



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO PIAUÍ
CAMPUS TERESINA CENTRAL
LICENCIATURA EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**

**APRENDENDO GENÉTICA COM OS PORQUINHOS DA ÍNDIA (*Cavia porcellus*):
uma cartilha como proposta para sala de aula.**

TERESINA-PI

2024

ÍTALO MATHEUS RAMOS LEITE

**APRENDENDO GENÉTICA COM OS PORQUINHOS DA ÍNDIA (*Cavia porcellus*):
uma cartilha como proposta para sala de aula.**

Trabalho de Conclusão de Curso (artigo científico)
apresentado como exigência parcial para obtenção do
diploma do Curso de Licenciatura em Ciências
Biológicas do Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia do Piauí, Campus Teresina Central

Orientadora: Prof. Dr. JOSÉ WILLIAMS GOMES DE
OLIVEIRA FILHO

APRENDENDO GENÉTICA COM OS PORQUINHOS DA ÍNDIA (*Cavia porcellus*): uma cartilha como proposta para sala de aula.

Ítalo Matheus Ramos Leite¹
José Williams Gomes Oliveira Filho²

RESUMO

O ensino de genética apresenta desafios a serem superados, principalmente sobre a visão que as pessoas possuem diante da ciência como verdade inquestionável. As cartilhas, pode contribuir como ferramentas educadoras no ambiente escolar, uma vez que garantem o direito à comunicação como também auxiliam em diversas práticas escolares. O presente estudo teve como objetivo produzir uma cartilha didática a partir de imagens de *C. porcellus* como mecanismo facilitador dos conceitos básicos de monohibridismo, com ênfase em alelos letais. A revisão de literatura executada nesse trabalho foi feita entre os dias 20 de junho de 2023 até dia 15 setembro de 2024.. Contemplando estudos nacionais e internacionais sobre o tema no período de 14 anos. Os periódicos científicos utilizados na revisão foram encontrados no SciELO (www.scielo.com.br) e o Google Acadêmico. Inicialmente, foram selecionados cinco artigos, onde todos foram encontrados no Google Acadêmico. No entanto, após uma triagem e análise detalhada, verificou-se que esses artigos não incluíam informações sobre os genes e genótipos do *C. porcellus*. Com genótipos encontrados na ACBA, foi desenvolvida uma cartilha alinhada com a BNCC com o objetivo de auxiliar alguns conteúdos relatados nas matérias de biologia e ciências. A cartilha produzida pode ser utilizada juntamente com as recursos que convencionalmente os professores utilizam para exposição dos conceitos de genética Dessa forma, a cartilha tem potencial para subsidiar uma explicação e até revisão dos conteúdos ofertados .

Palavras-chave: cartilha educativa; genética de porquinhos da índia; estratégias de ensino; metodologias.

ABSTRACT

Teaching genetics presents challenges to be overcome, especially regarding the view that people have of science as an unquestionable truth. Booklets can contribute as education tools in the school environment, as they guarantee the right to communication as well as assist in various school practices. The present study aimed to produce a didactic booklet based on images of *C. porcellus* as a mechanism to facilitate the basic concepts of monohybridism, with an emphasis on lethal alleles. The literature review carried out in this work was carried out between June 20, 2023 and September 15, 2024. Covering national and international studies on the topic over a period of 14 years. The scientific journals used in the review were found on SciELO (www.scielo.com.br) and Google Scholar. Initially, five articles were selected, all of which were found on Google Scholar. However, after detailed screening and analysis, it was found that these articles did not include information about the genes and genotypes of *C. porcellus*. With genotypes found in ACBA, a booklet aligned with the BNCC was developed with the aim of helping

¹ Ítalo Matheus Ramos Leite. Graduando em Ciências Biológicas. Instituto federal do Piauí. E-mail: Catce.2020111bio0118@aluno.ifpi.edu.br

² José Williams Gomes de Oliveira Filho, Dr. em biotecnologia e professor do Instituto Federal de Educação Campus Teresina Central. E-mail: williamsfilho@ifpi.edu.br

some content reported in biology and science subjects. The booklet produced can be used together with the resources that teachers conventionally use to explain genetics concepts. In this way, the booklet has the potential to support an explanation and even review of the content offered.

Keywords: educational booklet; guinea pigs genetics; teaching strategies.

Data de aprovação: 18/09/2024

1 INTRODUÇÃO

Na contemporaneidade, observa-se a insistência, na prática do ensino, com metodologias que trazem consigo aspectos condizentes com a tendência tradicional, sendo escassos de metodologias ativas e materiais didáticos inovadores que visem promover o protagonismo e uma aprendizagem significativa no processo de ensino para alunos do ensino médio. (Pereira, 2019).

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) é um documento de caráter normativo que define o conjunto orgânico e progressivo de aprendizagens essenciais que todos os alunos devem desenvolver ao longo das etapas e modalidades da Educação Básica [...] (Brasil, 2018, p.7). O documento traz diversas normas que regem o ensino de ciências da natureza, com habilidades e competências específicas para cada etapa.

A BNCC enfatiza que na área de ciências da natureza os conhecimentos estão organizados em leis, modelos ou teorias que são responsáveis por explicar diversos fenômenos naturais, e no ensino médio as aprendizagens serão tratadas de forma específica para cada conteúdo. (Brasil, 2018, p.548)

E dentro das habilidades podemos observar uma em específico que rege o ensino de genética, temos:

(EM13CNT304) Analisar e debater situações controversas sobre a aplicações de conhecimento da área de Ciências da Natureza (tais como tecnologias do DNA, tratamento com células-tronco, neurotecnologias, produções de tecnologias de defesa, estratégias no controle de pragas, dentre outros), com base em argumentos consistentes legais, éticos e responsáveis, distinguindo diferentes pontos de vista (Brasil, p.553).

A BNCC traz 3 competências específicas para área de ciências da natureza, sendo a 2ª a responsável por definir que o estudante deve compreender sobre a dinâmica e evolução da vida, ou seja, assim essa competência abordará conhecimentos sobre o material genético (Brasil, 2018, p. 553).

O ensino de genética apresenta desafios a serem superados, principalmente sobre a visão que as pessoas possuem diante a ciência como verdade inquestionável, de certa forma, inviabilizando que os alunos observem de maneira clara o real método científico, que possui natureza científica/investigativa, e que acaba por desestimular os alunos. Outra problemática é sobre o panorama positivista que os alunos dispõem da ciência, que força a visão racional técnica, onde o professor se sente obrigado em transmitir aos alunos verdades definitivas sobre os conteúdos. (Scheid, et al, 2006).

