

Galáxias

Tipos e Classificação

Eduardo Brescansin de Amôres, Isabel Guerra Aleman (IAG-USP)

No céu à noite, quando estamos longe das grandes cidades, podemos observar uma faixa esbranquiçada e rica em estrelas a qual os há muito tempo foi dado o nome de Via Láctea ou o "caminho de leite", ou ainda, Galáxia.

No início do século XVII, Galileo Galilei (1564-1642), ao apontar seu telescópio para a Via Láctea, descobriu que ela consistia de um grande número de estrelas de estrelas. No final do século XVIII, o astrônomo alemão William Herschel (1738-1822), que já era famoso por ter descoberto o planeta Urano, mapeou a Via Láctea e descobriu tratar-se de um sistema achatado. Segundo seu modelo, o sol ocupava uma posição central na Galáxia, mas hoje sabemos que essa conclusão estava errada. A primeira estimativa do tamanho da Via Láctea foi feita no início do século XX, pelo astrônomo holandês Jacobus Kapteyn (1851-1922). Na segunda década deste século Harlow Shapley (1885-1972), estudando a distribuição de sistemas esféricos de estrelas, chamados aglomerados globulares, determinou o verdadeiro tamanho da Via Láctea e a posição periférica do Sol nela. Shapley descobriu que os cúmulos globulares (150 deles), que formam um halo, em volta da nossa Galáxia, estavam concentrados em uma direção; nenhum deles era visto na direção oposta. Ele concluiu que o Sol não está no centro de nossa Galáxia. Assumindo que o centro do halo formado pelos cúmulos globulares coincide com o centro de nossa Galáxia, ele deduziu que estamos a 30 mil anos-luz do centro da Via Láctea, que está na direção da constelação do Sagitário.

Além dessa "nossa" Galáxia, no começo deste século, descobrimos que existem outras bilhões. No século XIX, com o uso de telescópios já era possível distinguir objetos chamados genericamente de "nebulosas". Mas somente com o desenvolvimento da técnica de medir distâncias através de estrelas variáveis chamadas de *Cefeidas* (relação período-luminosidade) é que foi possível estabelecer que parte¹ dessas nebulosas estavam fora da nossa Galáxia. Ainda hoje usamos o nome galáxia para designar essas concentrações de estrelas, gás e poeira.



Figura 1 - Imagem obtida por ©Roger Smith, do Cerro Tololo Interamerican Observatory, mostrando o telescópio de 4m Blanco, a Via Láctea, à direita, com o Cruzeiro do Sul, e à esquerda, a Pequena (em cima) e a Grande Nuvem de Magalhães, galáxias satélites da nossa Galáxia.

¹ A outra parte eram objetos como nebulosas planetárias, remanescente de supernovas, aglomerado de estrelas e nuvens de gás que fazem parte da nossa Galáxia.

Classificação Morfológica de Galáxias e o Diagrama de Hubble

As galáxias diferem bastante entre si, no entanto, a maioria tem formas mais ou menos regulares e se enquadram em duas classes gerais: **espirais** e **elípticas**. Algumas galáxias não têm forma definida, e são chamadas então de **irregulares**.

Um dos primeiros e mais simples esquemas de classificação de galáxias, que é usado até hoje, foi desenvolvido por Edwin Hubble. O esquema de Hubble consiste de três seqüências principais de classificação: **elípticas**, **espirais** e **espirais barradas**. Nesse esquema, as galáxias **irregulares** formam uma quarta classe de objetos. A Figura 2, a seguir mostra um esquema do diagrama de Hubble, que é um diagrama esquemático dessa classificação.

