

# CADERNOS

do

# ECB



# 14

*Centenário de José Saramago*



Número 14 | Julho de 2022  
Externato Cooperativo da Benedita

**FICHA TÉCNICA****Diretora**

Inês Silva

**Diretor Executivo**

Nuno Rosa

**Revisão**

Zita Nogueira

Lucília Ferreira

**Secretariado**

Lucília Ferreira

**Capa**

Fernanda Baptista

Paulo Valentim

**Paginação, arranjo informático, publicação online**

Paulo Valentim

**Instituto Nossa Senhora da Encarnação  
Externato Cooperativo da Benedita**

Rua Cooperativa de Ensino  
Apartado 197  
2475-901 Benedita

Telefone: 262 925 180

Fax: 262 925 185

[ecb@inse.pt](mailto:ecb@inse.pt)

<http://ecbenedita.inse.pt>

ISSN:2183-8526

## SUMÁRIO

Inês Silva [Diretora dos Cadernos do ECB]

**Editorial** 7

Pilar del Rio

**La paz es posible** 9

Rita Bento [MSc Biomedical Engineer, at FCT-UNL, Trainee Business Quality Assurance at Timestamp]

**Generative Adversarial Networks (GANs) – A Review** 13

Inês Santos [Especialista em Comunicação. Mestrado em Comunicação pela Universidade de Gotemburgo, Suécia]

**Interculturalidade e os seus desafios: humanizar através da comunicação** 25

Ricardo Miguel [Professor de Geografia, Externato Cooperativo da Benedita]

**A geografia de um país em guerra** 31

Luís Crisóstomo [Mestre em Ciências Biomédicas]

**Livres dos genes! – Como a redescoberta dos princípios de Lamarck redesenhou o** 35

**Evolucionismo**

Beatriz Lourenço [Faculdade de Direito da Universidade de Lisboa, Licenciatura Direito, Força Aérea Portuguesa]

**Administração e Moral** 53

Ricardo Tonet [Licenciado em Física e Mestrado em Engenharia Biomédica]

**Wearables na saúde: Uma reflexão clínica, técnica e social** 57

Marisa Ferreira e Zita Nogueira [Subdiretora do Externato Cooperativo da Benedita e professora de Matemática, licenciada em Ensino da Matemática e mestre em Matemática para o Ensino pela Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa/ Professora de Português do Externato Cooperativo da Benedita, licenciada em Línguas e Literaturas Modernas pela Faculdade de Ciências Sociais e Humanas da Universidade Nova de Lisboa]

**Projeto MAIA- para a melhoria das práticas de avaliação pedagógica** 69

Vanessa Machado [ Coordenadora FertilityCare Portugal]

**Sistema FertilityCare: um instrumento de autoconhecimento e diagnóstico da saúde feminina e conjugal** 75



## EDITORIAL

Inês Silva

[Diretora]

O ano 2022 ficará na história como um ano sangrento devido à invasão da Ucrânia pela Rússia. Os crimes, as mortes, as humilhações incompreensíveis que nos entram pelos olhos dentro todos os dias, através de um qualquer ecrã, levam-nos a perguntar se estaremos a viver em pleno século XXI e numa europa que se diz modernizada, solidária, justa. Não parece ser possível!

Neste pesadelo constante, são avivadas frases que nos movem o pensamento. Pilar del Rio, a convidada da presente edição dos Cadernos do ECB, recorda José Saramago e, a partir de uma citação do autor (que comemora este ano o seu centenário), defende que “la paz es posible”. No seu artigo, Pilar del Rio disserta, pois, sobre o facto de a paz poder ser um objetivo, uma aspiração humana, um ato de afirmação das pessoas que não aceitam a resignação, a indiferença e o medo impostos pelo sistema. No seu ponto de vista, talvez fosse possível terminar com a guerra na Ucrânia mobilizando as consciências com argumentos válidos.

Por sua vez, e ainda subordinado ao tema da guerra, Ricardo Miguel traz um artigo sobre a geografia da Ucrânia. Para o autor, o mapa político europeu, após o fim da URSS, fez emergir conflitos com disputas pela supremacia internacional, sendo esta questão não resolvida objeto de estudo em geografia C (disciplina opcional). Também

no campo da pedagogia, mas abrangendo as várias disciplinas, Marisa Ferreira e Zita Nogueira abordam criticamente o Projeto MAIA, um projeto de avaliação que monitoriza as aprendizagens dos alunos. Contudo, segundo elas, ficará aquém das expectativas caso não se verificasse uma redução de alunos por turma e uma melhoria das condições de trabalho dos docentes.

Outras áreas de estudo estão presentes nesta edição, como a ciência ou a interculturalidade, para dar apenas dois exemplos. No âmbito da primeira, Luís Crisóstomo defende uma nova teoria evolucionista, capaz de conciliar os princípios lamarckistas e darwinistas, de forma a quebrar com a ditadura dos genes, uma vez que as nossas escolhas de vida influenciam a saúde da descendência; por sua vez, e relativamente à comunicação intercultural, Inês Santos aborda os desafios inerentes ao projeto Erasmus + como uma forma privilegiada de os indivíduos treinarem a comunicação intercultural na sua vertente de conhecer sem julgar.

No contexto de guerra em que vivemos, e com o sonho de que a “paz é possível”, a XIV edição dos Cadernos do ECB vêm uma vez mais contribuir para conhecermos melhor o mundo em que nos movemos, assim como para desenvolvermos o nosso espírito crítico de forma a lutarmos, todos juntos, por um mundo melhor.





## La paz posible

Pilar del Río

“La paz es posible si no movilizamos por ella, en las conciencias y en las calles”, escribió José Saramago a comienzos del siglo XXI, este tiempo nuestro tan joven y ya tan azaroso. La paz es siempre una aspiración humana, sin embargo son los seres humanos los inventores de la violencia, que no existe en la naturaleza, como no existe la perversión, la mentira o la ambición desmedida, causas fundamentales de los conflictos que destrozan el planeta desde el principio de la historia y que ahora, con la sofisticación de la tecnología, presentan perfiles aterradores, empezando por la banalización del concepto paz, vinculado, tantas veces, a grupos más o menos exóticos, a discursos institucionales que nadie oye o a declaraciones frívolas de quien pide “la paz en el mundo” mientras le ponen una banda en un concurso de belleza. La aspiración pacifista se presenta como voluntarismo utópico de quienes no entienden los mecanismos que rigen en la sociedad y, de alguna manera, están fuera de ella. Sin embargo, la búsqueda de la paz no es un ejercicio de alienación de la realidad, por el contrario, es un acto de afirmación de personas que no aceptan como norma de vida la resignación que impone el sistema, junto a la

indiferencia y el miedo. La paz podría ser un objetivo social que, partiendo del seno de la sociedad, se impusiera en los centros de poder, sean económicos, políticos o estratégicos. Quién sabe si avalanchas de ciudadanos con argumentos a favor de la paz no acabarían con las violencias del mundo, con la guerra en Ucrania que tanto dolor está generando y tanta, tantísima, deshumanización produce. Y tanta destrucción del planeta, que muere en cada muerte violenta, asesina, de cada uno de los días de guerra.

Los seres humanos se distinguen de otros seres vivos por disponer de dos estupendos atributos que le son propios: la razón y la conciencia. Razón y conciencia, repito, porque me gusta ver escritos juntos estos dos conceptos que harían de los humanos seres hegemónicos, cuidadores supremos de la naturaleza y de quienes la pueblan, hombres y mujeres nacidos para cumplir ciclos vitales, ser constructivos, protagonistas de sus vidas y hasta felices. No lo somos, no podemos serlo porque vivimos rodeados de tragedia y desolación. La violencia se arrastra en el seno de las sociedades y entre pueblos diferentes, viene anticipada por inestabilidades políticas y sociales programadas,

por predicadores de la intolerancia, las faltas de perspectivas de amplios sectores, condenados a la desconsideración, a la pobreza absoluta, la indiferencia, el egoísmo como única salida, y el miedo. El miedo que preside nuestras sociedades es el caldo de cultivo para la violencia: tienen miedo los ciudadanos, la opinión pública lo percibe y lo cuenta la opinión publicada de tal manera que entre unos y otros se agiganta el monstruo del temor que paraliza a personas y frena iniciativas positivas. Una sociedad amedrentada no es libre, y si no hay libertad tampoco habrá paz. Los cementerios no guardan paz, conservan pasado, la paz es cosa de los vivos y de los valientes, que en este tiempo bien podrían llamarse solidarios porque piensan y actúan más allá de ellos mismos. No se puede ser feliz si se tiene hambre, frío o miedo. Eso es lo que algunos tratan de decir cuando hablan de paz social y de la necesidad de establecer contratos que la garanticen.

Pero la paz es posible, insistía José Saramago. La ética de la responsabilidad sostiene esa posibilidad. El cuidado del otro y de los otros imposibilitaría la violencia sistémica que condena a tantos mayores y a tantos niños y que de tantos jóvenes hace seres desesperanzados. No se trata solo de las crueles guerras entre países, de las defensas de banderas, de tanques avanzando y bombas cayendo desde aviones construidos solo para esa función destructiva, como estamos viendo en Ucrania. Las guerras contemporáneas también se libran sin escuadrillas que sur-

can los cielos, sin tropas militares con objetivos concretos, esa ciudad, ese puente, ese grupo humano, como enseñan las noticias: ahora el terror se desencadena estrellando aviones de pasajeros contra edificios de Nueva York o dejando mochilas cargadas de bombas en una estación de trenes de Madrid. O amenazando con la repetición de estos atentados si se roza el equilibrio que algunos han impuesto. Hay guerras de desprecio contra los pobres del mundo, contra los emigrantes, contra la salud del medio ambiente. Y hay otras convencionales, tremendas, arbitrarias, con injustificable número de muertos y de destrucciones masivas que confirman lo que recordaba José Saramago en su discurso del Nobel, que “es más fácil llegar a Marte que a nuestro propio semejante”, pero la violencia, los muertos –y las muertas- de cada país proceden de violencias cotidianas, silenciadas y a veces casi escondidas. Son las estadísticas que se reflejan en los resúmenes anuales como si solo fueran números, miles de personas que perdieron la vida condenadas por el terrorismo machista, la violencia de las drogas o la deyección que permite bolsas de pobreza, hombres y mujeres sin futuro, que procrean hijos que tampoco tendrán futuro, mapas terribles de abandonados en el mundo entero porque carecieron de instrucción y de medios para situarse en un sistema donde la identidad tiene que ver con la capacidad de consumo. Estas víctimas también necesitan la paz constructiva y vivificadora en sus existencias.

Sí, la paz es posible, pero hay que movili-

zarse para conseguirla. El único combate legítimo que existe es el que se traba para vencer la precariedad: cada vida humana es irrepetible, única, valiosa como el sol que nos ilumina. El papa Francisco ha propuesto tres caminos para construir la paz: en primer lugar, el diálogo entre generaciones como base para realizar proyectos compartidos. Otra vía es la educación como factor de libertad, responsabilidad y desarrollo y, por fin, el acceso al trabajo como plena realización humana. Estos tres elementos, decía Francisco recientemente, darían paso al pacto social necesario para que haya paz y convivencia, para que el mundo no sea la desolación que las imágenes televisivas muestran. Que no son castigo de Dios, son obras humanas, dispuestas y ejecutadas por quienes se creen poderosos imponiendo guerras de control de territorios y de economías que son solo consecuencia de ambiciones enfermizas, de crueldades sin límites, o necios egoísmos degenerados en crimen.

La paz no es un estado de espíritu, es un objetivo que pueden alcanzar seres humanos, es decir, seres que usan la razón y la conciencia, la inteligencia y la bondad, si para ello se emplean. Por supuesto, la paz tiene que ver con la justicia social y con la creación de mapas distintos que expliquen el mundo de otra manera, que lo reorganicen en función de conceptos nobles, dignos y respetables. Para eso es fundamental la actitud de cada habitante del planeta, que los hombres y las mujeres se descubran a sí mismos no como estadística sino como potencia: cada ser

humano es una potencia capaz de pensar, usar la voz, de construir desde la ética de la responsabilidad y la solidaridad. Entonces, movilizados en las conciencias y en las calles, la paz será posible. Mientras, seguiremos leyendo noticias alarmantes de conflictos en el mundo y contando el número de muertos de cada triste jornada.



## Generative Adversarial Networks (GANs) – A Review

Rita Bento

MSc Biomedical Engineering at FCT-UNL, Trainee Business Quality

Assurance at Timestamp

### Generative Adversarial Networks (GANs)

GANs are emerging as a frontline approach for data augmentation. Data augmentation is a regularization technique applied to artificially enlarge original datasets. This technique is particularly useful when the available data is limited and laborious to collect. There are several data augmentation approaches which make use of label preserving transformations from the original data or that learn the information provided by the existing samples to produce new training samples. The new examples are then added to the training set to train the model. Enriched training sets contribute to a more effective learning process and thereby help improving the performance of the models. Data augmentation is a solution that has been shown to increase the accuracy of classification algorithms as well as to reduce overfitting.