Os porquinhos da índia (*Cavia porcellus*) são pequenos roedores oriundos da região dos Andes que está localizado na América do Sul. (Lammers, 2009). Esses animais possuem hábitos diurnos, tendo como característica marcante a natureza sociável, e um vasto repertório de sons emitidos nos quais possuem significados distintos. Atingem cerca de 1 kg de peso corporal, com uma expectativa média de vida

de 4 a 8 anos, além desses aspectos gerais, podem ser encontrados em diversas características fenotípicas, podendo variar de animais de pelagem longa, lisa, ondulada, curta, sem pelo, e podem ter diversas pigmentações, sendo que esses caracteres são divididos em raças por criadores e associações (Vetset, 2022).

Segundo o ANEXO I da portaria de nº 2489, de 9 de julho de 2019, consta a criação de *C. porcellus* como uma espécie doméstica, que se encontra isenta de autorização ambiental de fauna para fins de criação. (Ibaram, 2019). Nesse sentido, o uso desses animais torna-se viável para a elaboração de materiais didáticos, como, por exemplo, imagens que demonstrem suas características fenotípicas, assim não denegrindo a integridade física e mental do animal para a confecção do material didático.

Imagens ilustrativas utilizadas no ensino de biologia desempenham uma tarefa centralizada na elaboração e interligação das ideias e temáticas que são designadas a ciência. Portanto, se constitui como um mecanismo que irá auxiliar no entendimento dos conceitos atribuídos pelo professor no decorrer da aula. (Tomio *et al*, 2013).

“As cartilhas, entram atuando como ferramentas educadoras no ambiente escolar, uma vez que garantem o direito à comunicação como também auxiliam em diversas práticas escolares.” (Dias, 2018, p. 16). Dessa forma, a cartilha contendo imagens das características fenotípicas de fácil visualização dos porquinhos da índia como ausência e/ou presença de pelos, textura e cor podem auxiliar o estudante a compreender heranças estabelecidas por Gregor Mendel, como dominância, recessividade, codominância e herança intermediária, o uso dessa ferramenta pode tornar o ensino de genética mais dinâmico, interessante e compreensível para os estudantes.

Logo, o problema que serviu de alicerce para a construção do artigo foi: quais são os genes responsáveis por codificar características fenotípicas em *C. porcellus*, e que podem ser utilizados em uma cartilha educativa de uso auxiliar no ensino de genética?

São múltiplas as dificuldades no processo de ensino na biologia, dentre elas a quantidade de termos técnicos utilizados na área, e o processo na descrição de estruturas são fatores que tornam a matéria cansativa. (Motokane, 2015). Dessa forma, o ensino de genética não se torna desigual em relação a esse problema, principalmente quando se faz o uso de conceitos intangíveis que dificultam a compreensão do conteúdo.

Em análises realizadas durante a trajetória acadêmica no ensino médio relacionado ao ensino de genética, observam-se dificuldades dos estudantes nessa parte, principalmente em conteúdos como primeira e segunda lei de Mendel, e outros conteúdos apresentados posteriormente como, por exemplo, genes letais, codominância e herança intermediária. O cronograma escolar em boa parte das vezes é muito comprimido, principalmente no ensino médio que está direcionado aos vestibulares, os professores apresentam os conteúdos em um curto período, dessa forma, no decorrer das aulas de genética era escasso o uso de metodologias e recursos didáticos que pudesse tornar aula mais atrativa aos alunos.

Devido ao novo ensino médio, muitos conteúdos das mais diversas áreas tiveram reduções significativas nos novos livros didáticos que estão sendo distribuídos nas escolas, conteúdos como genética que demandam uma boa base de conhecimento explicativa em alguns casos estão sendo apresentados nos novos livros em 1 ou 2 páginas apenas, esse fato torna a explicação por parte do professor mais difícil e o conhecimento do aluno fica repleto de brechas por conta do conteúdo superficial.

Além destas lacunas que promoveram o desenvolvimento do projeto, existe a motivação pessoal do autor, resultante da familiarização com os porquinhos-da-índia, pelo fato de ser criador associado à ABRL (Associação Brasileira de Roedores e Lagomorfos), o contato com esses animais permitiu observar a ampla diversidade de caracteres, genótipos e fenótipos encontrados em uma única espécie, desse modo surgiu a necessidade do projeto que envolva a produção de um material didático. O estudo pode auxiliar os professores de biologia ofertando um material que vise melhoras no ensino de genética, por meio de imagens que exemplifique as partes específicas do conteúdo a ser estudado.

O presente estudo teve como objetivo produzir uma cartilha didática a partir de imagens de *C. porcellus* como mecanismo facilitador dos conceitos básicos de monoibridismo, com ênfase em alelos letais. Primeiramente, foi identificado características dos porquinhos da índia em base de dados científicos, e produzido uma cartilha voltada para o ensino de genética que auxiliem a abordagem do tema monoibridismo e genes letais. Posteriormente, foi produzido um material didático ilustrativo a partir de fotos das características encontradas em porquinhos da índia, de cunho autoral.

2 EMBASAMENTO TEÓRICO

2.1 ENSINO DE GÉNETICA

Com o avanço da tecnologia e o progresso científico ocorridos no Brasil, que por consequência passou a compor o currículo das escolas, muitos dos estudantes não conseguem assimilar as aprendizagens de biologia, com enfoque aos conteúdos de genética a sua própria realidade no cotidiano. (Moura *et al* 2013).

Os conteúdos de genética ensinados na educação básica, na maioria das vezes são discutidos, de forma que, os alunos considerem os temas abordados de difícil entendimento e sem relevância para suas rotinas diárias. (Oca, 2005). Nesse sentido, levando em consideração a educação em genética, (Almeida, 2021. p.16) ressalta que “[...] a genética é uma área que se torna mais importante a cada dia, à medida que se percebe que a Genética e suas vertentes presentes nos noticiários, na alimentação, na indústria farmacêutica, na medicina [...]”.

O ensino de genética possui diversos desafios a serem superadas, principalmente trazendo à tona a incumbência dos professores no momento de se criar estratégias teórico-metodológicos, que serão utilizadas durante as aulas de genética, de forma que, o ensino se torne verdadeiramente efetivo e que promova uma aprendizagem significativa aos estudantes. (Silva *et al* 2019). Portanto, entende-se é necessário estratégias que envolva ferramentas do dia à dia dos alunos, assim utilizando esse recurso como uma forma minimizar os problemas que envolve o ensino de genética, dessa forma auxiliando na expansão dos conteúdos por via de compartilhamento.