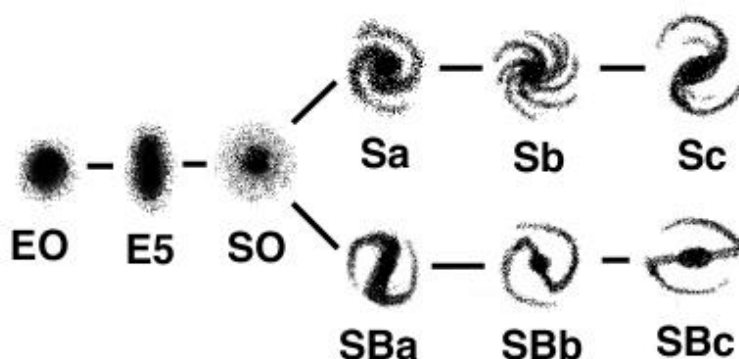


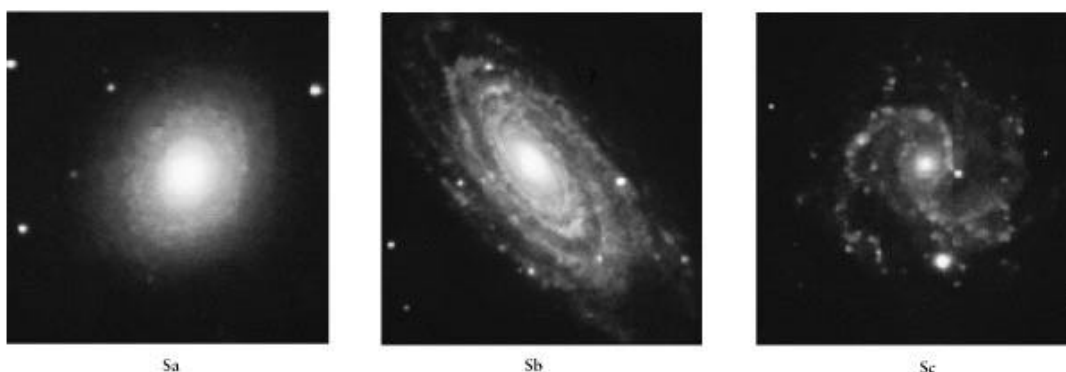
Figura 2 - Esquema de Hubble para a classificação de galáxias.

Espirais

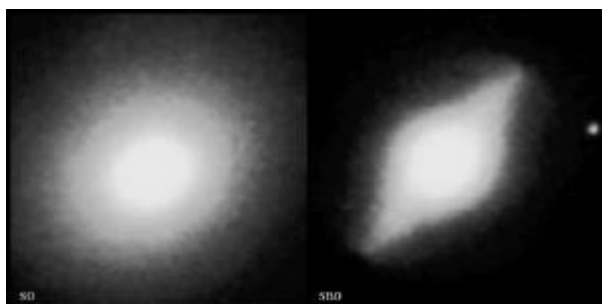
As galáxias espirais, quando vistas de frente, apresentam uma clara estrutura em espiral. A nossa própria Galáxia é uma espiral típica. Galáxias espirais possuem uma estrutura composta do **bojo** (núcleo), do **disco**, onde distinguimos os **braços espirais** e do **halo** (distribuição esférica de estrelas e aglomerados que envolvem a galáxia). As galáxias espirais apresentam diferenças entre si principalmente quanto ao tamanho do núcleo e ao grau de desenvolvimento dos braços espirais. Assim, elas são subdivididas nas categorias **Sa**, **Sb** e **Sc**, de acordo com o grau de desenvolvimento e enrolamento dos braços espirais e com o tamanho do núcleo comparado ao do disco.

Sa	bojo maior, braços pequenos e bem enrolados
Sb	bojo e braços intermediários
Sc	bojo menor, braços grandes e mais abertos

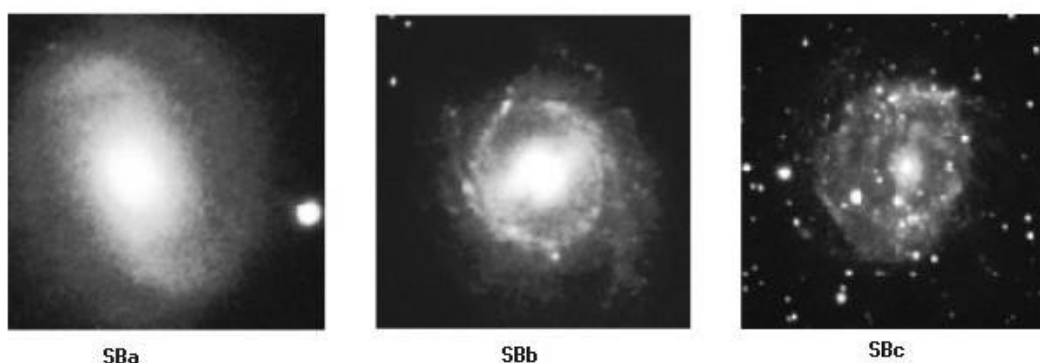
Por exemplo, uma galáxia Sa, é uma espiral com núcleo grande e braços espirais pequenos, bem enrolados, de difícil resolução. Veja os exemplos a seguir.