Generative modeling is a data augmentation approach based on unsupervised learning. Generative models automatically learn the distribution of the original data and reproduce new samples with similar characteristics. GANs are an innovative framework introduced by Goodfellow

et al., in 2014, which approach the learning process of a generative model as a supervised task. GANs are able to act accordingly by training two sub-models simultaneously: the generative model, or generator, and the discriminative model, also called discriminator. The generator is responsible for generating new examples, while the discriminator is in charge of classifying samples as being either real or fake, or, in other words, as belonging to the original dataset or to the generated group. Through an adversarial zero-sum game, the two models are trained together until the discriminator has the same probability of classifying a sample as being real or fake. When this is verified, it is considered that the generator is producing realistic new samples. GANs have been notably applied to both image and vision fields, showing great contributions in tasks such as image-to-image translation, generating photorealistic images and improving the resolution of images. An overview of the general computation procedure of GANs is represented in Figure 1.

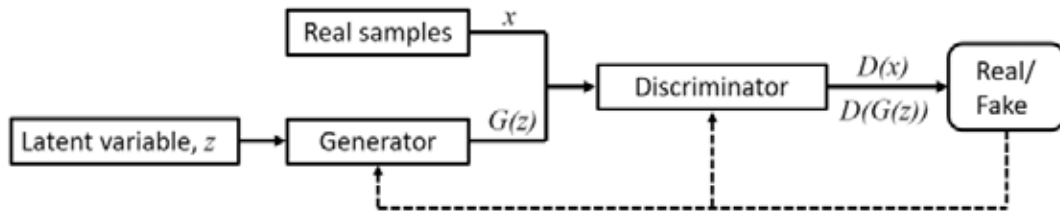


Figure 1 - Representation of the general computation procedure of GANs.

### The generative model

The generator receives a set of fixed-length vectors randomly drawn from a chosen distribution. The vector space is also known as the latent space, since the random variables in this space are not directly observed. These variables, also called seeds or latent variables, are then trained to represent the data distribution. Thus, the seeds start out as random selections of points from the multidimensional vector

space and end up as representations of the problem domain: the generated samples. It is also common to refer to the representation of the raw data distribution as the latent space. In this context, the generative model is trained to produce new samples from the latent space of the input data. After the training process, the generator is saved and used to generate artificial samples.

### The discriminative model

The discriminator is a typical binary classifier. The discriminative model receives a sample either from the original training dataset or from the generated examples and predicts the class label of the given sample as either being real or fake (i.e. generated). In theory, real samples are generally associated with the value 1, whereas fake samples present the label 0. The discriminator predicts values between 0 and 1 and, depending on the activation function applied to the last layer of this model,

examples with a predicted value close to 1 are labeled as being real. Similarly, samples with attributed values close to 0 are classified as being fake. When GANs reach a stage in which it is considered that the generator is producing realistic samples, the discriminator may be discarded.

## Zero-sum game

The concept behind training GANs is based on a game theoretic scenario in which both generator and discriminator are competing against each other in a zero-sum game, hence the name of adversarial networks. The zero-sum game represents a scenario characterized by the total gains of the two players being zero. In other words, the gain or loss of one of the players is balanced by the loss or gain of the other player, respectively. In the context of GANs, the generator is trained to produce fake samples similar to the original ones, while the discriminator is responsible for distinguishing between real and fake examples. When generated and original samples are correctly classified as being fake and real, respectively, the discriminator is being successful on its task, not suffering any kind of penalty. On the other hand, the generator is producing bad representations and is thereby penalized with large updates in the parameters of the model. Conversely, when the generator produces samples that “fool” the discriminator and are thus wrongly classified as being real, the first model does not need any penalty, but the second one does. In this case, the parameters of the discriminative model are then updated. The update of the weights of both generator and discriminator is thereby guided by the performance of the discriminative model. It is the information provided by the performance of the latter that is backpropagated to both models during

training. Therefore, the performance of the generative model is assessed indirectly by the performance of the discriminator.

Ideally, after training, the generator is able to generate samples which not only resemble the original examples, but that are indistinguishable from the real batch. When this happens, the discriminator presents the same probability of classifying each example as being real as it does as being fake. Consequently, the discriminative model outputs a value close to 0.5 for every entry. This stage represents the desired outcome of the zero-sum game and is also known as reaching the Nash equilibrium. However, in practice, this stage is hardly achieved. Thus, when the training process of GANs reaches a stage in which the results are close to the optimal outcome, the generative models are saved to generate new samples.

## Training Generative Adversarial Networks (GANs)

The training process of GANs consists of a minimax strategy, represented by the following relation:

$$\min_G \max_D f(D, G) = \mathbb{E}_{x \sim p_{\text{data}}(x)} [\log D(x)] + \mathbb{E}_{z \sim p_z(z)} [\log (1 - D(G(z)))]$$

in which  $f(D;G)$  represents the loss function of the models;  $D(x)$  stands for the outcome predicted by the discriminator for a real sample,  $x$ ; and  $D(G(z))$  corresponds to the outcome predicted by the discriminator for a sample produced by the generator,  $G(z)$ , from the latent variable,  $z$ . The first parcel of the sum represents the expected value of the outcome predicted by the discriminator for a real sample, whereas the second parcel reflects the expected value of the outcome for a fake sample. The minimax strategy states that the goal of the discriminator is to maximize this function, while the goal of the generator is to minimize it. Looking at the approach of the discriminator, maximizing this function corresponds to obtaining a prediction close to 1 for real samples (first parcel) and a prediction close to 0 for fake samples (second parcel). These are the expected values when training the discriminator, further representing the aim of the discriminator: to be able to distinguish correctly between original examples and the ones artificially generated. On the other hand, when taking a look at the approach of the generator, the expression shows that the performance of the generative model only affects the second parcel of the sum. Minimizing this parcel corresponds to having the discriminator

predicting a value close to 1 for fake samples. This result reflects the cases in which the generator is able to “fool” the discriminator towards to classifying a fake sample as being real, showing that the generator is performing as expected. Thus, the minimax strategy allows GANs to be trained according to the ultimate goal of these models: reaching Nash equilibrium.

### Practical implementation of the minimax strategy

In this strategy, it is chosen to add log probabilities instead of multiplying probabilities to avoid results that vanish into small numbers. Consequently, and considering that the discriminative model is trained to maximize the expected values, obtaining low results in this loss function (i.e. low log probabilities) reflects a well performing discriminator. In practice, this process may be performed similarly as the typical approach for a binary classifier: minimizing the binary cross-entropy with a sigmoid activation function on the output layer. The only difference between the normal approach for binary classifiers and the one adopted while training the discriminative model of GANs is the batches of samples used for training. While on the usual approach the samples are randomly selected to each batch used



for training, whether they are from one class or another, on the GANs approach the discriminative model is trained separately with mini-batches of real samples (with target label 1) and mini-batches of generated samples (with target label 0).

The description made earlier in this section about the approach adopted to train the generator may also be described as minimizing the probability of the discriminator being correct. Another way of addressing this issue is maximizing the probability of the discriminator being mistaken. Therefore, in the original paper of GANs, Goodfellow et al. proposed replacing the minimization of  $\log(1 - D(G(z)))$  for the maximization of  $\log(D(G(z)))$ . This suggestion was made in order to obtain stronger gradients earlier on the training process and avoid saturation. In practice, maximizing  $\log(D(G(z)))$  may be performed by converting the sign of this parcel to negative and training the generator to minimize  $-\log(D(G(z)))$  instead. This approach is also known as the  $-\log(D(G(z)))$  trick for training GANs and was applied in the training of Deep Convolutional Generative

Adversarial Networks (DCGANs). These networks were introduced by Radford et al., in 2015, and are one of the most well recognized approaches based on GANs thus far.

The relation presented in the previous equation represents the theoretical idea behind the loss function used to train GANs. In practice, currently, both generator and discriminator are trained with individual losses that are implemented according to what was described in the last two paragraphs. Moreover, since the original paper of GANs was presented, there have been introduced novel practical implementations to train these models. Apart from the already mentioned DCGANs by Radford et al., Arjovsky et al. and Mao et al. are examples of two additional innovative approaches introduced in 2017. Namely, they were the Wasserstein Generative Adversarial Networks (WGANs) and the Least Squares Generative Adversarial Networks (LSGANs). Both solutions presented changes which significantly contributed to stabilize the training process of the originally proposed GANs.

### **Challenges in training Generative Adversarial Networks (GANs)**

The learning process underlying GANs consists of simultaneously training two models to reach Nash equilibrium. Unfortunately, finding Nash equilibrium is not an easy task. The improvements made to one of the models come at the expense of the other. Thus, every time the weights of one of the models are updated, the nature of

the optimization problem changes slightly. Consequently, it is not trivial to achieve a stage in which this dynamic system converges towards the desired equilibrium. When the training process of GANs is unstable, the models fail to produce the desired outcome.

## Failure modes

There are two well-known failure modes associated with training GANs. The first one describes the cases in which GANs end up converging, but “fall” into an unexpected state. The training process of the generator involves learning the distribution of the original data in order to produce diverse representations of the real samples. However, in this failure mode, the model learns to copy specific samples, generating a small group of replicas of the original examples. In this case, the generator learns to map different inputs from the latent space,  $z$ , into the same output,  $G(z)$ . This scenario is known as mode collapse

and is mainly characterized by the lack of diversity among the produced samples. It is possible to identify this mode by analysing the loss functions of both models as well as the accuracy of the discriminative model during training. In mode collapse, the loss of the generator oscillates throughout the training process, reflecting the different states the model “falls” into while alternating between producing limited versions of the real data. Additionally, the accuracy of the discriminator often presents values close to 1, which is a good indication that the generative model is failing to produce plausible examples consistently. Figure 2 shows these behaviours.

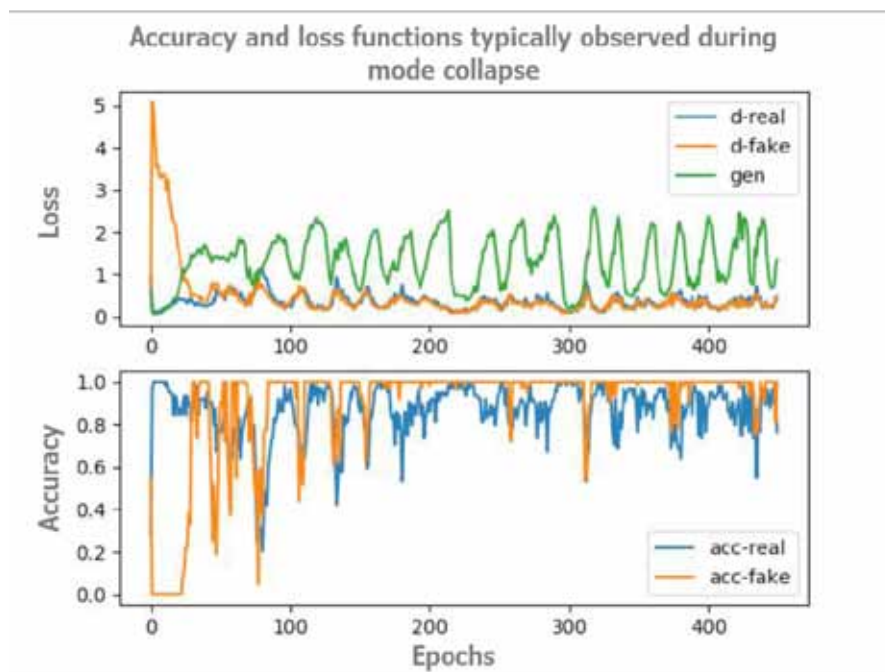


Figure 2 - Illustration of the typical behaviour of the loss functions and classification accuracy of GANs during mode collapse. D-real and d-fake stand for loss of the discriminator regarding real and fake samples, respectively, while gen corresponds to the loss of the generator. Acc-real and acc-fake stand for the classification accuracy of the discriminator regarding real and fake samples, respectively.

The second failure mode represents one of the biggest challenges when training GANs:

the high possibility of the two models failing to converge. This mode is referred to as convergence failure. In this case, the generator only produces low-quality samples that do not resemble to the original examples, due to the instability of the training process. Convergence failure may be detected once again by analysing the loss functions and the classification accuracy. Notably, the loss of the discriminator goes down to zero or close to this value during

training. In turn, the loss of the generator may also follow this behaviour or, oftentimes, may even rise increasingly. Moreover, the classification accuracy of the discriminator sits steady at 1, meaning that the model perfectly distinguishes whether the samples are real or fake. These trends are represented in Figure 3. This type of failure may be observed on early stages of the learning process. However, the networks may be able to recover afterwards. In case this does not happen, the training process has failed and the results are not reliable.