A ascensão das redes sociais tornou proporções nunca imagináveis desde que surgiu. O seu caráter de compartilhamento de informações e seu fácil uso tornaram viável a democratização de utilização para diversas faixas etárias, especialmente os adolescentes. Dessa forma as instituições de ensino não podem se abstrair dessa realidade vivenciada no dia à dia dos estudantes, a escola deve utilizar desse fato para direcionar para aquisição de conhecimentos por via das mídias sociais e tornando possível a promoção de habilidades como a de colaboração, uma vez que esses conhecimentos podem ser compartilhados entre os alunos. (Minhoto; Meirinhos, 2011).

2.2 USO DE CARTILHAS EDUCATIVAS COMO MATERIAL AUXILIAR NO PROCESSO DE ENSINO DE GENÉTICA.

O uso das cartilhas educativas é uma metodologia ativa com uma capacidade de expor conteúdos complexos com uma linguagem simples e acessível para o público comum, tornando possível um entendimento de conceitos científicos. (Oliveira, 2022).

O ensino e aprendizagem em genética se fazem necessários, tendo em vista que, esse conteúdo serve de alicerce e até mesmo pré-requisito para outros conteúdos na biologia. A ausência desse entendimento básico poderá afetar todo o percurso do progresso educacional do aluno nessa área da ciência, isso ocorre pelo fato de que muitas vezes conteúdos como esses são abordados de forma abstrata, e por conta disso muitos alunos acabam perdendo o interesse e a motivação em poder se aprofundar e aprender de forma efetiva sobre a genética. Dessa forma, (Barros, 2013, p.6) ressalta que para amenizar os impactos negativos na ineficácia no ensino de genética é necessário “[...] a intervenção de recursos didáticos que subsidiem o processo de ensino, onde este facilite a compreensão dos conteúdos e seja capaz de instigar os estudantes.” Fazendo com que as cartilhas sejam ferramentas perfeitas para se encaixar em sala de aula, principalmente por conter os conteúdos necessários expostos de maneira minimalista e de fácil captação.

A utilização de imagens que observadas em livros didáticos de biologia se faz de grande importância, visto que, boa parte dos conteúdos abordados é de caráter abstrato, dessa forma, as imagens se tornam uma ferramenta indispensável para a construção dos saberes. (Heck; Hermel, 2013). Nas aulas tradicionais, os livros didáticos são amplamente utilizados como método de ensino, mas nem sempre são atraentes devido ao formato com muitos parágrafos longos e poucos resumos breves. Com as redes sociais, como o WhatsApp, Instagram, Facebook, YouTube e TikTok, os professores podem compartilhar conteúdos resumidos em forma de posts ou cartilhas, permitindo que os alunos tenham um conhecimento básico antes ou no decorrer das aulas presenciais. Além disso, a comunicação entre alunos e professores pode ser facilitada, possibilitando a rápida disseminação de dúvidas e conhecimento.

A representação de conceitos, estruturas e dentre outros utilizando imagens se torna uma forma de subsidiar o diálogo científico, visto que, possui a capacidade de conectar as perspectivas da natureza, com o direcionamento dos conteúdos e ideias (Coutinho, *et al*, 2010). Nesse sentido, materiais feitos com imagens de *C.porcellus* tem total potencial para subsidiar um melhor entendimento geral do aluno, assim relacionando o conteúdo a realidade vivenciada, logo as imagens são de animais reais muito conhecidos no mundo pet.

3 METODOLOGIA

A revisão de literatura executada nesse trabalho foi feita entre os dias 20 de junho de 2023 até dia 15 setembro de 2024. Contemplando estudos nacionais e internacionais sobre o tema no período de 14 anos. Os periódicos científicos utilizados na revisão foram os sites, Scientific Library On Line – SciELO – www.scielo.com.br e Google Acadêmico.

Para realizar a pesquisa foi feito o uso das seguintes palavras-chaves: “*C.porcellus*”, “porquinhos da índia”, “genética”. Ressaltando que o Scielo possivelmente por motivos da própria plataforma, não possibilita a pesquisa de várias

palavras chaves simultaneamente, entretanto, o Google Acadêmico oferta a possibilidade de pesquisar várias palavras conjuntamente.

Para a seleção dos artigos foram criados alguns critérios de inclusão e exclusão, por exigência espera-se que os artigos selecionados investigassem ou explicitavam os genes, que definiam as variedades presente em *C. Porcellus*, foram desconsiderados artigos que não tratassem sobre a genética desses animais. Na primeira parte da pesquisa realizada nos periódicos, foram aceitos trabalhos em forma de artigos, trabalho de conclusão de curso, que no resumo continham pelo menos 3 palavras-chave, assim como estabelecidas anteriormente.

Entre os critérios de exclusão temos: trabalhos que tinham como foco assuntos não relacionados a genética de porquinhos da índia e repetidos nos periódicos até então pesquisados. Ao inserir os descritores "*C.porcellus*", "porquinhos da índia", "genética" juntamente com os filtros: trabalho publicado desde 2010 após a inserção dos descritores e filtros obteve um total de 11 resultados no Google Acadêmico, onde apenas 5 trabalhos atendiam os critérios de inclusão. e foram selecionados para etapa de triagem.

No SciELO, foi inserido o descritor "porquinho da índia" com os filtros: artigos no período de 2010 a 2024, nacionalidade brasileira ou internacional, obtendo um total de 3 resultados e nenhum atendia os requisitos estabelecidos.

Devido à ausência de trabalhos nas bases de dados pesquisadas que, mostrassem os genes e genótipos especificamente de porquinhos da índia, foi feito o levantamento das informações em um site de alta relevância para criadores que visam o melhoramento genético do seu plantel de *C.porcellus*, o site que foram extraídas os genótipos das variedades dos animais foi o Associação Americana de Cavy (ACBA).

A cartilha foi confeccionada utilizando o Canva, uma plataforma para *web desing* e comunicação visual, junto com as informações da BNCC, além de fotos tiradas pelo autor dos animais de sua criação doméstica e os genótipos ofertados pelo site ACBA.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram selecionados um total de 5 artigos encontrados no Google Acadêmico, no entanto após a etapa de triagem e análises dos artigos constatou-se que os trabalhos não traziam os genes e genótipos dos *C.porcellus*.