Existem algumas galáxias que têm núcleo, disco e halo, mas não têm traços de estrutura espiral. Hubble classificou essas galáxias como **S0**, e elas são às vezes chamadas **lenticulares**. As galáxias espirais e lenticulares formam o conjunto das galáxias **discoidais**.



Aproximadamente metade das galáxias discoidais apresenta uma estrutura em forma de barra atravessando o núcleo. Elas são chamadas **barradas** e, na classificação de Hubble elas são identificadas pelas iniciais **SB**. As galáxias barradas também se subdividem nas categorias: **SB0**, **SBa**, **SBb**, e **SBc**. Nas espirais barradas, os braços normalmente partem das extremidades da barra. O fenômeno de formação da barra ainda não é bem compreendido, mas acredita-se que a barra seja a resposta do sistema a um tipo de perturbação gravitacional periódica (como uma galáxia companheira), ou simplesmente a consequência de uma assimetria na distribuição de massa no disco da galáxia. Alguns astrônomos também acreditam que a barra seja pelo menos em parte responsável pela formação da estrutura espiral, assim como por outros fenômenos evolutivos em galáxias.

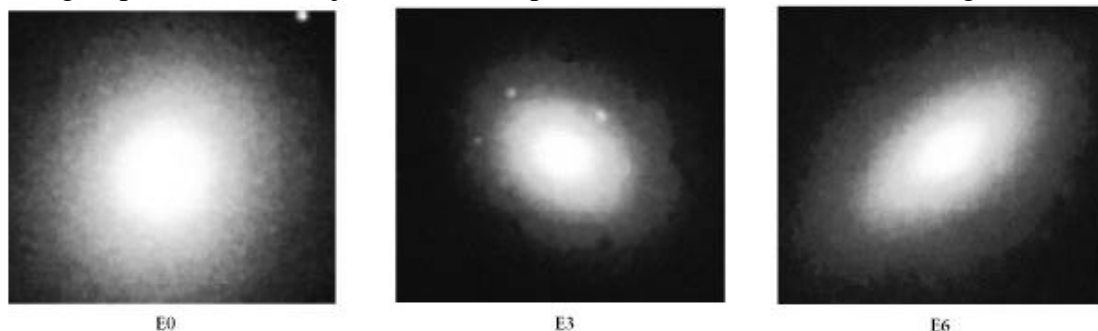


Normalmente se observa, nos braços das galáxias espirais, o material interestelar. Ali também estão presentes as nebulosas gasosas, poeira, e estrelas jovens, incluindo as super-gigantes luminosas. Os aglomerados estelares abertos podem ser vistos nos braços das espirais mais próximas e os aglomerados globulares no halo. A população estelar típica das galáxias espirais é formada por estrelas jovens e velhas.

As galáxias espirais têm diâmetros que variam de 20 mil anos-luz até mais de 100 mil anos-luz. Estima-se que suas massas variam de 10 bilhões à 10 trilhões de vezes a massa do Sol. Nossa Galáxia e M31, nossa vizinha mais próxima Andrômeda, são ambas espirais gigantes e massivas.

Elípticas

As galáxias elípticas apresentam forma esférica ou elipsoidal, e não têm estrutura espiral. Têm pouco gás, poeira e estrelas jovens. Elas se parecem com o núcleo e halo das galáxias espirais.



Hubble subdividiu as elípticas em classes de **E0** a **E7**, de acordo com o seu grau de achatamento, onde E_n é tal que:

$$n = 10 \frac{a - b}{a}$$

sendo **a** o semi-eixo maior e **b** o semi-eixo menor da galáxia.

Note que Hubble baseou sua classificação na aparência da galáxia, não na sua verdadeira forma. Por exemplo, uma galáxia E0 tanto pode ser uma elíptica realmente esférica quanto pode ser uma elíptica mais achatada vista de frente, já uma E7 tem que ser uma elíptica achatada vista de perfil. Porém nenhuma elíptica jamais vai aparecer tão achatada quanto uma espiral vista de perfil.

As galáxias elípticas variam muito de tamanho, desde super-gigantes até anãs. As maiores elípticas têm diâmetros de milhões de anos-luz, ao passo que as menores têm somente poucos milhares de anos-luz em diâmetro. As elípticas gigantes, que têm massas de até 10 trilhões de massas solares, são raras, mas as elípticas anãs são o tipo mais comum de galáxias.