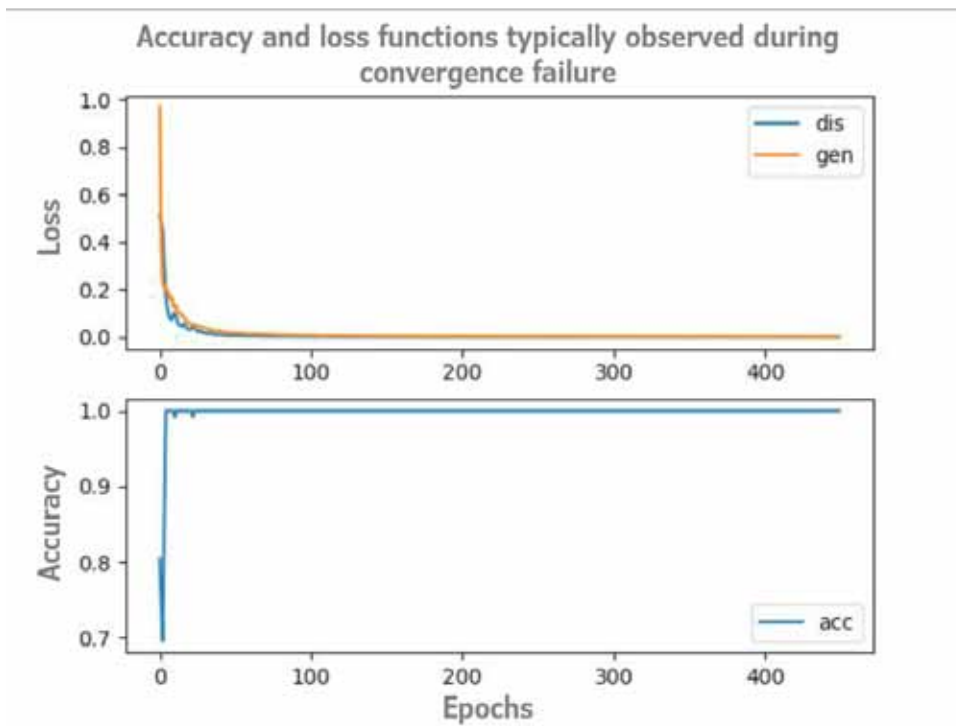


Figure 3 - Illustration of one of the typical behaviours of the loss functions and classification accuracy of GANs during mode collapse. Dis stands for loss of the discriminator, while gen corresponds to the loss of the generator. Acc stands for the classification accuracy of the discriminator.

## Limitations of the training process

Furthermore, as was seen thus far, the generative model is trained according to the information provided by the discriminative model. As a result, one of the main shortcomings associated with training GANs is the lack of an objective function capable of directly evaluating the performance of the generator and the quality of the samples thus produced. As a result, the loss functions applied in practice to train GANs are not sufficient to confirm whether the ne-

works are performing well during training. This gap hinders the development and improvement of generative models as well as the comparison between the performance of different models. Up to the present date, several evaluation techniques have been introduced. Nonetheless, none of the approaches presented has been shown to perform equally well on a wide range of applications based on GANs.

## Stabilizing the training process of Generative Adversarial Networks (GANs)

As was presented in the previous section, GANs are not easy to train. So far, no theoretical support has been provided with regards to how to design the architecture of the models in order to stabilize the training process. However, in the last years, a set of best practices, or “hacks”, have been introduced and empirically demonstrated to work well in practice. One of the biggest contributions in this field was the introduction of DCGANs by Radford et al., in 2015. Nowadays, most of GANs are based on DCGANs due to the stability provided by this architecture. Moreover, Soumith Chintala, one of the co-authors of the DCGANs paper, has further introduced a summary of “hacks” to train GANs in his presentation at the 2016 Conference on Neural Information Processing Systems (2016 NIPS). The “How to Train a GAN?” presentation

may be found on YouTube. Additionally, a list of tips and tricks to make GANs work provided by the author may also be found on GitHub. Besides the practices adopted while developing the DCGAN, hereby will be presented some of the tips mentioned by the author:

- Using a Gaussian latent space: drawing the latent variables from a Gaussian distribution. This way, the seeds provided as input to the generative model present a mean of zero and a standard deviation of one;
- Training the discriminator with two separated batches: one containing only real samples and a second one with only fake samples. This suggestion intends to replace the approach in which only a single batch of both original and generated examples is used to train this model;

- Using label smoothing: substituting the “hard” labels 1 and 0 used to classify real and fake samples, respectively, by “soft” labels. In this case, the labels are replaced by values slightly higher or lower than the “hard” labels;
- Adding some errors to the target labels of the samples: changing the labels of a

selection of real samples to 0 or replacing the labels of a small set of fake samples for 1. When training the discriminator with two separated batches of original and generated examples, this may be achieved by adding fake samples to the batch of real samples, changing their label to 1, or vice versa.

## Evaluating Generative Adversarial Networks (GANs)

As discussed previously, unlike other deep learning models which are trained with a loss function until convergence, it is not possible to evaluate the performance of the generator model and, consequently, the performance of GANs from loss alone.

### Visual inspection

Currently, visual analysis remains the most reliable practice to evaluate the quality of the samples produced by the generator. This procedure consists of not only assessing the individual quality of the samples, but also the diversity presented among a generated batch. During the training process, the quality of the samples may be reasonable at a certain point and further improve or even degrade with subsequent updates. This is a result of the adversarial nature underlying the training process. Consequently, it is important to frequently save the samples being generated for visual review, as well as the version of the generator model responsible for generating those samples. The latter is necessary to allow the possibility of replicating those

results. Moreover, the classification accuracy of the discriminative model should also be periodically assessed. As seen before, it is desired that the discriminator outputs values close to 0.5 once the training stabilizes, so it is useful to monitor whether the accuracy of the classifier presents such values.

Although visual analysis still outperforms other evaluation techniques, this procedure is quite limited. Notably, the manual inspection of generated samples is very subjective, being highly dependent on the reviewer’s knowledge regarding what is realistic looking or not for the target domain. It is also time-consuming, difficult to reproduce and does not fully reflect the capacity of the models. Thus, a variety of quantitative and qualitative techniques have been developed to complement this type of inspection. These approaches attempt to provide a more robust analysis of the performance of GANs. However, as was mentioned previously, it is important to stress that none of these methods alone

has been proven to work flawlessly in a wide range of GANs domains. Nevertheless, a selection of techniques that have been adopted so far in practise for further assessment will be discussed.

### **Qualitative methods**

A qualitative way of evaluating the results of GANs is through the Rating and Preference Judgement approach. This consists of asking human judges to rank or compare examples of original and fake samples from the domain. Typically, two examples are presented at the same time and the human judge must indicate which one they consider to be more realistic. A score or rating is then obtained according to this analysis and averaged across different judges for comparison. Furthermore, Rapid Scene Categorization is a similar method applied with the same purpose. In this case, the examples are presented to the reviewer for a short period of time.

### **Quantitative methods**

Looking now at quantitative techniques, there are two metrics that have been widely applied to evaluate generated samples. Namely, they are the Inception Score IS and the Fréchet Inception Distance FID. These metrics have emerged from the the application of GANs to the image field. The IS was proposed by Salimans et al., in 2016. This metric uses a pre-trained deep learning model for image classification to classify the generated samples. The Inception v3 model, presented by Szegedy et al., in 2016, is the model usually used

for this end, hence the name of the metric. Thus, the model predicts the probabilities of a large set of generated examples belonging to each of the known classes of images. Then, these probabilities are summarized by the score to both capture how much an example resembles to a known class and how diverse the examples are across all the classes. The IS thereby evaluates the quality of the samples as well as the diversity of the generated examples. A higher IS indicates results with higher quality.

In turn, the FID was proposed by Heusel et al., in 2017, as an improvement of the IS. It also uses the Inception v3 model, but, in this case, the score relies on the last pooling layer prior to the output layer of the inception model to capture the features of the inputs. Moreover, these activations are calculated for a selection of real and generated examples. Then, the results are summarized as a multivariate Gaussian and the distance between the activations obtained for original and fake samples is calculated using the Fréchet distance, also known as Wasserstein-2 distance. Therefore, the FID provides a means of comparison between the real and the fake samples. A lower FID is associated with samples which statistical resemble more to the original examples. The FID has been shown to be consistent with human judgements. Additionally, it is considered to be more robust to noise than the IS, as well as more computationally efficient.

Besides the metrics presented, there are

other scores that capture different aspects about the samples produced by the generator. Ali Borji provided a thorough revision and analysis of a wide range of techniques developed for evaluating GANs in his 2019 paper titled *Pros and Cons of GAN Evaluation Measures*. The author argues it is unlikely that a single score may be able to cover all the aspects about generated samples. Therefore, it is wise to adopt several evaluation techniques when training GANs for a more solid assessment.

Lastly, researchers have been applying generated samples to classification tasks

and further evaluating the performance of the classifiers in comparison with the results obtained using only original examples. This approach has also been explored as a way of assessing the quality of the fake samples. The studies suggest that if the performance of the models is not significantly affected when using artificial data to substitute the original samples, then the models are recognizing the fake samples approximately the same way they do the real examples. This is seen as an indication that the generated samples are realistic.

## Overview

GANs are an innovative and effective method to generate realistic data introduced by Goodfellow et al., in 2014. As a recently presented approach, GANs are still an entire world to discover and the paths so far explored have shown promising results in a wide range of fields, particularly in the image field. Focusing on the study of more appropriate ways to help analyse and evaluate the training process and the data generated by these networks may be the key to open even more doors for their application. The part that GANs will continue to take in the generative modelling world will be as big as our capacity to understand how to make the most out-of-the-box approach.





## INTERCULTURALIDADE E OS SEUS DESAFIOS: HUMANIZAR ATRAVÉS DA COMUNICAÇÃO

Inês Filipa Oliveira Santos

Especialista em Comunicação.

Mestrado em Comunicação pela Universidade de Gotemburgo, Suécia.

CONHECIMENTO  
ERASMUS  
INTERCÂMBIOS  
CURIOSIDADE  
INCLUSÃO  
RESPEITO  
GLOBALIZAÇÃO  
DIVERSIDADE  
CULTURA

A conversa em torno da globalização tem muitas ramificações, sendo um tópico complexo de abordar. No entanto, é de conhecimento popular que a complexidade pode ser um instigante dos mais variados conflitos e, por isso, tópicos complexos tendem a ser frequentemente evitados. Em pleno século XXI, contudo, já são poucas as coisas que podem ser rotuladas de simples e o ser humano deve aprender a discuti-las de forma analítica e crítica. Por exemplo, sabemos que a globalização é um fenómeno inevitável causado pela evolução do ser humano e advindo da necessidade social de se conectar com outras pesso-

as, quer por via da curiosidade sobre o desconhecido e diferente ou, ainda, pelo mais puro instinto de sobrevivência. O desenvolvimento dos transportes e da tecnologia foram um verdadeiro trampolim na assistência deste tão constante fenómeno! As distâncias que pareciam enormes entre dois continentes longínquos, como por exemplo Austrália e Europa, foram encurtadas através de viagens de avião, ou até mesmo de viagens virtuais, com recurso a uma das maiores invenções de sempre: a Internet. O acesso à diversidade é real. Mas de que forma podemos gerir isto, uma vez que direta ou indiretamente es-

tamos a receber informação cultural das mais variadas partes do mundo? A resposta é simples: através da comunicação intercultural. A comunicação intercultural é, porém, multifacetada e requer uma introspeção, onde os nossos próprios valores e preconceitos são postos em perspectiva. Esse é o primeiro passo a tomar, antes de refletirmos sobre outros padrões culturais. Portanto, neste artigo vamos explorar formas de introspeção que nos podem assistir na gestão de informação e, de seguida, iremos discutir meios para analisar essa mesma informação e entender de que forma se podem constituir opiniões ponderadas. Ao debatermos estes tópicos, estamos a aprofundar o nosso espírito crítico e a tornarmo-nos, no fundo, não só em melhores comunicadores como também em melhores seres humanos. Por fim, recorreremos ao Programa Erasmus+ para ilustrar como este é uma boa oportunidade no âmbito educativo para os estudantes apurarem a sua comunicação intercultural.

### **Comunicação intercultural – o que é?**

Troca de informação, nos mais variados tipos de formato, tal como falado ou escrito, entre culturas assumidas como distintas.

