

## **Ensaio de individuação cosmológica: a ontogênese estelar.**

Ádamo da Veiga

Doutorando em Filosofia (PUC-RIO)

Resumo: O presente trabalho almeja uma aplicação da ontologia de Gilbert Simondon à cosmologia contemporânea. Simondon, em sua obra magna, "A individuação à luz das noções de forma e informação", desenvolve uma ontologia a partir da física, ao qual será aplicada sucessivamente a outros domínios do real – vida, psiquismo, sociedade. O que pretendemos é analisar o processo de formação de uma estrela a partir da individuação física, como definida por Simondon. Pretendemos, assim, uma aproximação ainda tímida da filosofia com a atual cosmologia, e, igualmente, almejamos assim testar os conceitos de Simondon ao aplicá-los em contexto diferente do que o autor mesmo propõe.

---

Pode-se dizer que a filosofia se distanciou da cosmologia nos últimos séculos. Hoje, ambos os campos – univitelinos em seu nascimento – se veem separados pela muralha que cinde as ciências entre as humanas e as naturais. Tal muralha, na realidade, torna-se mais e mais um labirinto; as ciências se repartem em ramos cada mais localizados, cada vez mais específicos. Que tal fragmentação possa ser útil no sentido de uma aplicação técnica do saber, não

quer dizer que ela anule por princípio a possibilidade de se pensar um movimento único se estendendo por diversos domínios.

Acreditamos que a filosofia pode servir como uma boa ponte entre os diferentes saberes. A filosofia sempre manteve um estatuto ambíguo entre os diversos campos do conhecimento, e há poucos séculos atrás, a maioria deles ainda se encontrava reunidos nela. Por ter sido a partir da filosofia que a maioria dos demais foram criados no Ocidente, parece-nos ser ela a melhor candidata para articular, reunir e integrar, os saberes feitos dispersos nos últimos séculos. Apesar das críticas recentes e incisivas a cerca da possibilidade de ainda se pensar uma metafísica, de se ainda pensar o Ser, -sobretudo, as de Jacques Derrida -, a filosofia nunca abandonou por completo tal projeto, e nem nos parece possível abandonar. Contudo, como coloca John Protevi, muitos dos filósofos contemporâneos, sobretudo na fenomenologia, negam uma articulação possível entre a ciência e a filosofia – negação expressa verbalmente no mantra heideggeriano “a ciência não pensa”. (PROTEVI, 2010) O pensamento científico do nosso tempo é descartado de antemão, suposto, de certa forma, por demais ingênuo para dar conta das suas próprias limitações epistemológicas ou por demais tecnicista para ser capaz de se indagar as “grandes questões”. Assim, o pensamento metafísico hoje, em grande parte, está fechado para as ciências.

A cosmologia, de forma análoga a filosofia, nos parece, igualmente, um ponto interessante de contato entre os diversos saberes. Primeiramente, porque a cosmologia se indaga as mesmas questões que a metafísica: o que é o Universo? Ele é infinito ou finito, eterno ou perecível? O que é o tempo, o que é o espaço? Em segundo lugar, a cosmologia procura reunir o domínio do micro e do macro; neste sentido, a busca pela integração da relatividade geral com a

mecânica quântica. A relatividade descreve a ação de corpos milhões de vezes mais massivos que o Sol, enquanto a mecânica quântica se preocupa com partículas menores que prótons e nêutrons; o efeito da gravidade – a força que mantém nosso universo junto – ainda não foi compatibilizado com o funcionamento da matéria a nível subatômico, e a possível descoberta da sua interação mútua é alardeada pelos físicos como a “teoria de tudo”, capaz de reunir todo o funcionamento físico do Universo a um corpo teórico simples e unificado. (HAWKING, MLODINOW, 2005). Tal reunião é um dos seus grandes objetivos, e neste sentido podemos compreender Mário Novello quando diz que a “a cosmologia tem como tarefa refundar a física.”(NOVELLO, 2014). A cosmologia se propõe, como a filosofia, o pensamento de tudo que há, e assim como ela, ganha por conta disso um caráter multidisciplinar.