Irregulares

Hubble classificou como galáxias irregulares aquelas que eram privadas de qualquer simetria circular ou rotacional, apresentando uma estrutura caótica ou irregular. Muitas irregulares parecem estar sofrendo atividade de formação estelar relativamente intensa, sua aparência sendo dominada por estrelas jovens brilhantes e nuvens de gás ionizado distribuídas irregularmente. Em contraste, observações na linha de 21 cm, que revela a distribuição do gás hidrogênio, mostra a existência de um disco de gás similar ao das galáxias espirais. As galáxias irregulares também lembram as espirais no seu conteúdo estelar, que inclui estrelas de população I e II (jovens e velhas).

Os dois exemplos mais conhecidos de galáxias irregulares são a Grande e a Pequena Nuvens de Magalhães, as galáxias vizinhas mais próximas da Via Láctea, visíveis a olho nu no Hemisfério Sul, identificadas pelo navegador português Fernão de Magalhães (1480-1521), em 1520. A Grande Nuvem tem uma barra, embora não tenha braços espirais. Aparentemente ela orbita a Via Láctea. Nela está presente o complexo *30 Doradus*, um dos maiores e mais luminosos agrupamentos de gás e estrelas super-gigantes conhecido em qualquer galáxia. A Pequena Nuvem é bastante alongada e menos massiva do que a Grande Nuvem. Aparentemente é o resultado de uma colisão com a Grande Nuvem acontecida há uns 200 milhões de anos atrás.

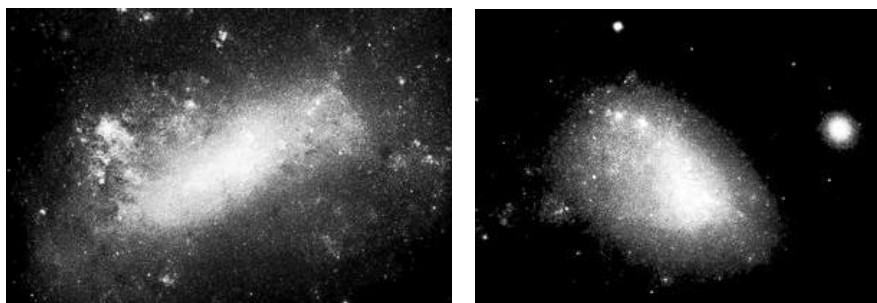


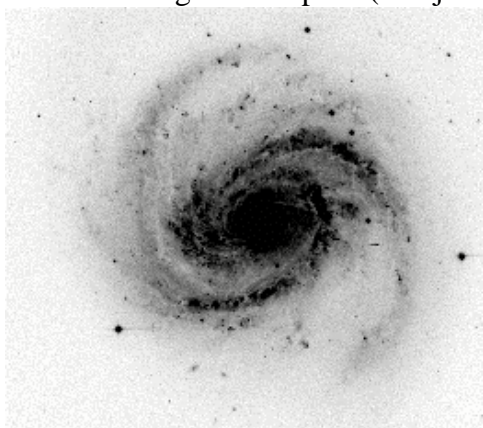
Foto das galáxias irregulares Grande Nuvem de Magalhães e Pequena Nuvem de Magalhães

Quadro-resumo das propriedades típicas das galáxias

Propriedade	Espirais	Elípticas	Irregulares
Massa (M_{\odot})	10^9 a 10^{12}	10^5 a 10^{13}	10^8 a 10^{11}
Diâmetro (kiloparsecs)	5 – 30	1 - 1000	1 - 10
Luminosidade (L_{\odot})	10^8 a 10^{11}	10^6 a 10^{12}	10^7 a 10^9
População estelar	Velha e jovem	Velha	Velha e jovem
Tipo espectral	A a K	G a K	A a F
Gás	Bastante	Muito pouco	Bastante
Poeira	Bastante	Muito pouca	Varia
Cor	Azulada no disco Amarelada no bojo	Amarelada	Azulada
Estrelas mais velhas	10^{10} anos	10^{10} anos	10^{10} anos
Estrelas mais jovens	Recentes	10^{10} anos	Recentes

1ª Folha de atividades - Tipos e Classificação de Galáxias

1. Na imagem a seguir da galáxia conhecida como M100 (imagem em negativo), indique as estruturas da galáxia espiral (o bojo e os braços espirais) no próprio desenho.



Quantos braços espirais elas tem? _____

Ela é "face on" ou "edge on"? _____

Qual parte lhe parece mais brilhante em média: o bojo ou a região mais externa onde ficam os braços espirais (disco)?