### **Será que assumimos a existência de diferentes culturas?**

Graças à globalização é difícil definir concretamente uma cultura, pois os constituintes da mesma são seres humanos com diferentes identidades. O ser humano tem

a necessidade de sistematizar e rotular as coisas à sua volta, sendo normal assumir que pertencemos a uma determinada cultura. Hoje em dia, contudo, existem diversas influências culturais às quais nos expomos, acabando por enraizar determinados hábitos ou ideias de que gostamos. Assim, formamos uma identidade singular, composta por gostos, ideais, crenças e costumes. Esta diversidade pode ser equiparada ao nosso próprio ADN: é uma composição única! Então não existem culturas? Existem sim. Cada país tem a sua “cultura”, por exemplo. Noutras palavras, cada país tem certas características comuns que se repetem ao serem reproduzidas pela população, sendo assim facilmente identificadas. Um exemplo pode ser a cultura do café em Portugal. Por norma, quando se pede um café em Portugal, este é composto por uma pequena chávena de café, conhecido vulgarmente como expresso. Este café curto faz parte da cultura portuguesa. Mas este é um tópico complexo, pois até os padrões culturais nacionais podem ser distintos. Exemplo disso, ainda falando de café, é a forma como este é pedido. Se estivermos na região de Lisboa, é comum pedir uma bica – ao invés de dizermos café. Se subirmos no mapa até ao Porto, muitos dos habitantes locais não vão pedir uma bica, mas sim um cimbalino. O intuito desta reflexão é simples: cultura existe, mas é uma representação de certos padrões que se repetem e são associados a um povo. Porém, devemos ser cautelosos ao afirmar que pessoas pertencem a certas culturas ou constituem

uma só cultura apenas porque reconhecemos alguns destes mesmos padrões, sejam eles comportamentais ou visuais. O fator humanização é realmente importante quando debatemos tópicos culturais. É necessário pensar em identidade e em como cada pessoa é composta por um conjunto único características. Como referido anteriormente, a globalização possibilitou este aumento de complexidade cultural e de forma positiva. Devido ao fácil acesso à informação e à dispersão de novos costumes, podemos agora estar mais próximos de práticas não originárias de culturas ocidentais, tais como o yoga ou até mesmo o consumo de sushi. Contudo, a introdução de novidades na sociedade pode também ser negativa, daí a importância da introspeção numa primeira fase.

### **Introspeção**

Conhecer certas tradições, provenientes de outras culturas distantes da nossa realidade, pode ser um choque. Nestes casos, é importante perceber quais são os nossos valores e decidir o que se considera aceitável ou normal. Definir isto na nossa mente é uma forma de nos conhecermos melhor e de lidarmos com os nossos próprios preconceitos, isto é, ideias pré-concebidas que assumimos como verdadeiras perante o que é diferente, sejam estas sobre pessoas, crenças ou até mesmo comportamentos. De certa forma, é de pertinência não vilanizar os preconceitos. Pode assumir-se que todas as pessoas têm preconceitos, pois a sociedade

em que vivemos está construída para se focar em enfatizar as diferenças ao invés de reforçar o que é partilhado. Devemos, porém, estar cientes destes preconceitos e tentar ao máximo contrariá-los, sabendo primeiramente analisar a informação que recebemos, de forma a comunicar de maneira justa e respeitosa.

### **Análise e crítica**

Após uma autorreflexão, é indispensável focar-se no outro: analisar quem nos rodeia e tentar perceber o que estão a fazer, se é algo muito diferente do que estamos habituados, ou não, ou se pode eventualmente ter alguma origem cultural. Não podendo nunca esquecer que, independentemente do que se observe, devemos sempre desafiar a nossa mente. Por outras palavras, pôr o nosso espírito crítico à prova e ponderar se os comportamentos que estamos a observar não foram já influenciados por mais do que uma cultura e/ou adaptados à personalidade da pessoa que os está a ter, consoante, por exemplo, as vivências únicas experienciadas por esta. Resumindo, nesta fase é válido questionar o que fizer sentido, mas sempre assumindo-se como não detentor de toda informação, uma vez que apenas conseguimos visualizar o que está à nossa frente.

### **Comunicar e humanizar**

Nem sempre é fácil exercitar a nossa mente para um modo automático de autocrítico, até porque muitos dos preconceitos

lá enraizados se encontram de forma tão marcada que se torna difícil contrariá-los. A consciencialização dos próprios preconceitos é um trabalho para a vida que pode e deve ser assistido pela comunicação. Isto quer dizer que devemos envolver-nos em diálogos críticos com pessoas de culturas diferentes – a regra de ouro aqui é comunicar sempre que possível com pessoas diferentes, independentemente de quais sejam as diversidades. Desta forma estamos a contribuir para uma globalização mais saudável na medida em que há um esforço de compreensão e respeito pelo outro. Além disso, a curiosidade que se manifesta neste âmbito pode ser considerada uma boa motivação para se envolver em tais discussões. Por exemplo, questionar sobre os valores de outrem e que hábitos tem, quais as suas influências, entre outros, pode gerar uma agradável partilha de opiniões e ainda o acesso a diferente informação. Um fator importantíssimo que devemos ter em atenção quando estamos a fazer uma partilha intercultural é o do não julgamento. Podemos e devemos formar opiniões sobre o que nos rodeia, mas sempre tendo em conta que é uma única opinião baseada numa experiência individual, o que não quer dizer que seja a única verdade e o único ponto de vista existente. Ser consciente de todos estes pormenores enquanto estamos a tentar conversar com alguém pode parecer desafiante, ainda para mais se a comunicação é estabelecida através de uma língua estrangeira – como o inglês, que cada vez mais é utilizado como *língua franca* –

mas não é desculpa para não tentar. Uma forma interessante de o fazer é também através da consciencialização coletiva: chamar à atenção amigos e família sobre estes preconceitos que nos podem saltar à mente, até mesmo quando não há comunicação intercultural direta. Exemplo disso, é quando estamos à conversa com um amigo e este generaliza um povo inteiro baseando-se exclusivamente na observação de certos comportamentos. Este é um momento pertinente para remar contra a maré e advertir cautela com o discurso desse nosso amigo. Tais preconceitos exteriorizados não representam a realidade e apenas desumanizam o ser humano ao retirar-lhes as qualidades únicas pessoais que os retratam. É imperativo considerar que cada indivíduo passou por diferentes experiências e, por conseguinte, detém hábitos igualmente distintos. Apesar de eventualmente recebermos informação que nos parece uma repetição de um padrão cultural, esta é sempre ajustada à identidade pessoal, isto é, formas de pensar singulares, ambientes únicos e as mais diversas experiências vivenciadas!

### **Intercâmbios com sentido: A importância do programa Erasmus+**

O programa Erasmus+ é um projeto fundado pela União Europeia que se foca na educação dos jovens através do intercâmbio, sobretudo em espaço europeu. Este programa é estabelecido entre instituições de ensino em diferentes países e proporciona aos estudantes uma oportunidade

para sair do próprio país e explorar um território novo. Existem variações de intercâmbios, desde programas para o ensino secundário, como também para o ensino superior. A sua popularidade deve-se à infinidade de acordos existentes entre instituições de ensino, o que representa uma oferta bastante diversificada de destinos e programas de estudo. Além disso, em virtude do seu cariz educativo, o programa Erasmus+ é financiado pela União Europeia, facultando bolsas de estudos para uma grande parte dos candidatos à mobilidade.

A dispersão de informação, potenciada pela globalização, originou um crescente interesse em explorar o mundo para além-fronteiras, o qual pode ser facilmente correspondido através do programa Erasmus+. Desta forma, os alunos podem aliar o âmbito educativo ao ensejo de viajar. Mas este projeto, que cada vez mais se tem popularizado entre os jovens, oferece muito mais do que se pensa. A experiência Erasmus pode ser um bom treino para mergulhar no mundo da comunicação intercultural e, conseqüentemente, desenvolver uma sensibilidade social. Ao encontrar-se fora da sua zona de conforto, os estudantes adquirem novas formas de comunicar e de serem independentes. Falar numa língua estrangeira é um dos primeiros fatores, e talvez um dos mais relevantes, que estimula este mundo de descoberta. A curiosidade será constante, pois o estudante vai-se deparando com diferentes indivíduos e sente a necessidade de reunir mais informação sobre o

ambiente em que está inserido. Contudo, é de ressaltar a necessidade de ter uma mente aberta, estado de espírito que estudantes vão desenvolvendo ao longo de todo o processo de intercâmbio, de forma a processar a informação recebida sem julgamentos. A capacidade de comunicar interculturalmente vai-se construindo simultaneamente. Os estudantes desenvolvem habilidades interpessoais de empatia, respeito pelo outro, flexibilidade, espírito crítico e abertura para diálogo, uma vez que se vão apercebendo de que do outro lado está um ser humano e, por muito diferente que pareça, seguramente este também possuirá alguns pontos em comum consigo. A globalização é isso também: uma chance de olhar para as semelhanças na diversidade. É por isso que quando chegam a um país novo, os estudantes sentem necessidade de se juntar com outros estudantes internacionais que se encontram na mesma situação; logo aí tendo um primeiro ponto em comum – o primeiro de muitos, certamente.

*“Intercultural dialogue is the best guarantee of a more peaceful, just and sustainable world.”*

- Robert Alan (escritor americano, artista e ativista social; 1922-1978)

A comunicação intercultural é necessária mais do que nunca. O ser humano deve expor-se a este tipo de situações e debater o que pode ser desconfortável, ou

até mesmo tabu, de forma a ampliar o seu sentido crítico. Fomentar a empatia que nos permite colocar no lugar do outro, leva-nos a abraçar a interculturalidade existente e a potencializá-la como um fator enriquecedor da sociedade multicultural onde estamos inseridos: acima de tudo, uma sociedade composta por seres humanos com identidades únicas derivadas das mais variadas influências globais tanto a nível cultural, económico, político e social. Ao respeitar as diferenças, seremos capazes de observar mais além e começar a identificar os pontos em comum, deste modo contribuindo para a uma sociedade mais inclusiva.

O programa Erasmus+ é uma ferramenta imprescindível no ambiente educativo e que fornece uma porta de treino intercultural para a sociedade, especialmente em jovens adultos que se encontram em fase

de descoberta do mundo e não só – que estão também a começar a constituir as suas próprias identidades e valores e a refletir sobre os mesmos. Os diálogos interculturais acontecem, naturalmente, durante um intercâmbio de Erasmus e influem o pensamento de muitos estudantes para o resto das suas vidas. Sem se aperceberem totalmente, a mudança que lhes ocorre torna-os em pessoas mais compreensivas e mais humanas. O ponto de partida é sempre o mesmo: a comunicação; advinda da mais pura curiosidade e receptividade para conhecer sem julgar. Este é o meu convite para todos: humanizar através da comunicação intercultural.

## A GEOGRAFIA DE UM PAÍS EM GUERRA

Ricardo Miguel

Externato Cooperativo da Benedita

“A geopolítica examina as maneiras pelas quais os assuntos internacionais podem ser compreendidos através de fatores geográficos; não somente a paisagem física, mas também clima, dados demográficos, regiões culturais e acesso a recursos naturais. Fatores como esses podem ter um importante impacto sobre aspectos diferenciados de nossa civilização, de estratégia política e militar a desenvolvimento social humano, incluindo língua, comércio e religião.” ( MARSHALL, 2018)

Este artigo pretende ajudar a compreender a Geografia de um país com enormes potencialidades, apresentando as características geográficas (naturais e humanas) que a moldaram ao longo dos anos.

Olhando para a História recente, carece de referir que até 1991 a Ucrânia era uma das 15 repúblicas que formavam a União Soviética (URSS). Com o fim da URSS, verifica-se a criação de três novos países na área caucasiana: Geórgia, Azerbaijão e Armênia com um forte incremento migratório que se traduziu numa mistura étnica e religiosa. Na própria Ucrânia gerou-se uma divisão dentro do próprio país, pois a região oeste do país busca aproximação com a União Europeia, enquanto a região leste se identifica com a Rússia, não só pela proximidade, mas também pelo histórico que possui.

Tal contexto leva a que a questão nacionalista não esteja resolvida e seja estudada nos Currículos Escolares, como em Geografia C, disciplina opcional do 12.º ano de escolaridade. Também a ausência de

fronteiras naturais leva a que as fronteiras sejam apenas políticas, logo mais vulneráveis.

A relevância deste país, na boca do mundo nos tempos mais recentes pelo conflito bélico em curso, resulta de a Ucrânia ser o maior país com território exclusivamente europeu, beneficiando daquilo a que podemos chamar uma posição de charneira entre a Europa e a Ásia. Por outro, o seu sistema político, a sua riqueza de recursos naturais e as suas populações heterogêneas colocam este país no centro de um “caldeirão” geográfico que tem, ao longo dos últimos muitos anos, sido estudado e enquadrado na Geopolítica mundial, cujos acontecimentos tristes e mais recentes relembram.