Durante o século XX, houveram esforços notáveis na filosofia no sentido de um maior diálogo com as ciências, dentre os quais, destacaremos neste ensaio a obra de Gilbert Simondon. O que ele propõe em seu projeto filosófico, partindo de uma crítica a preponderância do hilemorfismo na tradição metafísica, é o desenvolvimento de uma ontologia a partir da física; assim, ele nos parece adequado na tentativa de oferecer uma interpretação filosófica a um fenômeno cosmológico. O que propomos neste ensaio é interpretar a gênese das estrelas, conforme compreendida pela astronomia atual, a luz do movimento de *individuação* dos seres proposto pelo autor. Esperamos assim, a título de ensaio, oferecer uma aproximação entre estes dois campos do saber, outrora unidos.

## II.A ontologia de Gilbert Simondon

O pensamento de Simondon propõe uma ontologia que concede a *relação* um estatuto ontológico independente. Para ele, a tradição metafísica falhou em pensar a individuação dos seres, pois limitava-se a pensá-lo com uma essência ou uma substância, a partir da sua estabilidade e imutabilidade. Pensa-se a individuação a partir dos seres individuados, e não os seres individuados a partir da individuação (SIMONDON, 2009). A individualidade de um ser ou outro em particular não deriva de sua essência transcendental ou do encontro entre uma forma pura e uma matéria inerte, mas sim, do processo relacional e dinâmico que o constitui ao mesmo tempo que constitui aquilo que lhe é exterior. Se a metafísica se perdeu em binarismos – mente/corpo, forma/matéria – foi por não se ater ao ponto de passagem entre um e outro, a indiscernibilidade através da qual se dá esta passagem. Trata-se de substituir os binarismos por uma *operação transdutiva*, na qual os termos não preexistem a relação, mas são definidos por ela, reciprocamente. (SIMONDON, 2008.) Nas suas palavras:

A diferença entre o estudo clássico da individuação e o que nós apresentamos é essa: a individuação não será considerada unicamente sobre a perspectiva do indivíduo individuado; será captada, ou pelo menos deverá ser captada, antes e durante a gênese do indivíduo separado; a individuação é um acontecimento e uma operação no centro de uma realidade mais rica que o indivíduo que resulta dela.” (SIMONDON, Gilbert, 2009. Pág 83)

Segundo o autor, carecia a metafísica um conceito inventado pela termodinâmica: a metaestabilidade. Um sistema metaestável é aquele que ainda não alcançou seu grau máximo de estabilidade, e assim, mediante um aporte de energia externo ou algum evento interno, muda de fase, se transforma, passando para um estado mais estável. Em última instância, o estado mais estável

corresponde um índice máximo de entropia, uma indisponibilidade de conversão de energia em trabalho, ou seja, a incapacidade de sofrer qualquer transformação - a morte. Veremos como o processo de individuação, para ele, não pode ser entendido senão através deste movimento de mudança de fase em um sistema metaestável.(SIMONDON, 2008).

. A individualidade não provém do encontro de uma forma pura com uma matéria inerte, mas de uma operação em curso; a gênese de uma mesa de madeira, por exemplo, não se dá pela transposição de uma forma pura na mente do artesão para a madeira bruta diante dele; não só esta já possui formas implícitas( em última instância, o seu arranjo molecular) e um preparo prévio( lixamento, corte da árvore) como o que concede a ela a sua individualidade é a relação entre a resistência interna do material e a força empregada pelo carpinteiro. É da solução de um estado tenso, de um estado metaestável, que a forma tem sua origem. A força empregada pelo carpinteiro provoca um desequilíbrio na madeira até então estável, e a partir da solução deste equilíbrio, da resultante energética da resistência do material contra a força empregada, que a mesa ganhará a sua individualidade (SIMONDON, 2008). A mesa, enquanto estrutura individuada, possui assim, um correlato energético; mediante um acréscimo brusco de energia térmica, por exemplo, ela perderia a sua forma em um processo de combustão, sofrendo uma nova individuação que resultará nas cinzas.

