



## CLASSIFICANDO PERIQUITOS

Cristina Yumi Miyaki, Maria Cristina Arias e Lyria Mori

[cymiyaki@ib.usp.br](mailto:cymiyaki@ib.usp.br), [mcarias@ib.usp.br](mailto:mcarias@ib.usp.br), [lmori@ib.usp.br](mailto:lmori@ib.usp.br)

Departamento de Genética e Biologia Evolutiva, Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo.

### Resumo

*Classificando Periquitos* é um estudo de caso que simula problemas enfrentados pelos pesquisadores para agrupar três espécies de periquitos com base em similaridades de morfologia externa (cor da plumagem, formato do bico etc.), distribuição geográfica, cariótipo (número e morfologia dos cromossomos metafásicos) e sequência de bases do DNA. É uma atividade voltada para alunos de ensino médio e de cursos de graduação em Biologia. O número ideal de alunos participantes é de 40, divididos em grupos de 5 alunos. O tempo estimado de duração da atividade é de 20 minutos.

### Um estudo de caso

A diversidade de espécies de aves no território nacional faz com que nosso país seja foco do interesse de pesquisadores do mundo todo. Alguns dos objetivos são mensurar a diversidade e compreender como ela se originou. Há várias características nos organismos que podem ser utilizadas nesses estudos, tais como: morfologia externa, distribuição geográfica e dados genéticos. O ideal é combinar várias informações para alcançar um entendimento mais completo dos organismos. No entanto nem sempre os dados convergem para uma resposta comum e nisso reside uma das belezas da Ciência, pois sempre o estudo aprofundado tenta solucionar as perguntas biológicas levantadas.

A prática de procedimento científico utilizado na classificação da diversidade biológica, familiariza os estudantes com alguns termos específicos de Genética e Biologia Molecular, num contexto de classificação da diversidade biológica, por isso cumpre, nas escolas, relevante função pedagógica.

A simulação do procedimento de classificação dos periquitos, apresentada nesta atividade pedagógica, faz com que o aluno aprenda, de maneira lúdica, que a classificação se faz com base em critérios que podem parecer artificiais. A atividade faz com que o aluno entenda que a classificação e a nomenclatura das espécies podem mudar com a utilização de novas características e que em Ciência se trabalha com hipóteses temporárias, passíveis de serem modificadas a cada novo fato que se descobre.

### Materiais

Para a realização do experimento são necessários os materiais relacionados abaixo:

- três envelopes identificados pelos números: **1**, **2** e **3**; cada um deles contém, externamente, o desenho de um periquito e sua distribuição geográfica (Figura 1); - cada envelope contém: o cariótipo da espécie (Figura 2) e três sequências de bases do DNA (Figura 3). Todos os materiais descritos estão apresentados na figura 4.

Como esta simulação é um estudo de caso, recomenda-se que ela seja aplicada após a atividade “CLASSIFICANDO A DIVERSIDADE – PARTE 1” (Mori *et al.*, 2010).

### Preparo da atividade

1. Dividir a classe em turmas de cinco alunos. Distribuir cópias dos itens “**Procedimento**” e “**Entendimento da Atividade**” para cada grupo.
2. Distribuir para cada turma os envelopes **1** a **3** que representam as espécies de periquitos a serem agrupados (Figura 1) e o procedimento. Peça para os alunos não abrirem os envelopes.
3. Orientar os estudantes para que sigam as instruções dos itens “Procedimento” e “Entendimento da atividade”.
4. Comparar os agrupamentos feitos pelas diferentes turmas de alunos. Ressaltar e discutir com a classe os critérios adotados em cada turma.
5. Discutir a subjetividade da análise de cada característica, assim como a definição dos critérios.

### Procedimento para o aluno

Analisar as figuras dos periquitos **1** a **3** e as suas respectivas distribuições geográficas.

Agrupar os periquitos por critérios de semelhança das características externas e de distribuição geográfica, critérios esses estabelecidos pelo grupo.