2. Determine a classificação das galáxias elípticas a seguir, En (E0,...,E7), usando a relação $n = 10(a-b)/a$ (veja explicação no texto).

M32



Faça sua conta aqui:

M89



Faça sua conta aqui:

E__

E__

3. Classificando galáxias:

Obs.: Para mostrar um arquivo de uma imagem de uma galáxia, use o comando Open no menu File e dê um clique duplo no nome do arquivo desejado. Altere os comandos Min, Max e Log até ser possível visualizar a galáxia com todas suas características. Selecione Log e aumente um pouco o comando 'Min'. Esse método é geralmente o melhor com imagens de galáxias. Log significa utilizar uma escala log o que traz à tona características das imagens. Mude a paleta de cores selecionando 'Load Color Pallete' no menu File também é uma boa alternativa para visualizarmos a galáxia.

Roteiro:

- O nome do diretório que contém as imagens no CDRom é **Imagens**
- Preencha a planilha a seguir com as informações pedidas sobre as galáxias.
- Min, Max e Log: Anote os valores de Min, Max e Log que você encontrou para visualizar a galáxia. Caso você tenha utilizado a escala Log marque com um X o quadrado referente à esta opção. Note que não existe resposta certa ou errada.

- Faça um esboço da imagem da Galáxia na caixa nomeada Desenhe a Galáxia.
- Nome: Compare a imagem na tela com as figuras de galáxias encontradas em anexo. Qual galáxia é essa ? Escreva o nome da Galáxia na folha de questões.
- Características utilizadas para identificar a Galáxia: Escreva seus motivos. Como você foi capaz de identificar a Galáxia ?
- Tipo da Galáxia: Qual tipo de Galáxia é esse ? Espiral, elíptica ou peculiar ?
- Braços espirais, barra, anel, regiões HII, estrelas de fundo, dust lane e Galáxia companheira. Assinale no local apropriado suas respostas.

Planilha de Informações das Galáxias

Galáxia 1: Vista com: Min: _____ Max: _____ Log ()

Nome da galáxia (anexo): _____

Características usadas para identificar a galáxia:

Desenho da galáxia

Tipo da galáxia: _____

Braços espirais: Barra: Anel: Regiões HII:

Estrelas de fundo: Dust lane: galáxia companheira:

Galáxia 2: Vista com: Min: _____ Max: _____ Log ()

Nome da galáxia (anexo): _____

Características usadas para identificar a galáxia:

Desenho da galáxia

Tipo da galáxia: _____

Braços espirais: Barra: Anel: Regiões HII:
Estrelas de fundo: Dust lane: galáxia companheira:

Desenho da galáxia

Galáxia 3: Vista com: Min: _____ Max: _____ Log ()

Nome da galáxia (anexo): _____

Características usadas para identificar a galáxia:

Tipo da galáxia: _____

Braços espirais: Barra: Anel: Regiões HII:
Estrelas de fundo: Dust lane: galáxia companheira:

Desenho da galáxia

Galáxia 4: Vista com: Min: _____ Max: _____ Log ()

Nome da galáxia (anexo): _____

Características usadas para identificar a galáxia:

Tipo da galáxia: _____

Braços espirais: Barra: Anel: Regiões HII:
Estrelas de fundo: Dust lane: galáxia companheira:

Desenho da galáxia

Galáxia 5: Vista com: Min: _____ Max: _____ Log ()

Nome da galáxia (anexo): _____

Características usadas para identificar a galáxia:

Tipo da galáxia: _____

Braços espirais: Barra: Anel: Regiões HII:
Estrelas de fundo: Dust lane: galáxia companheira:

Desenho da galáxia

Galáxia 6: Vista com: Min: _____ Max: _____ Log ()

Nome da galáxia (anexo): _____

Características usadas para identificar a galáxia:

Tipo da galáxia: _____

Braços espirais: Barra: Anel: Regiões HII:
Estrelas de fundo: Dust lane: galáxia companheira:

Desenho da galáxia

Galáxia 7: Vista com: Min: _____ Max: _____ Log ()

Nome da galáxia (anexo): _____

Características usadas para identificar a galáxia:

Tipo da galáxia: _____

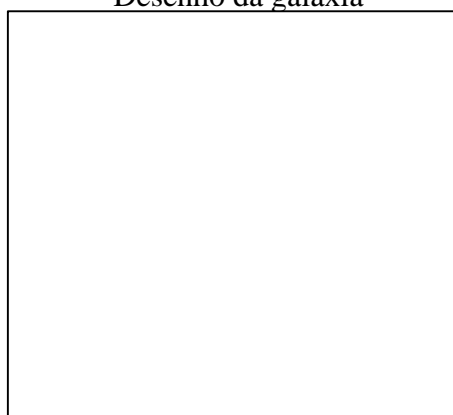
Braços espirais: Barra: Anel: Regiões HII: Estrelas de fundo: Dust lane: galáxia companheira:

Desenho da galáxia

Galáxia 8: Vista com: Min: _____ Max: _____ Log ()

Nome da galáxia (anexo): _____

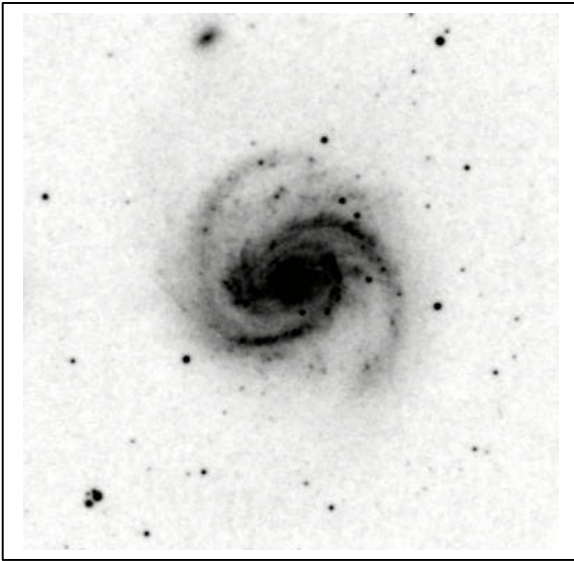
Características usadas para identificar a galáxia:



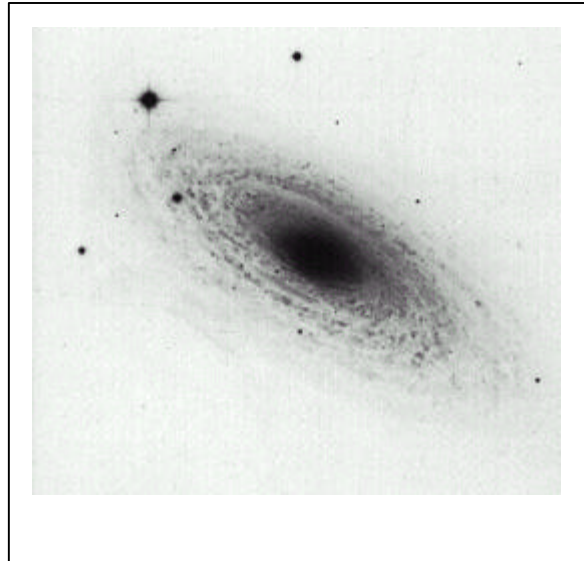
Tipo da galáxia: _____

Braços espirais: Barra: Anel: Regiões HII: Estrelas de fundo: Dust lane: galáxia companheira:

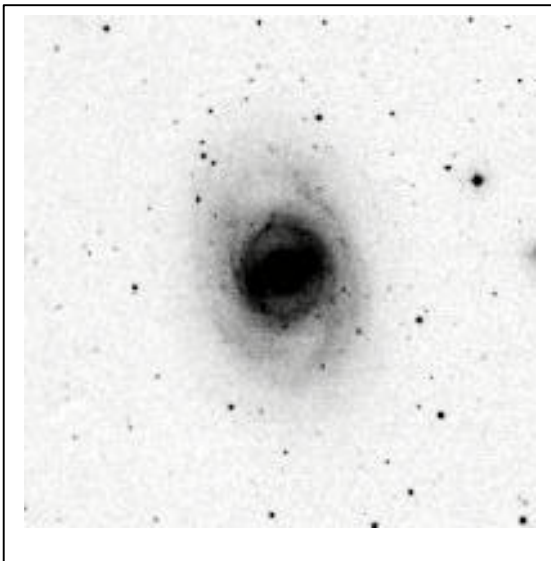
Catálogo de Galáxias



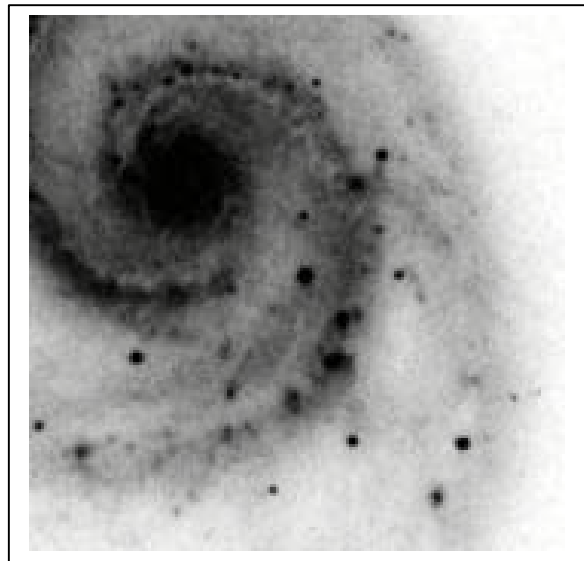
NGC 4321 (M100)



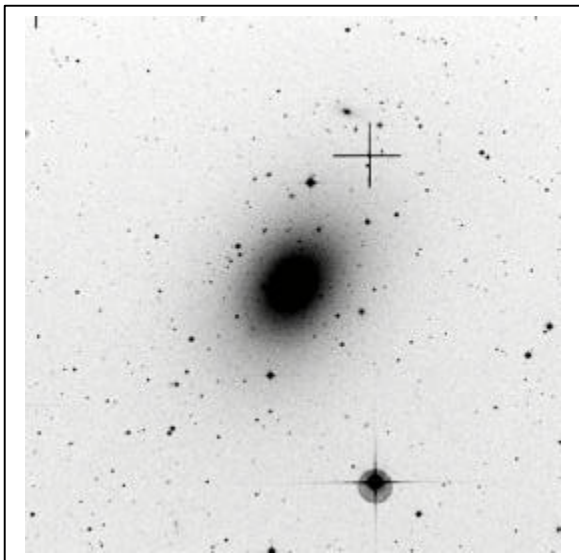
NGC 2841



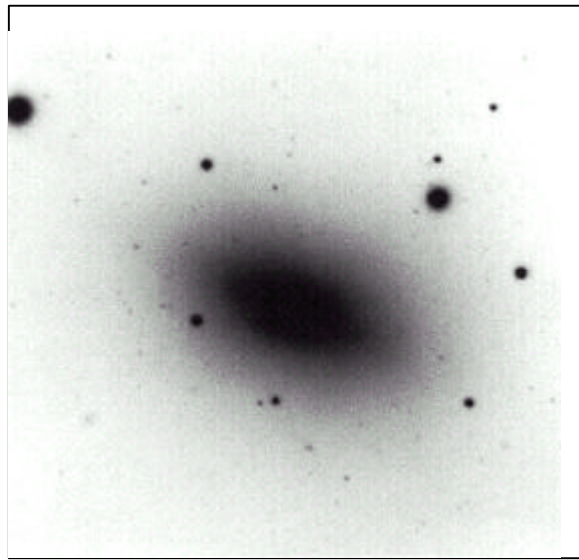
NGC 3351 (M 95)



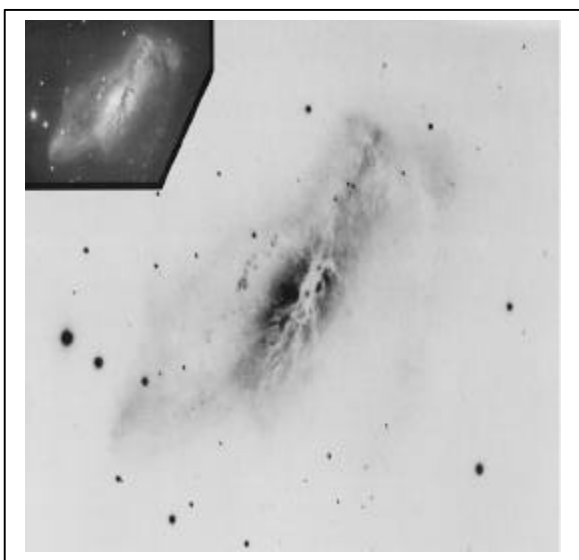
NGC 5194 (M51)