Em um nível mais amplo, o próprio Ser, como entendido por ele, corresponde a um estado metaestável. Ele chama de pré-individual a fase "primeira" do Ser, na qual ele só possui uma fase; contudo, ele não é Único, nem anterior aos seres individuados. É contemporâneo a eles e à individuação nela mesma. Longe de um princípio de identidade ou uma unidade totalizante,

o que o define é justamente a sua *diferença* em relação a si mesmo, a sua disparidade interna, a sua instabilidade. O ser pré-individual é pura tensão, pura energia; é um estado problemático, rico de potenciais, em desequilíbrio. Em oposição a tese parmenídica, o Ser não é aquilo que é imutável, eterno, uno; ele é justamente o disparate que permite mudança, o excesso que se defasa em relação a si. Se ele pode ser chamado de Ser “primeiro”, não é no sentido de um Todo maior ou anterior às partes, mas apenas no sentido de que não possui ainda nenhuma individualidade, nenhum indivíduo formado. Ele é único só na medida em que se sobressai a si mesmo, permitindo a gênese de estruturas individuadas como solução do seu desequilíbrio. Desta forma, ele não é de fato anterior ao processo de individuação, mas contemporâneo a ele. O pré-individual corresponde a diferença de cada ser consigo mesmo, naquilo que nele permite uma mudança de fase. O Ser é problemático, e a individuação a sua solução.

Podemos distinguir dois caracteres principais no processo de individuação: por um lado, uma defasagem, um desequilíbrio energético, e por outro, um estrutura material que funciona como atualização deste desequilíbrio, a sua solução; como no caso em que a disparidade de energia provocada pela resistência da estrutura interna da madeira (sua forma implícita) contra a força da ferramenta, dá origem a uma mesa. Porém, a disparidade nem sempre é profícua, e pode ser que determinado coeficiente energético não seja bem sucedido na estruturação de uma matéria amorfa. É necessário a intervenção de um fator *acontecimental* para que isso ocorra<sup>1</sup>; se tomarmos o exemplo da

---

<sup>1</sup> “Não se trata da quantidade de energia escalar da energia potencial, nem das puras propriedades materiais, nem das puras propriedades vetoriais, da estrutura portada pelo gérmen, mas sim de uma relação de terceiro tipo, que pode se chamar analógica., entre as estruturas latentes da substância ainda amorfa e a estrutura atual do gérmen. Esta condição é necessária para que possa haver ali uma verdadeira relação amplificante entre esta estrutura do gérmen e esta energia potencial carregada por uma substância

formação cristalina, perceberemos como um aporte de energia externo ou uma defasagem interna no estado amorfo leva as moléculas inorganizadas a começarem a se estruturar em padrões geométricos idênticos que, a partir de um ponto localizado, se disseminam por toda a matéria, só se interrompendo pela resistência do meio exterior. O regime acontecimental corresponde a este ponto localizado, a primeira parte da matéria amorfa que se estrutura na forma cristalina; tal ponto, é um *gérmen estrutural*, pois é através da sua ressonância no sistema que a matéria seguirá se estruturando. Ele conjuga a energética com a materialidade, permitindo a atualização da última na primeira. Ele aponta a direção desta atualização, "definindo a *interioridade* mútua de uma estrutura e de uma energia potencial no interior de uma singularidade" (SIMONDON, 2009, pág 122). Ele é o momento da mudança de fase, o limiar ambíguo entra a quantidade e a qualidade.

Agora, isto exposto, aplicaremos tais reflexões ao caso da gênese estelar, como descrito em seguida.