A localização relativa da Ucrânia é caracterizada pelos países que com ela fazem fronteira: Rússia, Polónia, Eslováquia, Hungria, Roménia, Bielorrússia e Moldávia. Com cerca de 4500 quilómetros de fronteira terrestre, o maior vizinho é a Federação Russa, com cerca de 33% do seu

território contíguo à Rússia. Esta localização da Ucrânia permite-lhe ter acesso ao Mar Negro, um mar interior e uma linha de costa onde se inclui também o mar de Azov. No vasto território ucraniano merece referência a Crimeia, com cerca de 26000 km<sup>2</sup>, anexada pela Rússia em março de 2014.

Em termos naturais, o relevo não apresenta grandes elevações, com uma percentagem mínima de montanhas, sobretudo nas regiões da Crimeia e dos Cárpatos, pois predominam planaltos e planícies pela maior parte do país. O ponto mais alto, com 2061m, é o Monte Hoverlya. Quanto à rede hidrográfica, a Ucrânia tem no seu território o terceiro maior rio em termos de comprimento, o Dniepre, que só no país se estende por 980 quilómetros. Neste tema merece relevância o rio Don, pois na área da sua bacia, conhecida por “Don Bas”, fica uma das regiões com maior afinidade com a Rússia e um dos palcos de conflito mais antigos entre Rússia e Ucrânia.

Uma imensidão de lagos artificiais, resultantes de barragens ao longo do Dniepre, são uma marca da paisagem ucraniana (são mais de 20 mil pequenos reservatórios de água), destacando-se pela sua dimensão o Lago Yalpuh, com mais de 200 quilómetros.

Ainda do ponto de vista natural, uma das maiores riquezas do país são os seus solos férteis. Desde os tempos da URSS que o atual território da Ucrânia era considerado como “o cesto de pão” pela produtividade do solo arável, maioritário no país.

Na Ucrânia continental o clima é temperado, ao passo que na Crimeia pode ser designado de subtropical. A temperatura média em julho é de cerca de 10°C, contudo, em janeiro a temperatura média do território baixa para os 6°C.

A população da Ucrânia, residente, contabiliza-se em cerca de 44 milhões, segundo dados de 2020. Desde a independência que a população da Ucrânia tem vindo a diminuir, fenómeno semelhante nos países europeus, devido, essencialmente, ao efeito combinado da emigração e de uma taxa de crescimento negativa.

O fim da União Soviética representou uma quebra demográfica assinalável e, nas últimas duas décadas, a Ucrânia apresenta uma baixíssima taxa de fertilidade, na ordem de 1.4, e reduzidas taxas de natalidade inferior à de mortalidade. A densidade populacional, em 2011, era de 78,90 habitantes por Km<sup>2</sup>.

Em 2011, a população urbana contabilizava-se em 68,9% do total, pelo que mais de dois terços dos ucranianos vivem nas cidades. As maiores áreas urbanas são Kiev (2,8 milhões), Kharkiv (1,4 milhões), Odesa (1 milhão), Dnepropetrovsk (990 000) e Zaporizhzhya (771 000) (CIA, 2014). A esperança média de vida na Ucrânia é muito baixa, quando comparada com o resto do mundo. No caso masculino está calculada em 65,98 anos e nas mulheres em 75,88 anos. A mortalidade infantil tem vindo a reduzir, mas em 2011 era de 9 mortes por 1000 nascituros (9‰) e em 2012 era de 8,5‰.



A população ucraniana encontra-se, numa abordagem genérica, dividida entre um leste sul do país onde se concentra a maioria dos falantes de russo e um oeste e norte onde se concentram os falantes de ucraniano.

Esta divisão também reflete a imagem política do país, com as visões pró-russas mais frequentes no leste e no sul e os sentimentos pró-europeus, associados aos pró-ocidentais, a serem mais comuns no ocidente e no norte do território.

A Ucrânia tem sido o principal país de passagem das exportações de gás russo para a Europa, dado que, aproximadamente, 85% do fornecimento de gás russo com destino à Europa atravessa o território ucraniano, antes do gasoduto da Rússia Nord Stream se tornar operacional, em 2012.

A Ucrânia também desempenha um papel importante no transporte de exportações de petróleo da Rússia para os mercados europeus, tanto através do ramo sul do oleoduto Druzhba, como através de seus portos do Mar Negro.

A Ucrânia importa petróleo e gás natural da Rússia e do Turquemenistão, e tecnologia da Europa Ocidental. Também importa madeira e papel.

Os seus principais produtos de exportação são o aço, os produtos químicos, as máquinas e os equipamentos pesados.

A adesão à Organização Mundial do Comércio (OMC) foi realizada em maio de 2008. Esta foi uma etapa crítica para a

Ucrânia, permitindo ao país ampliar e diversificar a sua base de exportação; rotas comerciais seguras, reduzindo os riscos de sanções comerciais; e estabeleceu as bases para um crescimento económico equilibrado, a longo prazo, diversificando, e distanciando-se da atual dependência de indústrias pesadas, como a do aço.

A Ucrânia está muito dependente da energia nuclear, com 15 reatores, sendo que a maior capacidade de produção dos reatores encontra-se no sul da Ucrânia, mais concretamente nas cidades de Mykolaiv e Zaporizhia. O desastre de Chernobil, localizada no atual território ucraniano, ocorreu a 26 de abril de 1986 e tornou-se no acidente mais grave da indústria nuclear mundial.

Uma parte grande da oferta de energia primária da Ucrânia tem como base o urânio e o carvão, produzidos no país, mas também o óleo e o gás, na sua maioria importados da Rússia.

O mapa político europeu reconfigurado, após o fim da URSS, faz emergir conflitos nacionalistas, com disputas pela supremacia internacional. Ultimamente, duas realidades geopolíticas competem pela reconfiguração do espaço europeu: a União Europeia/NATO e a Rússia. Entre ambas, e no centro de fenómenos nacionalistas e instabilidade e tensões políticas, está a Ucrânia.

Cá estamos, solidários, e a cumprir o nosso papel de integrar.

<sup>1</sup>Marshall, T. (2018) Prisioneiros da Geografia. Editora Desassossego



# LIVRES DOS GENES! – COMO A REDESCOBERTA DOS PRINCÍPIOS DE LAMARCK RE-DESENHOU O EVOLUCIONISMO

Luís Crisóstomo

Mestre em Ciências Biomédicas

Departamento de Anatomia e Unidade Multidisciplinar de Investigação Biomédica, Instituto de Ciências Biomédicas Abel Salazar, Universidade do Porto

Laboratory for Integrative and Translational Research in Population Health, Universidade do Porto, Porto, Portugal

## RESUMO

A teoria evolucionista mais amplamente aceite é baseada na Seleção Natural de Darwin. Os avanços científicos em Biologia, particularmente da Biologia Molecular e da Genética, contribuíram para cimentar a teoria através da descrição dos mecanismos de hereditariedade e variabilidade genética que Darwin não conseguiu explicar. Assim, o Neodarwinismo cultivou a ideia de uma “ditadura dos genes” entre a opinião pública – a ideia de que o património genético era a fonte de todas as qualidades e defeitos do indivíduo. Porém, essa ideia foi sendo contrariada pela evidência científica, pelas muitas exceções à hereditariedade mendeliana e pela descoberta de mecanismos de regulação génica em resposta ao ambiente. Este conhecimento levou à ascensão de uma nova especialidade, a Epigenética. No entanto, a Herança de Características Adquiridas preconizada por Lamarck enfrentava várias barreiras, mesmo à luz da Epigenética. Partindo da contextualização histórica da Genética e Epigenética, e apresentan-

do as descobertas e teorias que colocaram em causa uma possível Herança de Características Adquiridas, esta revisão discute as evidências mais recentes para esta herança, condição fundamental do Neolamarckismo. São apresentados estudos baseados em populações humanas e estudos animais que não só corroboram uma herança epigenética transgeracional, como apontam mecanismos que suportam esta herança. À luz destas descobertas, requer-se uma nova teoria evolucionista, capaz de conciliar os princípios Lamarckistas e Darwinistas. Este conhecimento libertanos da “ditadura” dos genes, mas coloca maior responsabilidade sobre as nossas escolhas de vida, capazes de influenciar a Saúde da descendência.

## Introdução

No início do Séc. XIX, o naturalista francês Jean-Baptiste Lamarck publicou uma série de trabalhos científicos que constituiriam a primeira teoria Evolucionista verdadeiramente sistemática acerca da origem das espécies (1). Nestas obras, Lamarck apontava dois princípios como as forças-motrizes da evolução: a força da complexificação (*Le pouvoir de la vie*) e a força das circunstâncias (*L'influence des circonstances*). Este último seria o princípio mais amplamente reconhecido, em particular devido às duas Leis fundamentais que o constituíam: a lei do uso e desuso; e a lei da herança das características adquiridas.

Um exemplo clássico da aplicação teórica destas duas Leis é o longo pescoço das girafas. Assim, devido aos esforços sucessivos para chegar a rebentos frescos cada vez mais altos, o antecessor das girafas atuais viu-se obrigado a esticar mais o seu pescoço para os alcançar. Estes esforços iriam resultar em ganhos mínimos que seriam passados aos seus descendentes, os quais iriam repetir os mesmos esforços ao longo da sua vida, e transmiti-los à descendência. A repetição deste ciclo ao longo de várias gerações resultaria num acumular de ganhos que culminaria no pescoço das girafas atuais.

A teoria de Lamarck não foi recebida sem o criticismo espectável das franjas mais conservadoras da sociedade da época, nomeadamente da Igreja Católica, embora

os seus princípios resultassem de observações empíricas que descritas desde o período Clássico. No entanto, seria a teoria evolucionista proposta pelo naturalista inglês Charles Darwin (2), apenas 50 anos mais tarde, a suplantar a teoria evolucionista de Lamarck. Com esta obra, Darwin não só revolucionou a Biologia como definiu o paradigma multidisciplinar que caracteriza a Ciência Moderna. Resumidamente, a teoria evolucionista de Darwin defendia que cada geração produzia mais indivíduos que aqueles que o ambiente poderia suportar, logo as condições do meio “selecionavam” os indivíduos com características mais vantajosas, que assim teriam mais hipóteses de sobreviver e gerar prole que herdaria as características dos progenitores. Este processo, repetido ao longo de gerações, levaria à gradual evolução das espécies.

No entanto, nem Lamarck nem Darwin foram capazes de demonstrar um mecanismo de hereditariedade que suportasse a sua teoria. Neste contexto, a redescoberta dos trabalhos do monge checo Gregor Mendel (3, 4) foi crucial para popularizar a Seleção Natural de Darwin. As célebres experiências de Mendel com pés de ervilha (*Pisum sativum*) permitiram demonstrar empiricamente o primeiro mecanismo de hereditariedade, o que lhe valeu o título de “pai da Genética”. Alguns anos mais tarde, o norte-americano Thomas Hunt Morgan comprovou o papel central dos cromossomas na transmissão das características,

usando um modelo de moscadafruta (*Drosophila Melanogaster*), tendo recebido o prêmio Nobel da Medicina em 1933 por esta descoberta (5). No sentido inverso, os estudos do alemão August Weismann acerca da separação entre células somáticas, responsáveis pelas funções do organismo, e células germinativas, responsáveis pela produção de gâmetas, tornaram a herança das características adquiridas proposta por Lamarck altamente improvável (6). Esta limitação ficaria mesmo conhecida como a “Barreira de Weismann”.

Ao longo do Séc. XX, os sucessivos avanços na Biologia Molecular permitiram

consolidar os princípios da Seleção Natural, particularmente pela demonstração do DNA enquanto molécula responsável pela hereditariedade (7), pela resolução da estrutura do DNA (8), pela replicação semi-conservativa do DNA (9) e pelo estabelecimento do “Dogma Central da Biologia” (10). A modernização das ideias de Darwin à luz da Biologia Molecular ficou conhecido como Neodarwinismo. Porém, durante este período, também surgiram algumas evidências de que Lamarck não estaria totalmente errado, especialmente após a ascensão da Epigenética.