Abrir os envelopes e analisar os cariótipos (número, tamanho e forma dos cromossomos). Agrupar os periquitos com base nos cariótipos.

Abriu os envelopes e comparar as três sequências de bases do DNA que representam três indivíduos da espécie.

Comparar as sequências das três espécies.

Agrupar as espécies de periquitos com base nas sequências de DNA.

### Entendimento da atividade

Discutir com os colegas e responder as questões de 1 a 6:

1. O que representa cada envelope com os números de 1 a 3?
2. Quais foram os critérios utilizados para agrupar os periquitos dos envelopes de 1 a 3?
3. Há outras possibilidades de agrupamentos? Comparar os critérios adotados e os agrupamentos obtidos pelas outras turmas.
4. Com as características internas adicionais – cariótipo e sequência de bases do DNA – os periquitos podem ser reagrupados?
5. O agrupamento feito com base nas características internas foi semelhante àquele que foi feito com base na morfologia e distribuição geográfica?
6. Há características que são “melhores” para agrupar do que outras? Como verificar isso?

### Anexos

#### Anexo 1. Informações para o Professor

De acordo com os estudos em Biologia Evolutiva, assume-se que os organismos evoluíram a partir de um ancestral comum no decorrer dos últimos 5 bilhões de anos, e os evolucionistas se preocupam com os mecanismos adaptativos relacionados às características que favorecem a sobrevivência e a reprodução dos organismos. Algumas dessas características são encontradas apenas em certos grupos de organismos, enquanto outras são compartilhadas por quase todos os seres vivos, refletindo a unidade da vida. Embora não se precise discutir isso com os alunos nessa atividade, ao se agrupar os organismos pelas semelhanças, procura-se entender a história deles, e se tais semelhanças são devidas a uma origem ancestral em comum. As características que são usadas nessas comparações podem ser várias e o que faz com que dois organismos sejam agrupados é o fato de compartilharem o mesmo estado de determinada característica. Tomando como característica, por exemplo, a plumagem, o estado dessa característica nos periquitos apresentados pode ser amarelo, verde ou alaranjado.

O cariótipo é outra característica da espécie, por exemplo: a espécie A possui um cariótipo com três pares de cromossomos acrocêntricos, e um par de cromos-

somos muito pequenos, provavelmente acrocêntricos; a espécie B possui o mesmo cariótipo de A; a espécie C possui um cariótipo com três pares de cromossomos acrocêntricos e um par de cromossomos metacêntricos bem pequenos. Se estivesse sendo analisada somente esta característica, seria possível formular a hipótese de que a espécie A está no mesmo grupo de B, porque compartilham o mesmo cariótipo, e C está em outro agrupamento. Na atividade que os estudantes realizaram, as três espécies possuem cariótipos idênticos. Esta é uma indicação de que as espécies em questão são muito próximas. Porém, neste caso, o cariótipo não pode ser usado para separar os grupos.

As sequências de bases do DNA têm sido amplamente utilizadas como marcadores para se estudar a história evolutiva dos organismos. Assim, um determinado segmento do genoma é estudado em diversas espécies (por exemplo, um gene que codifica para uma proteína). Tais segmentos são sequenciados e as sequências de bases do DNA obtidas são alinhadas e comparadas. Tal comparação pode ser feita de diversas maneiras mas, uma das mais simples, é quantificar o número de diferenças.