## I. Como nasce uma estrela?

Estrelas são gigantescas nuvens de plasma em equilíbrio hidrostático, mantidas coesas pela diferença entre a pressão centrífuga provocada por reações termonucleares em seu núcleo – de onde provém a luz e a radiação que chegam até nós - e a pressão centrípeta exercida por sua própria gravidade. O seu processo de gênese possui um quadro explicativo com bastante consenso

---

amorfa” La individuación a la luz de las nociones de forma y información. Cactus. Buenos Aires, 2009. Pág 122.

entre os cientistas, e pode-se dizer que a astronomia possui um grau razoável de conhecimento acerca deste processo.(LARSON, Richard, 2004) Para fins de exposição, dividi-lo-emo em três estágios.

### **Estágio 1-** Colapso da Nebulosa

Estrelas têm sua gênese a partir do colapso de gigantescas nebulosas moleculares no meio interestelar; tais nuvens consistem em uma imensa massa difusa de gás, composta, principalmente, de hidrogênio na forma molecular.(H<sub>2</sub>). Há diversos tipos de nuvens, classificadas segundo a sua extensão, densidade e componentes químicos; porém, apenas as classificadas como Nuvens Moleculares Gigantes apresentam as características necessárias ao colapso gravitacional que dá luz às estrelas. A sua extensão obedece a uma média **de quinze a seiscientos anos-luz**, e por vezes, elas chegam a ocupar grande parte de uma constelação, como no caso de Orion e Sagitarius B. Apesar da sua distribuição rarefeita e difusa, a sua massa ultrapassa em mais de um milhão de vezes a do Sol, por mais que nele ela esteja concentrada em uma escala muitíssimo maior. (KULESA, 2005).

As nebulosas permanecem em equilíbrio hidrostático conforme sua energia potencial gravitacional é contrabalanceada pela energia cinética da pressão do gás; a última oferece resistência à força de contração colocada pela primeira. Sob o influxo de fatores externos ou internos, este equilíbrio é rompido, e o processo de gênese começa. Uma explosão de supernova próxima, o choque entre galáxias, ou o movimento de rotação da Via Láctea, aporta energia e matéria à nuvem, rompendo o equilíbrio do sistema. A pressão não consegue mais segurar a contração gravitacional e a matéria começa a se concentrar em determinadas regiões da nuvem, dando origem a "amontoados"

de densidade mais elevada. Por mais que, segundo as observações, o processo se dê mais pelos fatores externos que mencionamos a cima, o colapso também pode se dar pelo mero acúmulo no tempo da pressão gravitacional, que em dado momento, supera a pressão do gás, levando ao colapso. (KULESA, 2005)

A nuvem começa a se fragmentar de forma escalonar, formando fragmentos, singularidades ( não no mesmo sentido em que se fala de “singularidades” no centro de um buraco negro), cujo colapso é mais acelerado do que o da nuvem como um todo. (KEPLER, FÁTIMA, 2014). Tal processo demora em média vinte milhões de anos. Conforme a fragmentação prossegue, a energia potencial gravitacional liberada é emitida na forma de radiação. A fragmentação tende em direção à uma singularidade única (ou à alguma delas), que concentra crescentemente mais matéria conforme sua própria massa aumenta. É a partir desta singularidade que se desenvolverá a estrela. Vale notar que, no geral, é raro observamos a formação de uma única singularidade, e as observações indicam que as estrelas tendem a se formar mais em “clusters” do que separadas. <sup>2</sup>Em dado momento, a densidade faz com que ela se torne opaca à sua própria radiação, diminuindo a sua dispersão no meio interestelar, o que leva a um aumento considerável da sua temperatura. A singularidade, aquecida por este movimento, obtém o suficiente de pressão interna para refrear a contração gravitacional. O equilíbrio hidrostático é atingido novamente, e a singularidade se tornou o núcleo de uma protoestrela.(LARSON, 2003)

## Estágio 2

---

<sup>2</sup>. “The formation of a star can be identified mathematically with the formation of this singularity. The importance of this result for the subsequent evolution of the system is that a very small fraction of the mass of a collapsing cloud core first attains stellar density and becomes an embryonic star, which then continues to grow in mass by the infall of matter from the surrounding envelope” LARSON, Richard. **The physics of Star formation**. Institute o physics publishing. New Haven. 2003. Pág 43.