## **Nascimento e ascensão da Epigenética**

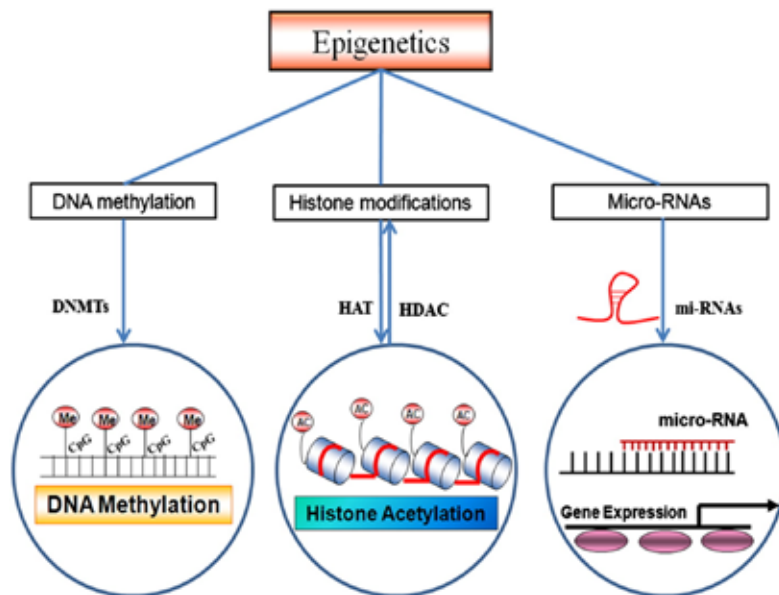
Apesar da ampla validação da hereditariedade Mendeliana de características, a comunidade científica reconheceu de imediato que esta explicava um número limitado de fenómenos, existindo muitas exceções. O inglês Ronald A. Fisher, um dos estatísticos mais influentes da História, embora tenha contribuído significativamente para consolidar as teorias de Darwin e Mendel (11), desafiou a “perfeição” dos resultados de Mendel (12). Morgan, com o seu modelo de *Drosophila*, identificou várias exceções ao modelo Mendeliano, como a herança de características dependentes do género (5), o *linkage* genético e o *crossing over* (13, 14). Estas descobertas desenvolveram dois conceitos importantes: pleiotropia – cada gene influencia várias características; e *epistasia* – cada caracte-

terística (fenótipo) é influenciada por vários genes.

Nos anos 30, o geneticista inglês Conrad Waddington juntou-se ao laboratório de Morgan, na Califórnia, com o objetivo de esclarecer o papel dos genes na hereditariedade de *Drosophila*. As observações de Waddington sugeriam uma influência do ambiente na expressão de certos fenótipos, o que o levou a mencionar pela primeira vez a “epigenética”, então definida como “o estudo das interações causais entre genes e seus productos que levam à expressão do fenótipo” (15, 16). No entanto, Waddington necessitou de mais uma década para demonstrar um fenótipo adquirido em resposta ao ambiente que fosse assimilado pelo organismo (17).

Esta definição inicial de epigenética estava ainda distante da definição moderna, mas no início dos anos 50 ainda não existia sequer prova irrefutável de que o DNA fosse a molécula responsável pela hereditariedade. Porém, quebra essa barreira, verificou-se que nem todos os fenótipos apresentados pelo organismos poderiam ser exclusivamente explicados pela sequência das bases do DNA (18). Nomeadamente, se todas as células de um mesmo organismo partilham a mesma sequência de DNA (genoma), sendo clones de uma célula inicial expandida através de mitoses sucessivas, como poderiam estas apresentar fenótipos tão distintos entre si? Esta pergunta levou à in-

vestigação dos processos de regulação de transcrição génica e, mais tarde, à descoberta de processos epigenéticos centrais, como a metilação do DNA, a condensação da cromatina através de modificações de histonas, e os pequenos RNA's não codificantes (sncRNA's) (19) (Figura 1). Partindo destas premissas, a primeira definição moderna de Epigenética surgiria em finais do Séc. XX: 1) o estudo das alterações na expressão génica que ocorre em organismos com células diferenciadas, e da herança mitótica de determinados padrões de expressão génica; e 2) hereditariedade nuclear que não é baseada em diferenças na sequência de DNA (20, 21).



**Figura 1: Alguns dos principais mecanismos de regulação epigenética.**

A metilação das ilhas CpG (à esquerda), consiste na adição de um grupo metilo a citosinas, o que resulta na inibição da transcrição do *loci*. As histonas podem ser igualmente metiladas ou acetiladas (ao centro). Esta modificação causa uma mudança de conformação que condensa a cromatina, inibindo o acesso dos factores de transcrição à sequência de DNA. Os miRNA's e outros sncRNA's (à direita) atuam por complementaridade a sequências de mRNA ou DNA, impedido assim a tradução em proteína. Imagem retirada de Chaturvedi & Tyagi (22).

A título de curiosidade, o trabalho que valeu o prêmio Nobel a Morgan (5) resulta em parte de um fenômeno epigenético, embora não o soubesse na altura. As características expressas a partir do cromossoma X, em fêmeas, dependem do silenciamento de um dos cromossomas X (paterno ou materno), através da condensação permanente da cromatina (23). Esta

condensação é alcançada através da modificação das histonas, proteínas que estabilizam o DNA. Caso este fenômeno não ocorresse, todas as fêmeas sofreriam de poli-ploidia, o que está associado a patologias severas ou mesmo inviabilidade do embrião em mamíferos.

## **A quebra da “Barreira de Weissman”**

### **Escapar ao “reset” epigenético**

Na verdade, a definição de “Epigenética” continua a ser disputada, particularmente devido à dificuldade de definir a heritabilidade das alterações epigenéticas (24). Esta propriedade é considerada fundamental pelos Neolamarckistas – proponentes da inclusão dos princípios de Lamarck numa compreensiva teoria evolucionista, suportada pelas descobertas recentes nas áreas da Epigenética e da Herança Transgeracional Epigenética (2527). No entanto, a verificação desta propriedade pressupunha a transposição da “*Barreira de Weismann*”.

Durante o Séc. XX, foram vários os estudos que ora apontavam para uma maior impermeabilidade desta barreira teórica às alterações epigenéticas, ora demonstravam mecanismos para a contornar. Um desses casos foi a descoberta da regulação da expressão génica através da metilação de sequências de DNA ricas em citosinas e guaninas, localizadas nos pro-

motores dos genes (as ilhas CpG) (28). A metilação destas sequências é efetivamente um mecanismo epigenético. Porém, pouco depois demonstrou-se a ocorrência de grandes eventos de desmetilação de DNA durante a gametogénese e embriogénese, essenciais para assegurar a totipotência do zigoto. Desta forma, esta informação epigenética seria “apagada” e jamais herdada pela descendência. Não obstante, já no Séc. XXI, verificou-se que a desmetilação do DNA não era completa, havendo regiões (loci) em que os padrões de metilação eram preservados, estando estes associados ao fenómeno de *imprinting* genómico (Figure 2) (29).

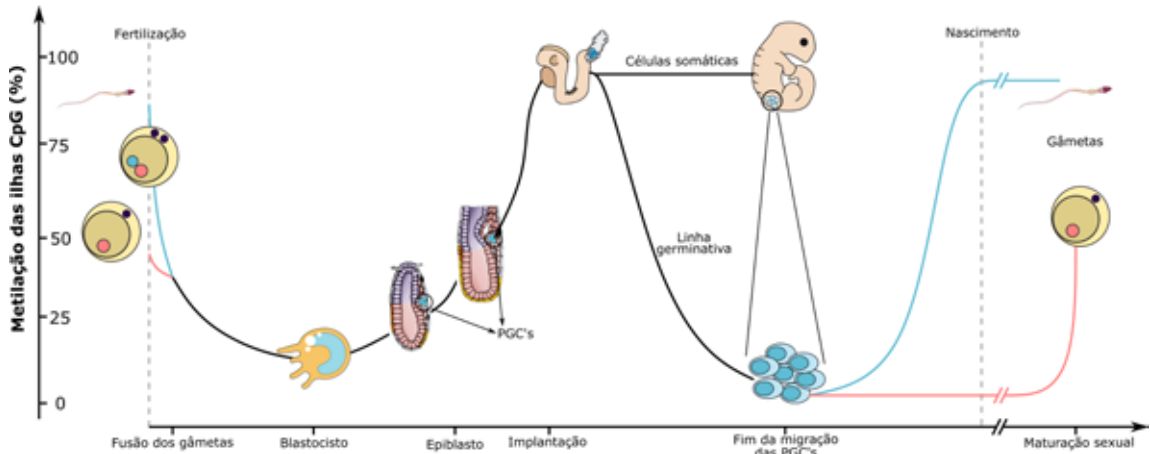


Figura 2: Metilação das ilhas CpG ao longo do ciclo de vida de um mamífero. Antes da fertilização, o DNA dos gametas encontra-se no seu ponto mais elevado de metilação ( $\approx 85\%$  espermatozoide,  $\approx 40\%$  oócito). O DNA é rapidamente desmetilado após a fertilização, um processo que continua ao longo da fusão dos gametas e das primeiras divisões do zigoto. Quando o embrião atinge o estágio de blastocisto, a metilação do DNA está próxima do mínimo ( $\approx 15\%$ ). Devido ao imprinting genômico, alguns *loci* não são desmetilados. O DNA do embrião é remetilado durante a fase de epiblasto, à medida que os tecidos começam a diferenciar-se. Durante esta fase também se diferenciam as células que irão produzir gametas após a maturação sexual – as células germinativas primordiais (PGC's). Após a implantação do embrião, o DNA encontra-se no seu estado mais metilado ( $\approx 90\%$  das ilhas CpG). As células somáticas não terão mais eventos de desmetilação, enquanto as PGC's iniciam a migração para a crista urogenital sendo desmetiladas até ao mínimo ( $\approx 7\%$ ) ao longo do processo. Quando a migração das PGC's termina, num embrião feminino, as PGC's iniciam a diferenciação em oogónias e são expandidas clonalmente para formar a reserva ovárica. O nível de metilação de DNA mantém-se até que a oogónia entre no ciclo ovárico, após a maturação sexual. Num embrião masculino, as PGC's diferenciam-se em espermatogónias e o DNA é extensamente remetilado ( $\approx 85\%$ ) ainda antes do nascimento.

## Retenção das histonas

Este não é caso único. Em 1975, observou-se que as histonas eram substituídas ao longo da espermatogénese por outras proteínas, mais tarde batizadas por protaminas (30). Estas proteínas permitiam compactar ainda mais eficientemente o DNA, condição essencial para que pudesse ser acomodado na cabeça do espermatozoide (31). Esta descoberta também colocava em causa a herança epigenética, particularmente através da via masculina, uma vez que as modificações das histonas

seriam assim eliminadas. Porém, também esta hipótese viria a ser contrariada – não só a protaminação do DNA espermático não era total, como os *loci* associados a histonas conservadas tinham uma elevada sobreposição com os *loci* onde a metilação era conservada (32). Logo, adaptações adquiridas ao longo da vida poderiam também ser transmitidas pelo espermatozoide através de modificações das histonas conservadas.



## A “teoria do gargalo”

Contudo, a via paternal sofreu outro revés no seu potencial teórico de transmissão epigenética de características. Observou-se que doenças relacionadas com a mitocôndria tinham a estranha propriedade de “saltar” gerações, ou seja, podiam ser observadas numa geração e só voltar a ser observada nos netos da primeira mulher afetada pela doença. Observava-se ainda esta característica; embora homens e mulheres fossem igualmente afetados, apenas a linhagem maternal perpetuava a transmissão da doença. Logo, as doenças mitocondriais seriam um caso de herança de características dependentes do género. Por outro lado, esta herança não poderia ser veiculada pelo cromossoma X, uma vez que dessa forma a prevalência da doença seria muito superior em homens, e estes poderiam também ser portadores silenciosos da doença (33). Conhecia-se a existência de um genoma próprio da mitocôndria, de características semelhantes ao genoma bacterial, uma peça importante para a teoria endossimbiótica de Lynn Margulis (34), mas pouco se conhecia acerca da sua transmissão através dos gametas, e como poderia ser herdado exclusivamente através da via materna. Embora este mecanismo continue a causar controvérsia, a teoria mais aceite é a “teoria do gargalo” (bottleneck) (35), inicialmente aplicada no contexto da divisão mitótica, e que tem por base um modelo estocástico de probabilidades (36). Resumidamente, uma vez que o DNA mitocondrial tem uma

taxa de mutação superior ao DNA nuclear e poucos mecanismos de reparação (37), as células necessitam de um mecanismo para selecionar mitocôndrias funcionais, saudáveis. Esta seleção pode ocorrer por expansão das mitocôndrias saudáveis em relação às mutantes e pela seleção aleatória de populações de mitocôndrias nas células-filhas, resultantes da mitose. Se a proporção de mitocôndrias mutantes numa das células-filhas for demasiado alta, comprometendo o normal funcionamento da célula, esta pode entrar em apoptose, eliminando consigo as mitocôndrias mutantes (35). Esta hipótese tem ainda melhor aplicabilidade na gametogénese, pois as células-filhas nem sempre têm o mesmo volume citoplasmático entre si, particularmente na oogénese (Figura 3). A hereditariedade uniparental do DNA mitocondrial é explicada pela “teoria do gargalo” uma vez que o oócito tem um número de cópias de DNA mitocondrial ( $\approx 200.000$ ) muito superior ao do espermatozoide ( $\approx 5$ ) (35), ainda que, ao contrário do que pensou por muito tempo, as mitocôndrias do espermatozoide sejam incorporadas no zigoto (38). Esta diferença de escala faz com que as hipóteses de o DNA mitocondrial paternal poder tornar-se maioritário na descendência sejam muito baixas (33, 35). Ainda assim, esta possibilidade é bem real: recentemente, um grupo de investigadores clínicos nos Estados Unidos reportou, pela primeira vez, um caso de doença mitocondrial herdada através do pai (39).