### Anexo 2

#### Respostas para as questões da seção “Entendimento da atividade”

1. Cada envelope representa uma espécie de periquito, sendo que o desenho na parte externa do envelope corresponde à morfologia externa e, simbolicamente, quando se abre o envelope simula-se a análise de características internas, nesse caso, cariótipo e sequências de bases do DNA.
2. Cada turma pode ter adotado características e critérios diferentes, chegando a agrupamentos diversos em relação a outras. Neste ponto é importante discutir tanto a subjetividade dos critérios, assim como a escolha feita pelas diferentes turmas.
3. Sim, há outras possibilidades de agrupamentos. A turma que fez agrupamentos, por exemplo, pela semelhança na cor da plumagem do peito, pode ter agrupamentos diferentes daquelas que agruparam pela cor do bico.
4. As novas características estudadas podem ajudar a reforçar alguns dos agrupamentos já existentes ou modificar os agrupamentos feitos com as características externas. Pode parecer confuso, mas a situação que um pesquisador enfrenta é semelhante a esta, isto é, a resposta nem sempre é fácil de ser encontrada e nem sempre ela pode ser confirmada, mesmo com a análise de maior número de características.
5. Provavelmente os agrupamentos não serão os mesmos e intuitivamente as turmas devem ter reagrupado os

periquitos dando pesos diferentes a cada característica, ou ainda optando pelos agrupamentos com maior número de características coincidentes. Este é exatamente o tipo de situação que acontece em determinadas etapas da classificação dos organismos.

6. Algumas características podem refletir mais claramente a história evolutiva do grupo de organismos que está sendo estudado e, assim, podem ser “melhores”. Para verificar tal possibilidade, são necessários muitos estudos; se vários dados independentes apontam para uma mesma história, deve ser mais provável que ela esteja correta.

### Anexo 3

#### Glossário

**Biodiversidade:** O termo *Biodiversidade* apresenta inúmeras definições, até mesmo ciências como a Geografia e Economia entre outras, apresentam definições para biodiversidade. O interesse, no caso do experimento, é a definição biológica do termo o que não ajuda muito, pois mesmo nessa área há diversas definições. Para simplificar, pode-se dizer que o termo Biodiversidade pressupõe-se que se refira à riqueza de espécies (o número de diferentes espécies em um ecossistema), sua abundância (o número relativo de cada espécie) e as interações ecológicas entre todas essas espécies. Este termo carrega inúmeras relações intrínsecas que não necessariamente serão relevantes para a atividade. Portanto, é preferível utilizar o termo “*diversidade biológica*” desconsiderando as relações ecológicas, não utilizando, desta maneira, a palavra Biodiversidade de maneira incorreta.

**Classificação:** Agrupamento segundo critérios previamente definidos. O método comparativo e o agrupamento segundo as semelhanças existentes entre os objetos, organismos etc, são as principais maneiras de estudar as relações entre os organismos.

**Cariótipo:** é o conjunto de cromossomos de uma célula somática de um organismo e pode ser analisado em uma célula mitótica em metáfase. As características numéricas e morfológicas dos cromossomos podem fornecer informações sobre o grau de proximidade evolutiva entre os organismos.

**Sequência de DNA:** o DNA é composto de nucleotídeos que por sua vez são compostos de uma molécula de açúcar (desoxirribose), um agrupamento fosfato e uma base nitrogenada. Há quatro tipos de bases nitrogenadas: adenina (A), citosina (C), guanina (G) e timina (T). Quando se diz que se determina a sequência de DNA significa que é determinada a sequência de bases do DNA.

#### Bibliografia e Leitura complementar

- Avise, John C. 1994. *Molecular Markers, Natural History and Evolution*. Chapman & Hall. New York, NY. 511p.
- Frankham, R.; Ballou, J.D. & Briscoe, D.A. 2004 *A primer of Conservation Genetics*. Cambridge. New York, NY. 220p.
- Futuyma, Douglas. 1992. *Biologia Evolutiva*. 2ª ed. Sociedade Brasileira de Genética. Ribeirão Preto. SP. 631p.
- Mori, L; Miyaki, C. Y. & Arias, M. C. 2010. Classificando a diversidade. *Genética na Escola*, 05.01: 5-12.
- Stearns, Stephen C. & Hoekstra, R. F. 2003. *Evolução: uma introdução*. Atheneu. São Paulo, SP. 379p.
- Atividade virtual: “Classificando Periquitos”. [www.ib.usp.br/microgene/](http://www.ib.usp.br/microgene/) (Acesso 17/02/2012)

#### Agradecimentos

Aos inúmeros professores, alunos e colegas que executaram a atividade nas “Oficinas Livres” no VIII Encontro e Perspectivas do Ensino de Biologia, em 2002, e no evento “Genética na Praça”, durante o 47º Congresso Brasileiro de Genética, promovido pela Sociedade Brasileira de Genética, em 2001, e que fizeram várias sugestões para aperfeiçoar a atividade.

