Sendo a mancha germinativa do ovo fecundado um centro nutritivo primordial, o organismo completo, suas células e todas as unidades orgânicas hierarquicamente organizadas possuem seus respectivos centros, repetindo a mesma unidade morfológica básica. Esses centros são verdadeiramente morfológicos, pois conduzem ativamente e funcionalmente os desdobramentos da estrutura.

A fragmentação dos núcleos de uma célula-mãe produz células-filhas que preenchem e distendem a região interna da primeira, produzindo uma trama que, em princípio, poderia ser morfológicamente análoga a uma espuma alveolar de Bütschli. Para que essa comparação seja válida, as diferenciações geométricas-dinâmicas do protoplasma alveolar devem ser pensadas como morfológicas, o que implica realizar uma interpretação que cria a continuidade entre ambas. O núcleo de uma forma protoplasmática de Bütschli encontra-se nos três vetores em equilíbrio dinâmico que aparecem na fronteira entre três alvéolos (Figura 6). Assim comparadas e interpretadas, as duas estruturas aliadas às suas funções são duas formas nucleoplasmáticas em continuidade histórica expressas em diferentes obras, por diferentes autores e separadas por aproximadamente 50 anos. Contudo, penso que, como forma de realização científica histórica concreta, essa possibilidade se expressa apenas parcialmente, já que a analogia entre as duas estruturas não é acompanhada por uma analogia que sustente algum compartilhamento funcional.

Isso se torna claro se compararmos a membrana germinal de Goodsir (Figura 1a) com a camada alveolar de Bütschli (Figuras 5 e 7). A primeira é uma unidade orgânica dotada de atividade proliferativa, cuja fonte é a ação coordenada dos centros de nutrição. Tais propriedades fenomênicas as tornam compreensíveis como formas naturais determinadas como objetos do que, utilizando os termos de Goodsir, é uma ciência das formas orgânicas. Já a membrana alveolar de Bütschli é, fenomenicamente, uma entidade que se objetiva na diluição das fronteiras do natural e do artificial. Como estruturas manufaturadas, as espumas microscópicas são entidades empíricas projetadas para reunir propriedades dinâmicas que sejam plenamente inteligíveis pela fisico-química. À luz dessa segunda possibilidade de comparação, tais espumas são concebidas como objetos de uma ciência dinâmico-geométrica reguladas por forças, mas que não são formas, no sentido que as defini na introdução deste artigo. Isso porque a atividade dinâmica do protoplasma não é uma atividade funcional internamente e permanentemente ligada a uma estrutura. Colocando lado a lado a conceitualização do protoplasma como forma nucleoplasmática e como estrutura geométrica-dinâmica temos uma transição que pode significar duas coisas: ou bem continua em curso a continuidade do modelo nucleoplasmático e podemos esperar novas expressões nas realizações científicas posteriores às de Bütschli ou temos um esgotamento histórico desse modelo e uma conseqüente extinção ou deslocamento do pensamento morfológico para a periferia da biologia. Consegui sustentar a primeira possibilidade nos estudos que realizei sobre o processo de plasmogenia, concebido pelo biólogo mexicano Alfonso Luiz Herrera (1868-1943) (Ramos 2016). Contudo, dado que esse projeto plasmogenético, vigoroso entre o final do século IX e início XX, praticamente desapareceu na ciência oficial posterior, ainda faz parte de meus estudos futuros um exame mais detido da validade e do alcance da segunda possibilidade.

### Referências bibliográficas

- Bütschli, J. A. O. (1894). *Investigations on microscopic foams and on protoplasm*. London: Adam and Charles Black.
- Goodsir, J., Goodsir, H. D. S (1845). *Anatomical and pathological observations*. Edinburgh: Myles Macphail.
- Ramos, M. de C. (2012). O conceito de mônada orgânica. *Methateoria*, 3(1): 1853-2322.
- Ramos, M. de C. (2013). Morfologia genética em Scheliden e Grant: a célula vegetal e o animal elementar. *Revista de Filosofia Aurora*, 36(25): 217-237. doi: <http://dx.doi.org/10.7213/revistadefilosofiaaurora.7772>
- Ramos, M. de C. (2015). Organic monadology in Maupertuis. *Advances in Historical Studies* (4): 17-28. doi: 10.4236/ahs.2015.41003
- Ramos, M. de C. (2016). *A plasmogenia e a síntese conceitual e artificial do protoplasma*. São Paulo: LiberArs.