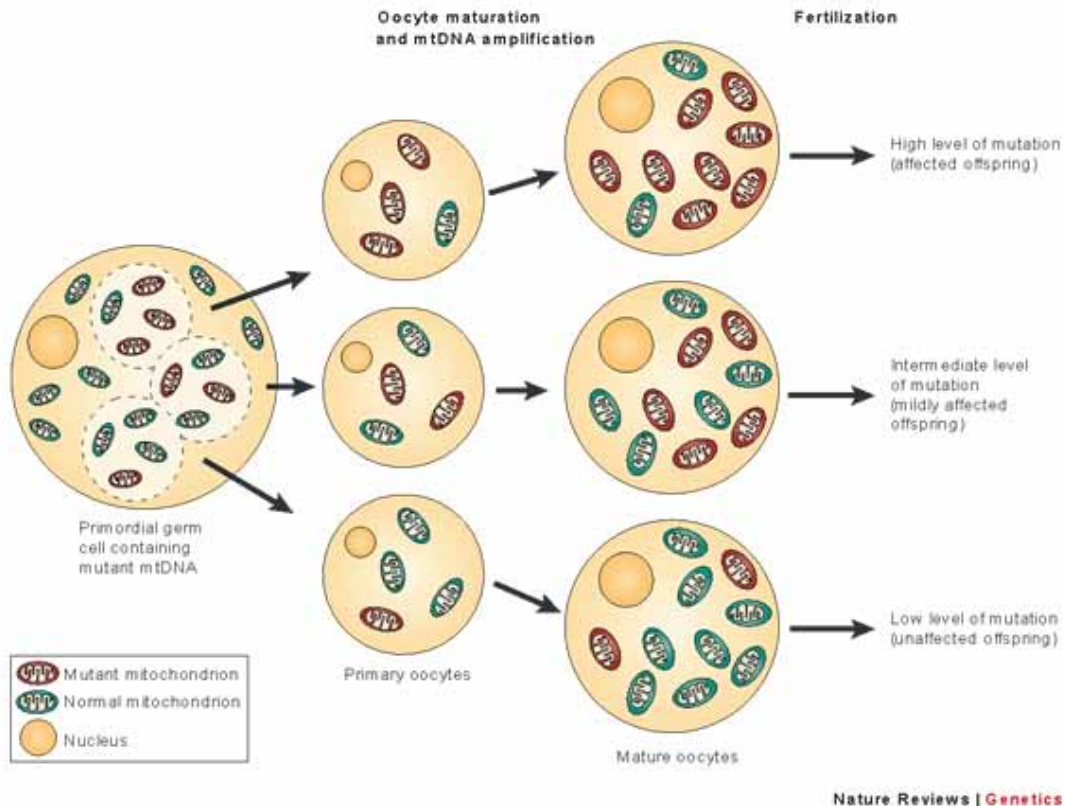


Figura 3: “Efeito gargalo” na seleção de mitocôndrias ao longo da oogênese. Em qualquer célula eucariótica, é normal que existam diferentes cópias de DNA mitocondrial (heteroplasmia). No caso da oogênese, à medida que a célula germinativa primordial sofre sucessivas divisões, a proporção de mitocôndrias normais e mutantes vai sendo alterada devido à divisão das mitocôndrias (mitogênese), e à distribuição aleatória de mitocôndrias entre as células-filhas. Assim, num oócito maduro poderão ocorrer três cenários: 1) a população de mitocôndrias mutantes é superior à das saudáveis, resultando em patologia mitocondrial na prole; 2) a população de mitocôndrias mutantes é semelhante à das saudáveis, o que pode ou não resultar em doença e, na fêmea, aumenta a probabilidade de transmitir a doença à geração seguinte; ou 3) a população de mitocôndrias saudáveis é superior à das mutantes, não se verificando doença na descendência. Autor: Robert W. Taylor, Nature Reviews Genetics.

A “teoria do gargalo” causou outra dificuldade teórica à herança epigenética pela via paterna. Nos anos 90, um grupo de investigadores a trabalhar com *Caenorhabditis Elegans*, outro popular modelo para

estudos genéticos, identificou uma nova molécula reguladora da expressão génica – o microRNA (miRNA) (40). Desde então muitos outros sncRNA's foram descobertos em diversos animais, incluindo nos hu-

manos. Os sncRNA's, independentemente da sua origem, são expressos e processados em resposta a estímulos ambientais para regular a expressão génica através de complementaridade a moléculas de RNA mensageiro (mRNA) ou mesmo a sequências regulatórias do DNA. Como tal, os sncRNA representam mais um mecanismo de regulação epigenética que poderia contribuir para a herança de adaptações ambientais. Isso mesmo foi amplamente descrito, tal como outros mecanismos de herança epigenética, no contexto feminino e principalmente durante a gestação (41, 42). No entanto, considerava-se que a contribuição de sncRNA's do esperma-

tozoide para o embrião era improvável: 1) considerava-se que o espermatozoide era transcricionalmente silencioso, logo despojado de quaisquer RNA's; e 2) o volume citosólico do espermatozoide é uma ínfima porção do volume do oócito, logo o impacto dos sncRNA's que transportasse seria insignificante quando comparado ao contributo dos sncRNA's maternos (43). Desde o início do Séc. XXI, essa conceção tem vindo a ser abandonada, com vários estudos a demonstrar a preponderância do conteúdo espermático de sncRNA no desenvolvimento embrionário e na transmissão de características à descendência (43,45).

## **Evidências da Herança de Características Adquiridas**

### **Estudos epidemiológicos humanos**

Um fator crucial para o estudo da Herança Epigenética Transgeracional, o princípio central do Neolamarckismo, foi a observação deste fenómeno em populações humanas. Este nível de evidência é suportado fundamentalmente por dois estudos: o Estudo de Överkalix (46) e o Estudo de Coorte da Fome Holandesa (47).

O Estudo de Överkalix tratou-se de um estudo retrospectivo baseado nos registos populacionais implementados a nível nacional (equivalente aos CENSOS) de um pequeno e remoto município do Norte da Suécia. Compilando os dados destes registos, os investigadores conseguiram recuar até ao final do Séc. XIX e seguir todos os cerca de 300 habitantes e sua descendência até ao final do Séc. XX. Através

destes dados foi possível caracterizar, durante este período de quase um século, as mortes e as causas, as migrações, as colheitas e o desenvolvimento económico, a disponibilidade de alimento, entre outros dados socioculturais e de saúde da população de Överkalix. Vários artigos científicos foram publicados desde 2001, baseados nos resultados deste estudo (46, 48, 49). Uma das conclusões mais interessantes foi verificar que os netos dos homens com maior disponibilidade de alimento durante a sua fase de crescimento lento (SGP, correspondente à pré-puberdade), tinham uma maior suscetibilidade a doenças não comunicáveis, nomeadamente a doenças cardiovasculares e diabetes (46).

A preponderância do estado nutricional no

condicionamento da Saúde dos descendentes foi também evidenciado pelas conclusões do Estudo de Coorte da Fome Holandesa (47). Este estudo decorreu de uma rara (embora infeliz) ocasião da História, em que um país cientificamente avançado enfrentou uma crise humanitária severa, tendo apesar disso mantido a capacidade de documentá-la devidamente. No Inverno de 1944-1945, a Holanda sofreu um bloqueio de alimentos e combustível por parte do seu ocupador, a Alemanha Nazi. Para além do bloqueio, bombardeamentos inundaram grandes áreas aráveis e destruíram portos e fábricas, dificultando ainda mais a produção, transformação e distribuição de alimentos. Após a libertação da Holanda pelas tropas Aliadas, houve a preocupação de monitorizar a Saúde dos cerca de 4,5 milhões de holandeses afetados pela fome. Para além destes, foi monitorizada a Saúde dos descendentes desta população. Curiosamente, ao contrário do Estudo de Överkalix, aqui concluiu-se que a restrição calórica, especialmente durante a gestação, estava associada a um aumento do risco de desenvolvimento de doenças cardiovasculares e diabetes. Porém, esta aparente contradição indica dois dados importantes: 1) uma ingestão calórica apropriada é importante na definição da Saúde das gerações vindouras; e 2) o período de exposição a eventos nutritivos extremos (quer em escassez, quer em abundância) condiciona os efeitos dessa exposição na descendência. No caso da linhagem feminina, a exposição a fatores ambientais durante a gravidez afeta diretamente três gerações: a gestante,

o embrião feminino e o neto(a) da gestante, uma vez que os oócitos começam a sua diferenciação ainda no útero, durante o desenvolvimento embrionário feminino. Este fenómeno não acontece nos embriões masculinos, cujos gâmetas só iniciam a meiose após a maturação sexual.

Seguindo as conclusões destes estudos, o próximo passo passava por demonstrar os mecanismos envolvidos na herança das características adquiridas. Num dos estudos realizados com esse objetivo, um grupo dinamarquês recolheu amostras de sêmen de doentes obesos antes e depois de uma cirurgia de redução de peso (cirurgia bariátrica), para verificar se o conteúdo espermático em sncRNA's era alterado pela melhoria do estado metabólico e pela diminuição da adiposidade (50). Com efeito, após sequenciação do conteúdo espermático de RNA's, encontraram-se várias sequências de sncRNA's diferencialmente expressas entre uma e outra colheita. Através da análise das funções biológicas associadas às sequências afetadas pela intervenção, estes investigadores concluíram que estas sequências tinham o potencial para interferir no desenvolvimento embrionário neuronal, nomeadamente na regulação do apetite e do metabolismo (50). Noutro interessante estudo, investigadores suecos submetteram voluntários a um regime alimentar com elevado teor de açúcares durante uma semana (51). Como resultado, observaram que a motilidade espermática diminuía após este regime alimentar. Além disso, detetou-se um aumento do conteúdo espermático de fragmentos derivados do RNA de transfe-

rência (tsRNA), outra família de sncRNA sintetizada a partir da clivagem de RNA de transferência (tRNA). Desta forma foi demonstrado que as espécies e a proporção dos sncRNA's transportados pelo espermatozoide, e por isso capazes de contri-

buir para o desenvolvimento embrionário, são alteradas em resposta à dieta, mesmo se se tratar de um estímulo aguda e limitado no tempo (51).

## Modelos animais multigeracionais

Apesar do grau de evidência alcançável pelos estudos em humanos, este não é o modelo ideal para esclarecer nem os efeitos nem os mecanismos da exposição ancestral a um fator ambiental. Um estudo dessa escala em humanos duraria anos, e não seria fácil excluir fatores de confusão que pudessem interferir nos efeitos observados. Os modelos animais, normalmente roedores (*Rattus norvegicus* ou *Mus musculus*) são uma boa alternativa, pois permitem obter rapidamente várias gerações e controlar muitos fatores de confusão,

particularmente os fatores ambientais. Estes modelos animais já permitiram estudar o efeito inter- e transgeracional de dietas gordas, poluentes e atividade física na saúde da prole, por intermédio de herança epigenética (52-56).

Recentemente, o nosso grupo de investigação procurou elucidar os efeitos de uma dieta rica em gordura, e a sua reversão para uma dieta equilibrada, no metabolismo e função testicular, utilizando para isso um modelo animal multigeracional (*Mus musculus*), esquematizado na figura 4.

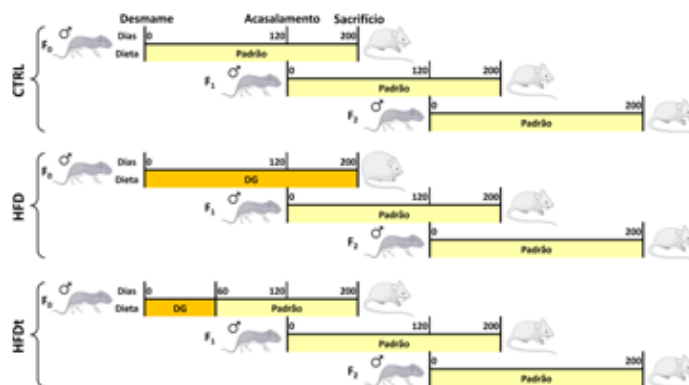


Figura 4: Modelo animal transgeracional. A geração inicial (F0) foi submetida a três dietas distintas, após desmame: dieta equilibrada durante 200 dias – CTRL; dieta rica em gordura durante 200 dias – HFD; dieta rica em gordura durante 60 dias, então substituída por dieta equilibrada durante 140 dias – HFDt. Todos os descendentes (F1 e F2) foram alimentados exclusivamente com dieta equilibrada após o desmame. Aos 120 dias após desmame, procedeu-se ao acasalamento dos animais com uma fêmea normoponderal para gerar a geração seguinte. Aos 200 dias após desmame os animais foram eutanasiados e os tecidos recolhidos. Legenda: DG – dieta gorda; Padrão – dieta equilibrada. Retirado de Crisóstomo *et al.* (57)

Ao longo do estudo, o peso dos animais, e o consumo de comida e de água foi monitorizado. Uma semana antes de serem eutanasiados, avaliámos a tolerância à glicose e a resistência à insulina nos ratinhos. Para completar a caracterização da homeostasia da glicose, foi aferida a glicémia em jejum. Após eutanásia, recolheram-se espermatozoides a partir do epidídimo para avaliação dos parâmetros espermáticos (concentração, motilidade, viabilidade e morfologia). Foram recolhidos e pesados vários tecidos, particularmente os testículos, fígado, e tecido adiposo branco. O conteúdo testicular de metabolitos e ácidos gordos foi caracterizado através de Ressonância Magnética Nuclear de próton ( $^1\text{H NMR}$ ) e Espectroscopia de Massa em Fase Gasosa (GCMS). Foi também avaliada a atividade de enzimas antioxidantes e dos complexos mitocondriais no testículo. Quantificaram-se ainda várias hormonas no soro, através de Ensaio de Imunoabsorção Enzimática (ELISA). Por fim, extraiu-se o RNA total contido nos espermatozoides e fez-se a sequenciação dos sncRNA's através de Sequenciação de Nova Geração (NGS).