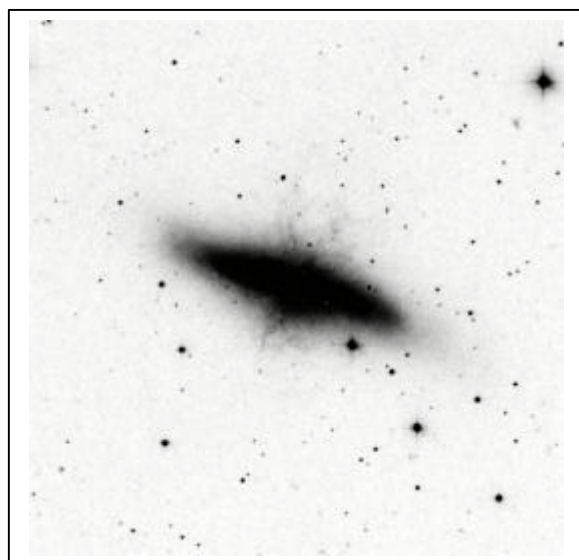
NGC 4636



NGC 4697



NGC 2146

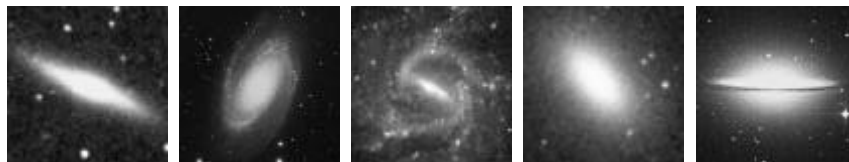


NGC 3034 (M82)

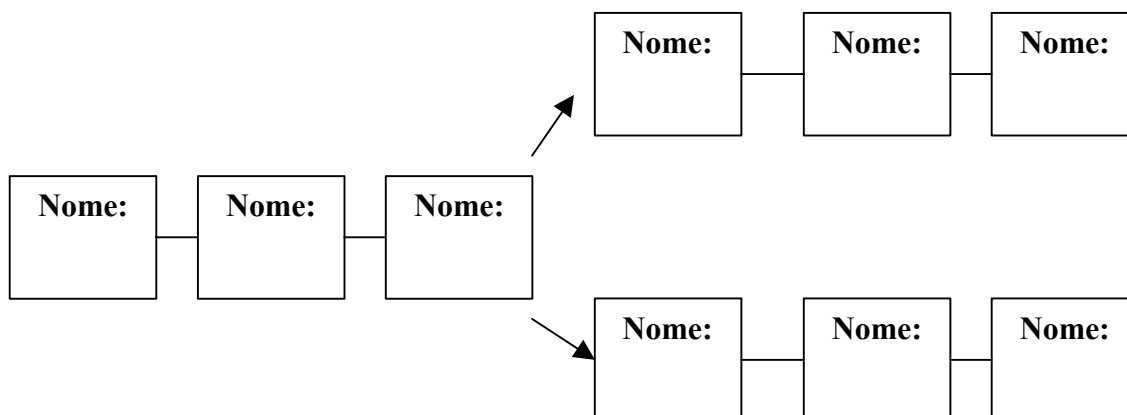
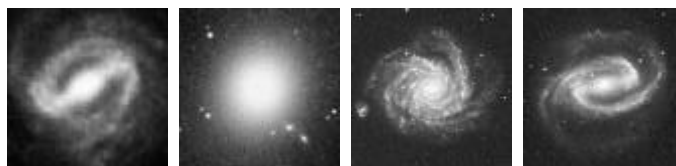
2ª Folha de Atividades - Classificação de Hubble

4. Preencha o diagrama de Hubble a seguir com o nome das galáxias mostradas abaixo.

NGC4854 NGC5484 NGC1985 NGC2354 NGC2225



NGC4685 NGC3496 NGC3843 NGC3475



6. Algumas das mais espetaculares imagens obtidas até hoje pelo Telescópio Espacial Hubble são as chamadas de "deep field" ou campo profundo. No diretório **Imagens** fornecemos duas partes de uma dessas imagens. As imagens chamam-se: **HST - Deep Field A.jpg** e **HST - Deep Field B.jpg**. Nelas podemos ver numa região minúscula do céu um enorme número de galáxias existente (o campo de cada uma é cerca de 4 vezes menor do que se você segurar uma moeda de 5 centavos com o braço esticado!). Algumas dessas galáxias são muito distantes de nós. Classifique as 30 galáxias indicadas segundo a classificação de Hubble e preencha a tabela a seguir com essa classificação.

Galáxia	Classificação	Galáxia	Classificação
1		16	
2		17	
3		18	
4		19	
5		20	
6		21	
7		22	
8		23	
9		24	
10		25	
11		26	
12		27	
13		28	
14		29	
15		30	