A seguir será apresentado os genótipos e fenótipos encontrados na ACBA e as fotos dos animais que foram produzidas pelo autor. Onde foram desenvolvida tabelas para poder organizar as determinadas cores e marcações (fenótipos) e logo ao lado temos a representação do genótipo que compõe essa variedade.

• Gene A (Aspecto Agouti)

Relação de dominância e recessividade definida entre os genes: **A > ar > at > a**

- **A** = causa o aspecto agouti na pelagem
- **ar** = definição para Agouti sólido (quando a barriga também apresenta o aspecto agouti)
- **at** = Responsável pelas marcações de pelo e pele Tan, Otter, Lux, Fox.
- **a** = Pelagem de cor única (self) ou não agouti.

Tabela 1 - Possíveis genótipos com o gene A (aspecto agouti).

FENÓTIPO	GENÓTIPO
AGOUTI	<i>AA, Aar, Aat Aa</i>
AGOUTI SÓLIDO	<i>ar ar; ar at; ar a</i>
TAN, FOX, LUX, OTTER	<i>at at, at a</i>
SELF (COR SÓLIDA)	<i>aa</i>

Fonte: ACBA (2013).

Figura 1- fenótipo agouti (*AA, Aar, Aat, Aa*)



Fonte – elaboração do autor

Figura 2 – fenótipo Tan (*at*)



Fonte – elaboração do autor

Figura 3 – fenótipo self ou cor sólida (*aa*)



Fonte – elaboração do autor

- Gene **B** (pigmentação das cores para animais da linhagem preta)

Relação de dominância e recessividade definida entre os genes: $B > b$

- **B** = para animais da pigmentação PRETA
- **b** = para animais da pigmentação CHOCOLATE

Tabela 2 - Possíveis genótipos com o gene **B**.

FENÓTIPO	GENÓTIPO
PRETO	BB, Bb
CHOCOLATE	bb

Fonte: ACBA (2013).

Figura 4 – fenótipo preto (**Bb** ou **Bb**)



Fonte – elaboração pelo autor

Figura 5 – fenótipo chocolate (*bb*)

Fonte – elaboração pelo autor

- **Gene C (pigmentação das cores para animais da linhagem vermelha):**

Relação de dominância e recessividade definida entre os genes: **C > ca > c**

- **C** = para animais de pigmentação VERMELHA
- **ca** = para animais de marcação HIMALAIA
- **c** = é a despigmentação total da pelagem, tornando o animal um SELF BRANCO

Tabela 3 - Possíveis genótipos com gene C

FENÓTIPO	GENÓTIPO
VERMELHO	<i>CC, Cck, Ccd, Ccr, Cca, Cc</i>
HIMALAIOS	<i>ca ca, ca c</i>
BRANCOS	<i>c c</i>

Fonte: ACBA (2013).

- **Gene P (responsável pela coloração dos olhos):**

Relação de dominância e recessividade definida entre os genes: **P > pr > p**

O gene **P** pode ser encontrado em 3 formas diferentes, sendo elas:

- **P** = definem olhos escuros (pretos, azuis, acinzentados.)
- **PR** = definem os olhos chamados “Rubi”
- **p** = definem os olhos vermelhos

A definição dos olhos não é tão simples quanto parece ser. Na verdade, existem outros 2 genes (gene **B** e gene **C**) que também interferem no fenótipo dos olhos de um porquinho da índia. Sendo assim, olhos escuros são sempre dominantes em relação aos olhos vermelhos.

Tabela 4 - Possíveis genótipos com gene P

FENÓTIPO	GENÓTIPO
OLHOS ESCUROS	<i>PP, Ppr, Pp</i>
OLHOS RUBI	<i>pr pr, pr p</i>

OLHOS VERMELHOS

<i>pp</i>

Fonte: ACBA (2013).

Figura 6 – fenótipo de olho escuro (*PP*, *Ppr*, *Pp*)



Fonte – elaboração pelo autor

Figura 7 – fenotipo de olho vermelho (*pp*)



Fonte – elaboração pelo autor

- Gene **Rn** (define a marcação Roan e Dálmata dos porquinhos)

Relação de dominância e recessividade definida entre os genes: **Rn** > *rn*

O gene **Rn** pode ser encontrado em 2 diferentes formas, sendo elas:

- **Rn** = define a presença das manchas coloridas do Roan e Dálmata
- *rn* = define a ausência das manchas coloridas do Roan e Dálmata

Diferente dos outros genes, o gene **Rn** é conhecido como “Gene letal”, quando duplicado.

Por ser um gene dominante, sua disseminação é maior em relação as variedades Não-Ruão ou Não-Dalmáta, isso chama a atenção para um tipo de cruzamento fortemente contraindicado, que é quando realizado entre dois animais **Rn**, pois este gera filhotes mortos ou com problemas físicos como por exemplo cegueira e ausência de dentes que torna os filhotes com essa condição inviáveis para chegar até a fase adulta.

Um animal Roan só deverá ser cruzado com animais não-Roan, para evitar que apareçam genes **RnRn** na gestação. É contraindicado cruzar Roan com animais brancos também, pois estes podem ser animais Roan completamente ausentes de pigmentação, causados pelos alelos **cc**. Ou seja, a presença de manchas é dominante a ausências das mesmas.

Tabela 5 - Possíveis genótipos com gene *Rn*.

FENÓTIPO	GENÓTIPO
GENE LETAL	<i>Rn Rn</i>
ROAN	<i>Rn rn</i>
NÃO-ROAN	<i>rn rn</i>

Fonte: ACBA (2013).

Figura 8 - Fenótipo ruão (*Rn rn*)



Fonte – elaboração pelo autor

Figura 9 – Características fenotípicas do gene letal (**Rn Rn**)



Fonte – elaboração pelo autor

- Gene **Sn** (define a marcação “Satin” ou acetinado do animal)

Relação de dominância e recessividade definida entre os genes: **Sn > sn**

Assim como o gene **Rn**, o gene **Sn** também é um gene letal, porém, dessa vez é um gene RECESSIVO, o que torna as coisas um pouco mais simples.

Infelizmente, o gene **Sn** está fortemente ligado a uma doença chamada Osteodistrofia, uma doença óssea incurável que causa muita dor e problemas ósseos aos animais.