A protoestrela ainda se encontra imersa na nebulosa, e a sua gravidade atrai a matéria nela dispersa. Neste momento, ainda não há fusão do núcleo, e a força que mantém a protoestrela coesa é o campo eletromagnético e a gravidade. A sua rotação produz um disco ao seu redor, composto pela matéria da nebulosa atraída; tais discos, que se afinam conforme a distância aumenta, é de onde nascerão os planetas. Neles, a rotação produz choques entre fragmentos, que tendem a se solidificar; tal movimento prossegue, formando compostos maiores e maiores, que se tornarão primeiro planetóides, que, por sua vez, se fundirão em novas colisões até assumirem a forma de planetas ou luas.

A protoestrela continua adquirindo matéria da nuvem. A conservação do momento angular faz com que ela emita um jato duplo de matéria, chamado de objeto Hero-Hago, expelindo assim certa parcela da matéria acrescida. Porém, a excreção não é maior que a absorção, e o ganho de densidade prossegue aumentando a temperatura. Após cem milhões de anos em média, o aumento térmico levará a protoestrela a um novo colapso.

### **Estágio 3** – A Sequência Principal e morte.

Quando a temperatura chega a 2000 kelvins, ela provoca a dissociação do hidrogênio molecular, consumindo, desta forma, parte da energia de contração; a protoestrela sai do equilíbrio, colapsando novamente.(KEPLER, FÁTIMA, 2014). A matéria ao redor continua sendo atraída, até ficar rarefeita e transparente. A contração gravitacional prossegue até o ponto em que a alta temperatura leva os hidrogêneos a se fundirem, formando hélio; parte da massa perdida na fusão é transformada em energia, energia esta que levará a colisão

de novos átomos, fazendo-os se fundirem. Este processo culmina em um novo equilíbrio hidrostático quando a radiação termonuclear é o suficientemente elevada para refrear a força de contração. Agora, a protoestrela se tornou uma estrela em sua sequência de vida principal.

A estrela permanecerá neste estado, refreando a atração gravitacional a partir da energia produzida pela fusão, até que todo seu hidrogênio seja convertido em hélio. Neste momento, a estrela perde o equilíbrio e entra em colapso. Dependendo da massa, ela pode se tornar uma Gigante Vermelha( quando a fusão prossegue em regiões externas ao núcleo com elementos mais pesados que o hidrogênio), uma estrela de nêutrons( estrela de densidade hiper-elvada), ou em caso de estrela supermassiva, um buraco-negro.

## II. A individuação estelar.

Dividiremos a individuação estelar em duas etapas sucessivas. Primeiro, da nebulosa em protoestrela, e em seguida, de protoestrelas em estrelas.

### Etapa 1

Como vimos, a ontogênese estelar se dá a partir do colapso de uma nebulosa gigante molecular. Ela é o suporte amorfo para o processo de individuação. Nada acontece conforme a nuvem permaneça em equilíbrio hidrostático. Ela se encontra, contudo, ainda em um estado metaestável, pois tal equilíbrio pode ser rompido mediante o aporte de energia externo ou um movimento interno.