Este trabalho contou com apoio financeiro da Pró-Reitoria de Graduação da Universidade de São Paulo – Projeto ProMat (2003-2005). Os conjuntos de materiais para aplicação da atividade em uma classe de 40 alunos estão à disposição para empréstimo na Estação Ciência (<http://www.eciencia.usp.br>) – Experimentoteca. Rua Guaicurus, 1394, Lapa, São Paulo. Telefone: (11)3673-7022, e no Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo – Rua do Matão, 277, sala 314, de segunda a sexta-feira, das 8 às 12 horas.

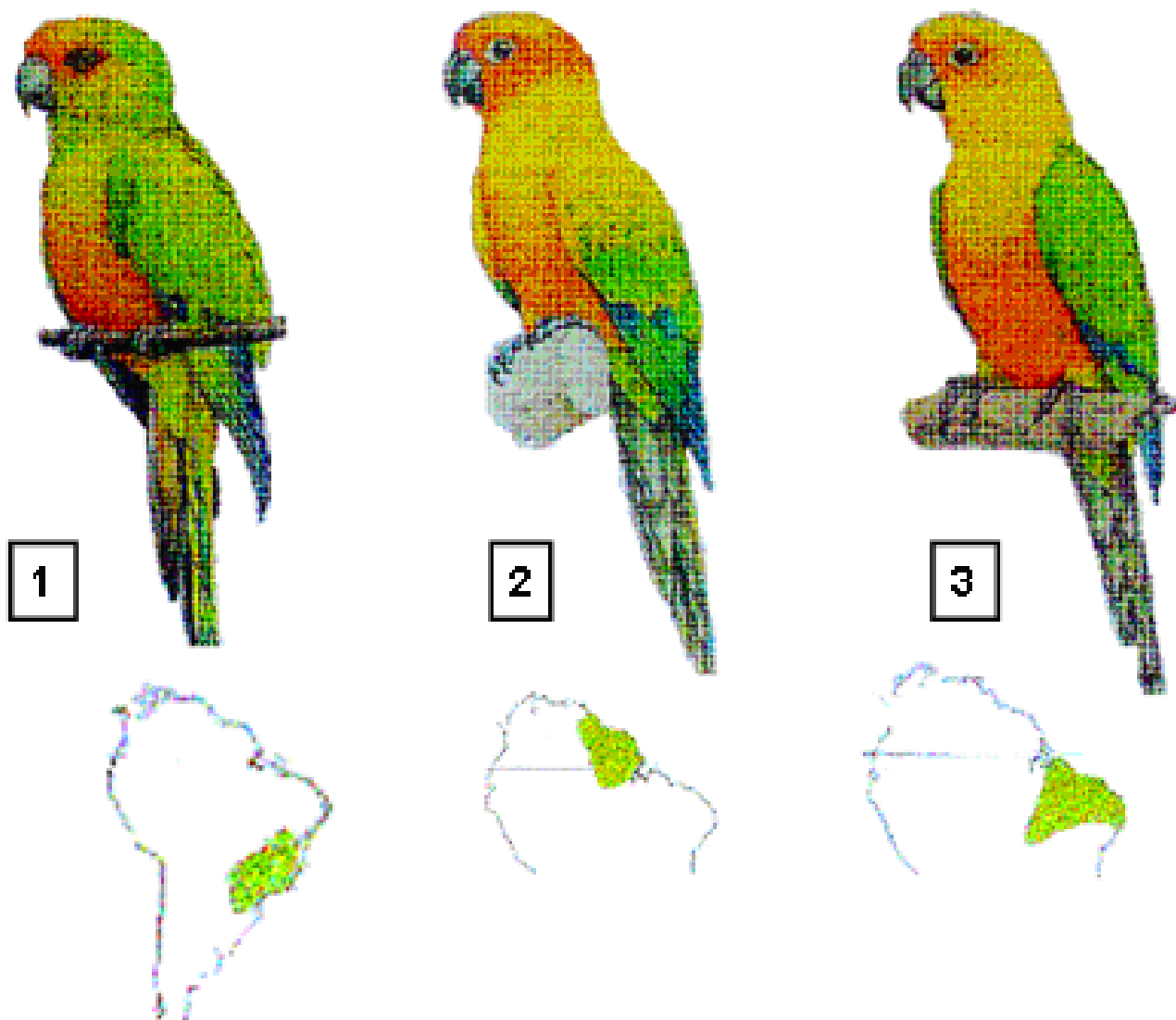


Figura 1. Periquitos da fauna brasileira e distribuições geográficas. Adaptado do livro “Handbook of the Birds of the World”, vol. 4, Lynx Edicions, Barcelons, 1997.

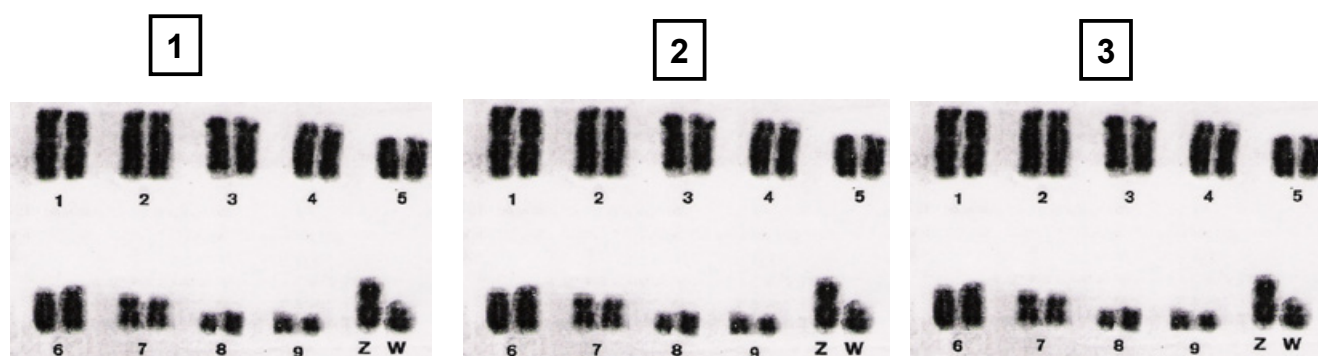


Figura 2. Cariótipos dos periquitos de 1 a 3, ilustrados na Figura 1.

(1) GGGTCAAAAATACGGGGCCCTAGCTTTTACGT  
 (1) GGGTCAAAAATACGGGGCCCTAGCTTTTACGT  
 (1) GGGTCAAAAATACGGGGCCCTAGCTTTTACGT  
 (2) GGGTCAAAAAGTACGGGGCCCTTAGCTTTTACGT  
 (2) GGGTCAAAAAGTACGGGGCCCTTAGCTTTTACGT  
 (2) GGGTCAAAAAGTACGGGGCCCTTAGCTTTTACGT  
 (3) GGATCAAAAATACGGGACCCTAGCCCTACGT  
 (3) GGATCAAAAATACGGGACCCTAGCCCTACGT  
 (3) GGATCAAAAATACGGGACCCTAGCCCTACGT

Figura 3. Sequências de DNA dos periquitos 1 a 3, ilustrados na Figura 1.



Figura 4. Foto ilustrativa dos três envelopes com os periquitos e a distribuição geográfica colados externamente no envelope, e os respectivos cariótipos e sequências do DNA que deverão ser colocadas dentro de cada envelope.