Nem todos os porquinhos Satin que possuem a doença, mas boa parte deles a possuem. Seus sintomas costumam aparecer entre os 12 e 18 meses e normalmente podem ser vistos em seus dentes, movimentos ou dificuldades em partos. Existem cuidados especiais para que a dor seja amenizada e o porquinho viva de forma mais saudável, apesar da condição patológica permanente que apresenta.

O gene **Sn** pode ser encontrado em 2 diferentes formas, sendo elas:

- **Sn** = Ausência da marcação acetinada no pelo do animal
- **sn** = Presença da marcação acetinada no pelo do animal

É altamente contra-indicado o cruzamento de dois animais satins, sendo indicados apenas cruzamentos entre animais (**sn sn**) x (**Sn sn**) ou (**Sn sn**) x (**Sn sn**).

Tabela 6 - Possíveis genótipos com gene **Sn**.

FENÓTIPO	GENÓTIPO
NÃO-ACETINADOS	Sn Sn, Sn sn
ACETINADOS	sn sn

Fonte: ACBA (2013).

Figura 10 – Fenótipo acetinado (*sn sn*)



Fonte – elaboração pelo autor

Figura 11 – Fenótipo não-acetinado (*Sn Sn ou Sn sn*)



Fonte – elaboração pelo autor

Com genótipos encontrados na ACBA, foi desenvolvida uma cartilha alinhada com a BNCC com o objetivo de auxiliar alguns conteúdos relatados nas matérias de biologia e ciências. Nela podemos encontrar temas relacionados a primeira e segunda lei de Mendel além de alelos letais exemplificados na prática com o auxílio de imagens de porquinhos da Índia.

Figura 12 - Capa da cartilha

Aprendendo genetica com porquinhos da índia



Como utilizar o material:

A presente cartilha contempla conteúdos como 1º e 2º lei de Mendel, Codominância, Alelos Letais e dominância incompleta.

Após uma aula introdutória o professor pode repassar esse material aos alunos para estudo assistido.

Cada tipo de herança genética vai está representada por uma imagem de porquinho da índia juntamente com a descrição dos fatores que determinam esses aspectos físicos/fenotípicos do animal.

Após a explicação do professor e o uso da cartilha, os alunos participarão de uma atividade para fixar o conteúdo, na qual deverão analisar uma imagem e descrever brevemente a herança que determina a característica fenotípica apresentada.








Cavia porcellus e genética:

- »»» O *Cavia porcellus* é o nome científico dos nossos queridos porquinhos da índia, esses roedores surgiram nas proximidades da Cordilheira dos Andes, e por lá foram domesticados pelos nativos para consumo.
- »»» Com a chegada da Coroa Espanhola naquelas redondezas esses animais foram levados à Europa e por lá foram disseminados mundo a fora!
- »»» Esses roedores apresentam um diversidade gigantesca de características, sendo divididas em raças que apresentam diversos genótipos e fenótipos dentro dessa variedade.



genética com porquinhos da índia

Instruções de uso e origem do *C. porcellus*

Figura 13 – BNCC E INTRODUÇÃO

BASE NACIONAL COMUM CURRICULAR
EDUCAÇÃO E A BNCC

Competências da BNCC na cartilha.

(EMI3CNT201) Analisar e discutir modelos, teorias e leis propostas diferentes épocas e culturas para comparar distintas explicações sobre o surgimento e a evolução da Vida, da Terra e do Universo com as teorias científicas aceitas atualmente. (BNCC, p.557, 2018).

1º e 2º Leis de Mendel

Alelos Letais

Co-dominância e herança intermediária



(EMI3CNT304) Analisar e debater situações controversas sobre a aplicações de conhecimento da área de Ciências da Natureza (tais como tecnologias do DNA, tratamento com células-tronco, neurotecnologias, produções de tecnologias de defesa, estratégias no controle de pragas, dentre outros), com base em argumentos consistentes legais, éticos e responsáveis, distinguindo diferentes pontos de vista (BNCC, p.556, 2018).



Leis de Mendel



Gregor Mendel é conhecido por suas "Leis de Mendel", que demonstraram que as características dos indivíduos são determinadas por genes, os quais podem ser dominantes ou recessivos. (AMABIS e MARTHO, 1990; SNUSTAD e SIMMONS, 2001).

O que seria a dominancia e a recessividade de Mendel comprovada de forma prática em porquinhos da índia?

Para fazer esse cruzamento vamos utilizar 2 exemplares de raças diferentes. Sendo 1 porquinho da índia da raça Skinny que vai ter como genes representantes dessa característica "aa".



Esse par de Genes são recessivos, e são representados por letras minúsculas.

Uso da BNCC e um pouco sobre Gregor Mendel.

Figura 14 – Dominância x Recessividade

O outro exemplar é um porquinho da índia com a presença de pelos, os genes que representam essa característica vão ser: "AA"



Esse par de Genes são dominantes, e são representados por letras maiúsculas.

Observação ⚠️

Cor do pelo ou pele será algo estudado mais a frente com a 2ª Lei de Mendel ou Lei da Segregação Independente.

A única característica que será levada em consideração nesse exemplo da 1ª lei de Mendel será a presença ou ausência de pelagem no corpo do animal!



Cruzamento da geração P (Genitores Dominantes)



Genótipo: AA / Dominante Homozigoto

X



Genótipo: aa / Recessivo Homozigoto

Esse cruzamento deu origem a 4 filhotes, sendo que todos nasceram com pelos, como podemos notar abaixo no exemplo de uma das filhotes!



Genótipo: Aa / Dominante Heterozigoto

Muita atenção nas seguintes informações para não se confundir!

⚡ A ausência de pelos não interferem no aparecimento de outras características!

⚡ O exemplo acima fala sobre a primeira Lei de Mendel que fala "Características dos indivíduos eram definidas por genes, sendo eles dominantes ou recessivos! (AMABIS e MARTHO, 1990; SNUSTAD e SIMMONS, 2001)."

↪ O dominante é o porquinho que tem pelo, onde vai conseguir por a frente suas características

↪ O recessivo é o porquinho da índia sem pelo, pois não conseguiu por a frente nenhuma característica fenotípica.

Simulação de cruzamento e informações adicionais.

Figura 15 – Termos essenciais na genética.

Existe alguns termos que precisamos saber antes de estudar genética.



Todos seres vivos são formados obrigatoriamente por um conjunto de cromossomos, onde vai conter todas informações para que as características de cada espécie possa existir!

Cada espécie de ser vivo tem ou pode conter um número diferente de **cromossomos**.