A partir do desequilíbrio de energia assim provocado, a disparidade entre a energia potencial gravitacional e a pressão interna produz a individuação de fragmentos mais densos que a nuvem. Tal movimento corresponde ao caráter energético da individuação; é a partir da solução de um estado sobressaturado na nebulosa que ela começa a formar fragmentos. O caráter material/estrutural consiste no hidrogênio molecular presente na nuvem, a partir do qual a concentração se dará. O caráter acontecimental, o gérmen estrutural, corresponde aos fragmentos singulares. Eles, ao funcionarem como "foco" de concentração de matéria, exercem a função de forma estruturante em meio a nebulosa amorfa. São tais fragmentos que apontam a direção do movimento de concentração segundo a qual a protoestrela se individualizará quando um novo estado de equilíbrio hidrostático for atingido.

## Etapa 2

A protoestrela se individua a partir da conjunção de fatores materiais, energeticos e estruturantes. Porém, o seu equilíbrio hidrostático ainda é metaestável, e ela é ainda passível de individuação. Desta vez, o aporte de energia que gerará o desequilíbrio para uma nova individuação se dá, primeiramente, através do acréscimo de massa em “queda livre” proveniente da nebulosa; e em seguida, a partir da contração gravitacional. O núcleo, ao trespassar um limiar térmico no qual o hidrogênio molecular se dissocia, provoca uma defasagem no sistema, um novo desequilíbrio e um novo colapso. A partir dele que se dá o aumento térmico responsável pelo início da fusão dos átomos de hidrogênio; assim, corresponde ao caráter energético desta fase de individuação.

O hidrogênio dissociado, atômico, funciona como suporte material e estrutural; apenas nesta forma que a fusão é possível. Ela se inicia em regiões singulares do núcleo, se disseminando através da produção de novas fusões pela energia liberada pela conversão de massa em energia na fusão anterior. Funciona como gérmen estrutural da estrela em individuação. A partir destas três condições que a protoestrela entrará na sequência de vida estelar principal, assumindo um novo equilíbrio hidrostático garantido pelo refreamento gravitacional operado pela fusão termonuclear. Individua-se, por fim, enquanto estrela.

A partir da individuação dos fragmentos, dos fragmentos em protoestrelas, que as estrelas têm sua gênese; contudo, vale se indagar, se a individuação estelar estaria por fim completa. Naturalmente, como vimos, a estrela não permanecerá na sequência principal para a eternidade, entrando novamente em

colapso quando todo o hidrogênio do seu núcleo tiver se esgotado em hélio. A partir daí, à estrela formada se sucederá um novo colapso, dando origem a uma nova individuação.

Vale acrescentar que um outro movimento de individuação se dá paralelamente ao da estrela. A formação planetária ocorre a partir da rotação da protoestrela, que concentra matéria a partir da colisão de fragmentos em seu disco. Neste caso, o caráter energético é assegurado pela energia cinética produzida pela rotação; o estrutural corresponde a poeira dispersa na nuvem que, agitada pela ação da estrela, começa a se concentrar em fragmentos mais e mais densos. Como vimos, eles formarão compostos maiores, que por sua vez, se juntarão pelo mesmo processo a outros, formando planetóides que prosseguirão reunindo massa até chegar a forma mais estável de um planeta ou lua. Tais fragmentos rochosos correspondem ao gérmen estrutural da individuação planetária.

## **Conclusão**

O que pretendemos com este ensaio foi uma aproximação entre a filosofia contemporânea e a cosmologia. A ontologia de Simondon, calcada na física, nos permitiu transpor brevemente a ponte que cinde as duas. Ele próprio

não trabalhou os temas da cosmologia, preferindo se ater a outros domínios. No entanto, se, como coloca o cosmólogo Mário Novello( 2014), é função da astronomia refundar a física, nos parece pertinente utilizar os princípios ontológicos desenvolvidos a partir da primeira para se pensar a segunda. Ademais, ao nos utilizarmos de um autor em um campo por ele não trabalhado diretamente, poderemos avaliar a validade das suas conclusões. No caso da gênese estelar, vimos como, sem dificuldades, os três fatores da individuação física – energia, matéria/estrutura e acontecimento/gérmen estrutural - são aplicáveis. A partir dos três, acompanhamos a individuação de uma protoestrela a partir de uma nuvem molecular gigante, e de uma estrela a partir dela.