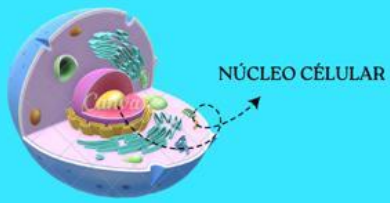
Por isso não é possível um cavalo ter filhotes com um passarinho!



Cruzamentos entre espécies enfrentam diversas barreiras, incluindo a quantidade e o tamanho dos cromossomos, tipos de fecundação, habitats distintos, diferenças no aparelho reprodutivo e variações nos hormônios sexuais.

O que são os cromossomos?

Os cromossomos, localizados no núcleo das células, contêm o material genético e são formados por DNA e proteínas. Eles desempenham um papel crucial na transmissão das informações genéticas entre gerações durante a reprodução celular. (ALBERTS, et al, 2002)



Explicação prática do que são os cromossomos.

Figura 15 – Continuação dos termos da genética.



Explicação exemplificada do que são os alelos e genes.

Figura 16 – Introdução as Leis de Mendel.



1ª lei de Mendel e sua explicação prática.

Figura 17 – Questão de fixação sobre o primeiro conteúdo

QUESTÃO 1

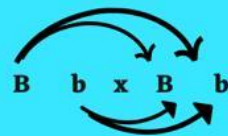
O cruzamento entre porquinhos-da-índia (*Cavia porcellus*) possui os genes “B”, que determina a pelagem preta, e “b”, que determina a pelagem branca. Um criador de Teresina resolveu fazer um cruzamento afim de gerar filhotes da cor branca, porém o mesmo só possui animais pretos heterozigotos (Bb). Qual será a proporção genótipa de filhotes brancos desse casal?



Resolução:

Genótipo do pai - Bb

Genótipo da mãe - Bb



BB , Bb, Bb, bb

Resultado em porcentagem do cruzamento

BB - 25% ou 1/4

Bb - 50% ou 2/4

bb - 25% ou 1/4

Resposta: Pode se observar que teve 1/4 ou 25% de nascimento de filhotes bb, que é exatamente o genótipo branco.

Figura 18 – Introdução da 2ª lei de Mendel



Figura 19 - Questão da Segunda lei de Mendel

QUESTÃO 2

O cruzamento entre porquinhos-da-índia (*Cavia porcellus*) possui os genes “B”, que determina a pelagem preta, e “b”, que determina a pelagem branca. Além disso, há o gene “S”, que determina a pelagem lisa, e o gene “s”, para crespa. O cruzamento entre um macho homozigoto dominante com uma fêmea heterzigota recessiva gera uma descendência (F1) com genótipo “BbSs”, que possui pelagem preta-lisa. Fazendo-se o endocruzamento da geração F1, qual a proporção de descendentes que terá pelagem branca lisa na geração F2?

Preto liso híbrido**Preto liso híbrido****Resolução: Cruzamento entre BbSs x BbSs**

	BS	Bs	bS	bs
BS	BBSS	BBSs	BbSS	BbSs
Bs	BBSs	BBss	BBSs	Bbss
bS	BbSS	BbSs	bbSS	bbSs
bs	BbSs	Bbss	bbSs	bbss

BB SS, Bb Ss = PRETO/LISO - 9/16**BB ss, Bb ss = PRETO/CRESPO - 3/16****bb SS, bb Ss = BRANCO/LISO - 3/16****bb ss = BRANCO/CRESPO - 1/16****A proporção de brancos lisos será 1:3:3:9**

Figura 20 – O uso do quadro de Punnet com *C. porcellus*.

Quadro de punnet

Em um cruzamento teste envolvendo diíbridismo um porquinho da índia com características Pc e pc essas foram as respectivas proporções.



PP e Pp = Animal de pelo preto

Dominante em relação ao dourado



pp = Animal de pelo dourado

Recessivo em relação ao preto



CC ou Cc = Animal de olho de preto

Dominante em relação ao vermelho



cc = Animal de olho de preto

Recessivo em relação ao preto

	PC	Pc	pC	pc
PC	PELO PRETO $PPCC$ OLHO PRETO	PELO PRETO $PpCc$ OLHO PRETO	PELO PRETO $PpCc$ OLHO PRETO	PELO PRETO $PpCc$ OLHO PRETO
Pc	PELO PRETO $PpCc$ OLHO VERMELHO	PELO PRETO $PpCc$ OLHO VERMELHO	PELO PRETO $PpCc$ OLHO PRETO	PELO PRETO $Ppcc$ OLHO VERMELHO
pC	PELO PRETO $PpCc$ OLHO PRETO	PELO PRETO $PpCc$ OLHO PRETO	PELO DOURADO $ppCc$ OLHO PRETO	PELO DOURADO $ppCc$ OLHO PRETO
pc	PELO PRETO $PpCc$ OLHO PRETO	PELO PRETO $Ppcc$ OLHO VERMELHO	PELO DOURADO $ppCc$ OLHO PRETO	PELO DOURADO $ppcc$ OLHO VERMELHO

Podemos inferir que expressão de um gene não inibe o aparecimento de outro no mesmo indivíduo



Preto de olho vermelho

Preto de olho preto

Dourado de olho vermelho

Dourado de olho preto

Lei da Segregação Independente por meio do quadro de Punnet.

Figura 21 - Introdução sobre Alelos Letais



Explicação sobre os Alelos Letais e como ele atua.

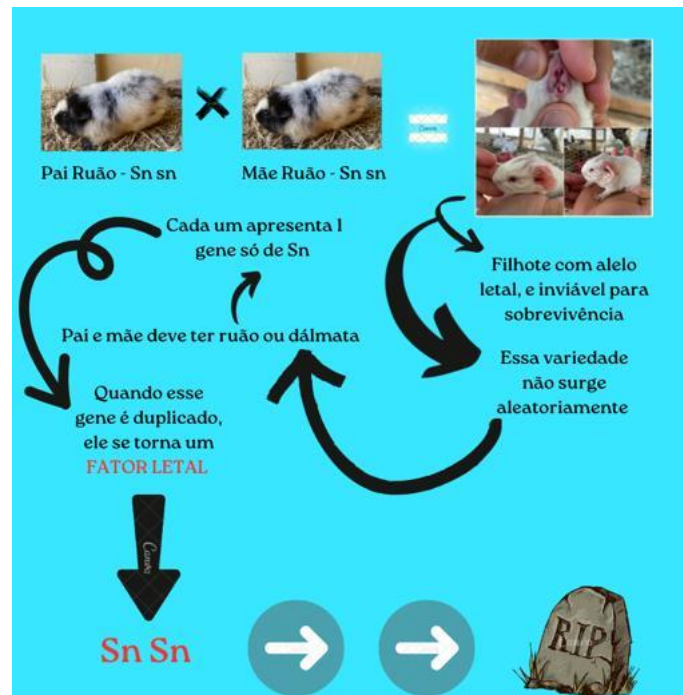
Figura 22 – Alelos Letais em *C. porcellus*.

Alelos Letais em variedades de Ruão e Acetinados

Figura 23 – *C. porcellus* com Alelo Letal.

Podemos observar como a letalidade apareceu em uma prole de *C. porcellus*.

Figura 24 – Questão de Alelos Letais em porquinhos da índia



QUESTÃO 3

Em um cruzamento de porquinhos da índia da variedade Ruão (Sn sn) podemos observar algumas proporções em porcentagem no nascimento, sendo que 25% nasceram sn sn (animais não ruão), 50% nascem com o genótipo dos pais Sn sn (ruão), e 25% nasceram **Sn Sn (letais)**. A letalidade é uma predisposição genética, porque ela é chamada assim?

Resolução:

Como foi explicado acima na cartilha a letalidade é uma condição genética que pode afetar de algum jeito na sobrevivência do animal, no caso dos Alelos Letais ocasionados pelo cruzamento de animais Ruão podemos observar que 1/4 dos filhotes nasceram com 2 alelos Sn, e o fato deles estarem duplicados afetam diretamente no aparecimento de algumas características regressivas, como a ausência de dentes, cegueira, dificuldade na movimentação e no caso dos porquinhos da índia por serem animais roedores afeta diretamente no desenvolvimento do filhote para que chegue até a fase adulta, é por isso que se chama Alelos Letais.

Figura 25 – Última página com referências.

Referências.

BRASIL. Base Nacional Comum Curricular (BNCC): Educação é a Base. Brasília, DF: Ministério da Educação, 2018. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/abase>. Acesso em: 14 de Mar. 2024.

AMABIS, J.P.; MARTHO, G.R. Fundamentos da Biologia Moderna. 1ed. São Paulo: Moderna, 1990. p. 325-332.

Alberts, B., Johnson, A., Lewis, J., Raff, M., Roberts, K., & Walter, P. (2002). Molecular biology of the cell. Garland Science.

PORQUINHO DA ÍNDIA DE CETIM. Guinea Pig Sandy 2021. Disponível em: <https://guineapigsandy.com/all-about-guinea-pigs/breed-guide/satin-guinea-pig/>. Acesso em: 01 de Abr. 2023.

Mendel, G. (1866). Experiments in Plant Hybridization. Proceedings of the Natural History Society of Brünn, 4, 3-47.

A cartilha como podemos observar teve como participação especial os porquinhos da índia (*C.porcillus*), e o uso de fotos de animais como esses se deu pelo fato de serem roedores que estão ficando cada vez mais famosos como pets. Após a pandemia a busca por animais de estimação se tornou muito relevante, e os roedores viraram preferência de pessoas que queriam ter um animal de estimação em casa. Esses animais ainda são pouco conhecidos, mais possuem uma grande diversidade de linhagens que como pode ser visto, e é facilmente aplicável em diversos temas da biologia, chamando inclusive a atenção dos alunos por ser animais relativamente “atraentes”.

Em uma pesquisa realizada por (Medeiros; Alves; Kimura, 2022), que teve como objetivo estudar os mecanismos hereditários da cor da pelagem de coelhos em nível populacional, com auxílio de um modelo didático que envolvia amostras aleatórias de uma população fictícia de coelhos e no modelo foram utilizadas algumas imagens de diversas tonalidades de cor de pelo. Nos resultados percebeu-se que os estudantes demonstraram bastante empolgação durante o uso do modelo, uma vez que ele era bastante atraente por ter inúmeras imagens de animais com cores diferentes. Nessa ótica, a cartilha criada pode ter a capacidade de promover uma interação efetiva entre os conteúdos na genética.

Em outro artigo produzido por (Capelli; Silveira, 2009), intitulado "O “X” DA QUESTÃO: A DIVERSIDADE GERADA PELA SEGREGAÇÃO CROMOSSÔMICA INDEPENDENTE E A COR DA PELAGEM DE GATOS", que teve como objetivo estudar a segregação cromossômica utilizando um modelo hipotético cuja constituição cromossômica dos gatos foi representada por 4 pares de cromossomos e algumas imagens de gatos com pelagens distintas. Esse trabalho demonstra uma semelhança com o trabalho produzido por nossa autoria, uma vez que foi utilizado pets domésticos com a finalidade de facilitar o ensino de genética. Por sua vez o trabalho não foi aplicado na prática pelos autores, entretanto observa-se um grande potencial no modelo construído.

Cabe ressaltar que trabalhos que envolvessem pets no ensino de genética são bem escassos, ou seja, boa parte das ideias utilizadas na confecção do trabalho de nossa autoria tem vertentes únicas que não foram encontrados em outros artigos que tivesse a participação de materiais didáticos e animais de estimação como contexto principal da pesquisa.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O trabalho teve como objetivo central produzir uma cartilha didática a partir de imagens de *C.porcellus* como mecanismo facilitador dos conceitos básicos de monoibridismo, com ênfase em alelos letais.

Nas bases de dados científicos é perfeitamente verificável que existem poucos estudos onde envolvam a análise genotípica dos *C.porcellus*. Ademais é crucial destacar que estudos nesta óptica onde façam a utilização de animais domésticos no ensino de genética são praticamente inexistentes, esse dado mostra que os pesquisadores ainda não se atentaram no potencial de ensino que os animais domésticos e estes pequenos roedores podem ofertar.