Ela, por sua vez, nada mais é do que um processo dinâmico dado pela interação entre dois vetores de força: a energia de fusão e a energia de contração gravitacional. Apenas a partir desta *relação* que ela tem a sua individualidade. Contudo, ela não configura um estado estável (se não relativamente à certa duração, a sua sequência principal de vida), mas um estado metaestável, passível ainda de transformação. O colapso vivenciado por uma estrela quando seu combustível nuclear se esgota é um novo desequilíbrio energético que dá margem a novas individuações. A solução desta disparidade pode assumir diversas formas, como vimos anteriormente; estrela de nêutrons, supernova, gigante vermelha, e em casos de extrema massa, um buraco negro.

Seria algum destes possíveis desenvolvimentos a conclusão da sua individuação? Novas individuações podem se dar a partir da estrela de nêutron, de gigantes vermelhas, de supernovas. A partir das últimas, estrelas podem nascer através do seu encontro com nebulosas moleculares (KULESA, 1999), da mesma forma que estrelas de nêutrons ainda podem entrar em colapso dando origem a buracos negros. Quanto a estes últimos, talvez possam ser pensados como a última individuação possível de uma estrela, a sua morte definitiva. Um

buraco negro, com efeito, corresponde a uma entropia infinita. Para alguns, ele não consistiria apenas no final da vida de uma estrela, mas sim, a morte do universo inteiro. Segundo os defensores da teoria da morte térmica do Universo, a segunda lei da termodinâmica –que versa sobre o ganho de entropia em um sistema com o passar do tempo – asseguraria um estado terminal do Universo, no qual todas as transformações já teriam ocorrido, consumindo toda a energia disponível. Não haveria mais hidrogênio a ser fundido, e o todo o cosmo terminaria em pleno equilíbrio estável na forma de infinitos buracos negros.

Contudo, tal teoria não é consensual, e modelos de universo eterno, sem começo nem fim, tem sido propostos pelos cosmólogos. A questão da morte térmica depende de um modelo de universo fechado ou aberto – sistemas abertos são passíveis de reversão de entropia através do acréscimo externo de energia -, e tal questão está ainda em aberto. No atual momento, é ainda impossível dizer se o universo pode sofrer infinitas individuações ou um número finito delas. Entretanto, esperamos, neste ensaio, mesmo que de forma limitada, ter demonstrado a aplicabilidade do pensamento da individuação a nível cosmológico.

## Bibliografia

FILHO, Kepler de Souza. SARAIVA, Maria de Fátima. **Astronomia e Astrofísica**. Porto Alegre; Editora UFRGS, Porto Alegre, 2004.

HAWKING, Stephen. MLODINOW, Leonard. **Uma nova História do tempo**. Ediouro. Rio de Janeiro, 2005.

KULESA, Craig. **Lectures on Star Formation** Disponível em:  
<http://abyss.uoregon.edu/~js/ast122/lectures/lec13.html>. Acesso a 23/01/2015.

LARSON, Richard. **The physics of star formation** . Yale University Department of Astronomy. Disponível em: [stacks.iop.org/RoPP/66/1651](http://stacks.iop.org/RoPP/66/1651). Acesso a: 02/01/2015

NOVELLO, Mário. **Do big-bang ao universo eterno**. Zahar, Rio de Janeiro, 2014.

Ensaio de individuação cosmológica: a ontogênese estelar.

Ádamo da Veiga

ANALÓGOS, Rio de Janeiro, Edição Especial, 2017

PROTEVI, John. Entrevista por Torkild Thanem com Manuel De Landa. Disponível em: <http://www.protevi.com/john/Delanda-Protevi.pdf>

SIMONDON, Gilbert. **La individuación a la luz de las nociones de forma y información.** Cactus. Buenos Aires, 2009.