Levando em conta que uma grande parcela dos estudantes tem muita dificuldade nos conteúdos de genética, é essencial que materiais didáticos inovadores que proporcionam uma aprendizagem significativa se façam presente durante o ensino nessa área. A cartilha produzida pode ser utilizada pelo professor afim de poder construir aulas mais interativas e com materiais que sejam auto-explicativos pela grande quantidade de imagens e mini-textos explicando a relação presente na figura exposta, podendo inclusive no fim da aula pedir a resolução das atividades presentes na cartilha para os alunos fixarem os conteúdos nela presentes.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, L (2021). OS DESAFIOS QUE PERMEIAM OS CAMINHOS DOS PROFESSORES DO ENSINO MÉDIO: uma abordagem sobre o ensino de Genética em escolas do município de Viçosa-MG. **Tese de pós-graduação em Genética e Melhoramento – Universidade Federal de Viçosa. Minas Gerais, p.16.**
- BARROS, G. D.; SILVA, D. M. S. O uso de um recurso didático como subsídio para o ensino de genética. **Revista SBEnBIO**, v.1, n.9. p.4250- 4261, 2016.
- BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular (BNCC):** Educação é a Base. Brasília, DF: Ministério da Educação, 2018. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/abase>. Acesso em: 13 de Mar. 2024.
- CAPELLI, L. P.; SILVEIRA, R. V. M. da. O "X" da questão: a diversidade gerada pela segregação cromossômica independente e a cor da pelagem de gatos. **Genética na Escola**, São Paulo, v. 4, n. 1, p. 17–24, 2009. DOI: 10.55838/1980-3540.ge.2009.73. Disponível em: <https://www.geneticanaescola.com.br/revista/article/view/73>. Acesso em: 30 jul. 2024.
- COUTINHO, F. A. et al. Análise do valor didático de imagens presentes em livros de Biologia para o ensino médio. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, São Paulo, v. 10, n. 3. 2010.
- DIAS, Isabella Cristina Galvan. O uso de cartilha como ferramenta para promover a educação ambiental no ensino de Ciências. 2018. **Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.**
- HERMAN, P (2013). **GENÉTICA CAVY / ACBA:** Caviaria rústica las cruces,NM. Zianet Disponível em: http://www.no-strings.org/pigs/genetics_web.htm. Acesso em: 11 Fev. 2023.
- HECK, C. M.; HERMEL, E. E. S. **A célula em imagens: uma análise dos livros didáticos de Ciências do Ensino Fundamental.** In: ENCONTRO REGIONAL DE ENSINO DE BIOLOGIA, 6., 2013, Santo Ângelo-RS. Anais... Santo Ângelo: FuRI. 2013. Disponível em: http://santoangelo.uri.br/erebiosul2013/anais/wpcontent/uploads/2013/07/comunicacao/13384_188_Claudia_Maiara_Heck.pdf. Acesso em: 03 fevereiro de 2023.
- INSTITUTO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS HÍDRICOS DO DISTRITO FEDERAL. IBRAM.DF . **LISTA DE ESPÉCIES ISENTAS DE CONTROLE PARA FINS DE OPERACIONALIZAÇÃO DO IBAMA.** Disponível em: <http://www.ibram.df.gov.br/wpcontent/uploads/2020/04/Isentos_de_autorizacao_ambiental_de_fauna.pdf>. Acesso em: 04 Jun. 2023.
- PEREIRA, F (2019). O ensino de genética na educação básica: revisão bibliográfica e produção de modelos didáticos. **Trabalho de conclusão de mestrado – Universidade Estadual do Piauí.** Piauí, p.56.

PORQUINHO DA ÍNDIA DE CETIM. **Guinea Pig Sandy**.2021. Disponível em: <https://guineapigsandy.com/all-about-guinea-pigs/breed-guide/satin-guinea-pig/>. Acesso em: 01 de Abr. 2023.

SCHEID, N. M. J., & Ferrari, N. (2006). A História da Ciência como aliada no Ensino de Genética. **Genética na Escola**, 1 (1), 17–18.
http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/fevereiro2013/ciencias_artigos/historia_ciencia_genetica.pdf

SILVA, C.C.; MACIEL-CABRAL, H.M.; CASTRO, P.M. Investigando os obstáculos da aprendizagem de genética básica em alunos do ensino médio. ETD- **Educação Temática Digital**, 21(3):718-737, 2019.

TOMIO, Daniela et al. As imagens no ensino de ciências: o que dizem os estudantes sobre elas?. **Caderno pedagógico** , v. 1, 2013. Disponível em: <https://ojs.studiespublicacoes.com.br/ojs/index.php/cadped/article/view/1210>. Acesso em 25 Jun de 2023.

MINHOTO, Paula; MEIRINHOS, Manuel. As redes sociais na promoção da aprendizagem colaborativa: um estudo no ensino secundário. **Educ. Form. Tecnol**, p. 25-34, 2011.

MEDEIROS, Mauro Osvaldo; ALVES, Sueli Maria; KIMURA, Marcelo Teiji. MODELO DIDÁTICO APLICADO NO CURSO DE LICENCIATURA EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS DA UFR/MT PARA O ESTUDO DE GENÉTICA DE POPULAÇÕES LIGADO AO CASO DE ALELISMO MÚLTIPLO QUE ENVOLVE A COR DA PELAGEM EM COELHOS- *Oryctolagus cuniculus*. **Biodiversidade**, v. 21, n. 4, 2022.

MOTOKANE, M. T., & TRIVELATO, S. L. F. Sequências didáticas investigativas e argumentação no ensino de ecologia. **Ensaio Pesquisa Educação Ciências**, Belo Horizonte, v.17, n.especial, p.115-137, 2015.

OLIVEIRA, Tamires Ferreira de. Elaboração de uma cartilha como recurso didático para o ensino/aprendizagem das importâncias de briófitas e pteridófitas para o nível de ensino médio. 2022. **Trabalho de Conclusão de Curso**. Disponível em: <https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/47339>

LAMMERS, PJ, Carlson, SL, Zdorkowski, GA e Honeyman, MS, 2009. Redução da insegurança alimentar em países em desenvolvimento através da produção de carne: o potencial da cobaia (*Cavia porcellus*). **Agricultura renovável e sistemas alimentares**, 24, 155–162.

HOSPITAL VETERINÁRIO VETSET. **PORQUINHO-DA-ÍNDIA**. Disponível em: https://www.vetsete.com/admin/banners/201407071652-porquinho_da_india_pdf.pdf
Acesso em: 16 Jan. 2022

MOURA, J., Deus, M. D. S. M., Gonçalves, N. M. N. & Peron, A. (2013). Biologia/Genética: O ensino de biologia, com enfoque a genética, das escolas públicas

no Brasil—breve relato e reflexão. **Semina: Ciências Biológicas e da Saúde**, 34(2), 167-174.

OCA, I. C. M. Que aportes ofrece La investigación reciente sobre aprendizagem para fundamentar nuevas estrategias didácticas? **Revista Educación**, México, v. 19, n. 1, p. 7-16, 2005.