Os resultados deste trabalho, que ainda se encontra em execução, resultaram em três publicações até ao momento (5759). Das conclusões obtidas até agora, destacam-se as seguintes:

- A reversão de uma dieta gorda para uma dieta equilibrada, no início da idade adulta, é eficaz na perda de peso e na prevenção de sinais de diabetes numa idade

avançada;

- Os parâmetros espermáticos e o metabolismo testicular são irreversivelmente afetados pela adoção de uma dieta rica em gordura, mesmo quando limitada à infância e adolescência (Figura 5);
- O estado nutricional durante o período anterior à completa maturação sexual dos ratinhos aparenta ser crucial para definir o potencial espermático na idade adulta;
- Verificam-se alterações nas vias de obtenção de energia, nos aminoácidos de cadeia ramificada (BCAA's), nos antioxidantes e nas proporções das famílias de ácidos gordos no testículo de ratinhos expostos a dieta rica em gordura;
- Verifica-se ainda uma “memória metabólica herdável” testicular – As alterações metabólicas causadas pela exposição à dieta rica em gordura, e distintas em função da duração dessa exposição, são transmitidas à descendência não exposta;
- A herança dos perfis metabólicos testiculares anormais está relacionada com menor qualidade espermática na descendência de ratinhos expostos a uma dieta rica em gordura, mesmo ao fim de duas gerações (Figura 5).

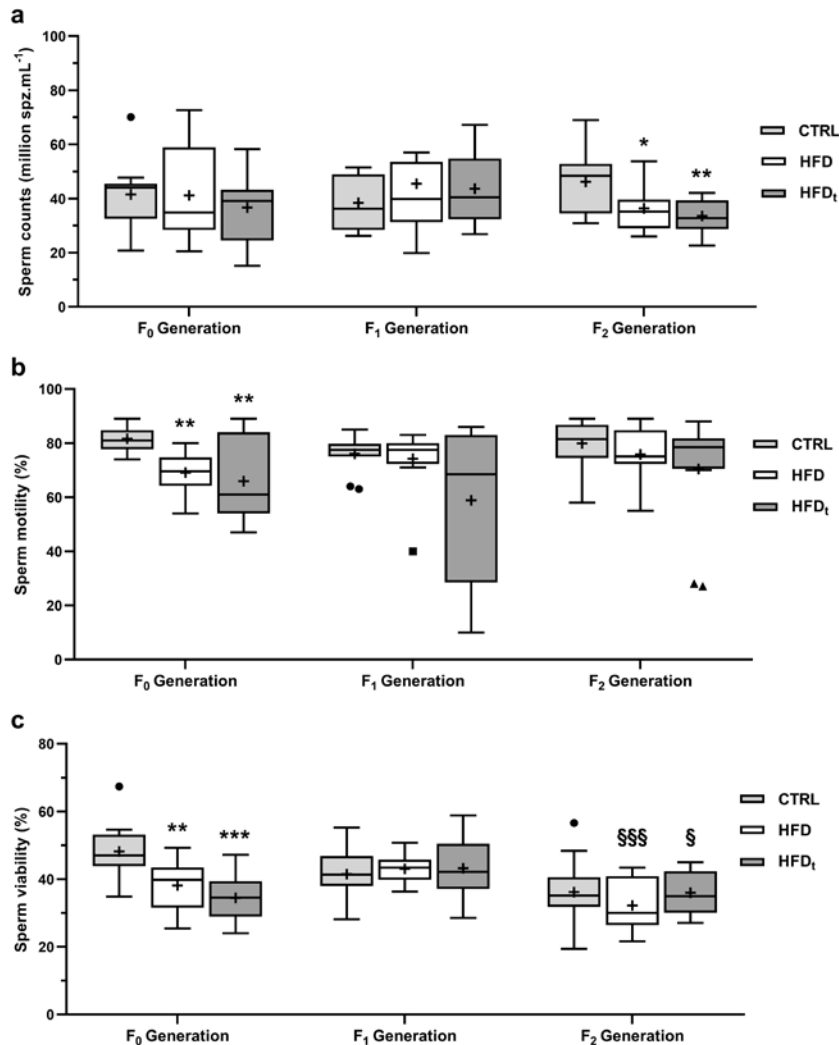


Figura 5: Parâmetros espermáticos epididimais ao longo de três gerações de ratinhos. A geração inicial (F<sub>0</sub>) foi submetida a três dietas distintas, após desmame: dieta equilibrada durante 200 dias – CTRL; dieta rica em gordura durante 200 dias – HFD; dieta rica em gordura durante 60 dias, então substituída por dieta equilibrada durante 140 dias – HFD<sub>t</sub>. Todos os descendentes foram alimentados exclusivamente com dieta equilibrada após o desmame. Resultados expressos em caixas de bigodes de Tukey (25<sup>o</sup> ao 75<sup>o</sup> percentil ± amplitude interquartil). Os resultados extremos estão representados individualmente: ● CTRL; ■ HFD; ▲ HFD<sub>t</sub>. Os resultados foram testados por ANOVA univariado corrigido para múltiplas hipóteses pelo método de Tukey HSD. O nível de confiança da análise é de 95% (p < 0.05). Legenda: \* vs. CTRL; # vs. HFD; § vs. Geração F<sub>1</sub>; + média. A repetição do símbolo indica diferentes níveis de significância: \* p < 0.05; \*\* p < 0.01; \*\*\* p < 0.001. Retirado de Crisóstomo *et al.* (57).

## Conclusões

Ao longo da História da Biologia, a visão Evolucionista foi ela mesma obrigada a adaptar-se e a evoluir. Raramente a realidade é “preta ou branca”, mas antes uma gama de tons cinzentos. A oposição total dos princípios de Lamarck pela teoria de Darwin não é exceção; tal como não é o oposto, ou mesmo atribuir maior preponderância a uma ou outra perspectiva. Os avanços mais recentes na herança epigenética têm permitido idealizar uma teoria evolucionista mais abrangente, uma “síntese evolucionária estendida” tal como o pai da epigenética, Conrad Waddington, defendia (16). A integração dos conhecimentos de epigenética na teoria evolucionista transmite também uma importante

mensagem filosófica: afinal os seres vivos, nós incluídos, não são reféns dos seus genes; o seu esforço e os seus sacrifícios são recompensados e podem ser transmitidos à descendência, o que pode bem ser a sua herança mais valiosa. Mas com tão grande poder, vem também uma grande responsabilidade; os maus hábitos e a má qualidade ambiental deixam também uma assinatura epigenética que pode ser igualmente herdada e persistir durante várias gerações. Assim, a Epigenética libertanos em parte da “ditadura” dos genes; no entanto, cabe à nossa consciência avaliar o resultado das nossas escolhas de vida e o impacto destas para as gerações futuras.

## Agradecimentos

Este trabalho foi financiado pela Fundação para a Ciência e a Tecnologia (FCT): Luís Crisóstomo (SFRH/BD/128584/2017), UMIB (UIDB/00215/2020 e UIDP/00215/2020) e ITR (LA/P/0064/2020); co-financiado pelo FEDER (PO-CI/COMPETE 2020). Agradeço ainda o apoio da minha equipa de orientação: Marco G. Alves, PhD (ICBAS/UMIB – UP); Pedro F. Oliveira, PhD (QOPNA & LAQV – UA); João F. Raposo, MD, PhD (APDP).



## Bibliografia

1. Lamarck J.-B.P.A., Philosophie zoologique. 1809, Paris: Museum d'Histoire Naturelle (Jardin des Plantes).
2. Darwin C., On the origin of species by means of natural selection, or the preservation of favoured races in the struggle for life. 1 ed. 1859, London: John Murray.
3. Mendel G., Versuche über Pflanzenhybriden. Verhandlungen des naturforschenden Vereines in Brunn 4: 3, 1866. 44.
4. Bateson W., Mendel's principles of heredity: A defence. 1913, Cambridge: University press.
5. Morgan T.H., The application of the conception of pure lines to sex-limited inheritance and to sexual dimorphism. The American Naturalist, 1911. 45(530): p. 65-78.
6. Romanes G.J., An examination of Weismannism. 1 ed. 1893, Chicago: The Open court publishing company. 221. [https://openlibrary.org/books/OL23380098M/An\\_examination\\_of\\_Weismannism](https://openlibrary.org/books/OL23380098M/An_examination_of_Weismannism)
7. Hershey A.D. and Chase M., Independent functions of viral protein and nucleic acid in growth of bacteriophage. Journal of General Physiology, 1952. 36(1): p. 39-56. DOI: 10.1085/jgp.36.1.39
8. Watson J.D. and Crick F.H.C., Molecular Structure of Nucleic Acids: A Structure for Deoxyribose Nucleic Acid. Nature, 1953. 171: p. 737. DOI: 10.1038/171737a0
9. Meselson M. and Stahl F.W., The replication of DNA in Escherichia coli. Proceedings of the National Academy of Sciences, 1958. 44(7): p. 671-682. DOI: 10.1073/pnas.44.7.671
10. Crick F., Central Dogma of Molecular Biology. Nature, 1970. 227(5258): p. 561-563. DOI: 10.1038/227561a0
11. Fisher R.A., XV.—The Correlation between Relatives on the Supposition of Mendelian Inheritance. Transactions of the Royal Society of Edinburgh, 1919. 52(2): p. 399-433. DOI: 10.1017/S0080456800012163
12. Fisher R.A., Has Mendel's work been rediscovered? Annals of Science, 1936. 1(2): p. 115-137. DOI: 10.1080/00033793600200111
13. Morgan T.H., The Theory of the Gene. The American Naturalist, 1917. 51(609): p. 513-544. DOI: 10.1086/279629
14. Morgan T.H., The Relation of Genetics to Physiology and Medicine. The Scientific Monthly, 1935. 41(1): p. 5-18. <http://www.jstor.org/stable/15918>
15. Waddington C.H., An introduction to modern genetics. An introduction to modern genetics. 1939: London G. Allen & Unwin Ltd. 441.
16. Noble D., Conrad Waddington and the origin of epigenetics. Journal of Experimental Biology, 2015. 218(6): p. 816-818. DOI: 10.1242/jeb.120071
17. Waddington C.H., Genetic Assimilation of the Bithorax Phenotype. Evolution, 1956. 10(1): p. 1-13. DOI: 10.2307/2406091
18. Felsenfeld G., A brief history of epigenetics. Cold Spring Harb Perspect Biol, 2014. 6(1): p. a018200. DOI: 10.1101/cshperspect.a018200
19. Deans C. and Maggert K.A., What do you mean, "epigenetic"? Genetics, 2015. 199(4): p. 887-96. DOI: 10.1534/genetics.114.173492
20. Riggs A.D., Martienssen R.A., and Russo V.E.A., Introduction, in Epigenetic mechanisms of gene regulation, A.D. Riggs, R.A. Martienssen, and V.E.A. Russo, Editors. 1996, Cold Spring Harbor Laboratory Press: Cold Spring Harbor, NY. p. 1-4.
21. Holliday R., Epigenetics: an overview. Dev Genet, 1994. 15(6): p. 453-7. DOI: 10.1002/dvg.1020150602

22. Chaturvedi P. and Tyagi S.C., Epigenetic mechanisms underlying cardiac degeneration and regeneration. *International Journal of Cardiology*, 2014. 173(1): p. 1-11. DOI: 10.1016/j.ijcard.2014.02.008
23. Gartler S.M. and Riggs A.D., Mammalian X-chromosome inactivation. *Annual Review of Genetics*, 1983. 17(1): p. 155-190. DOI: 10.1146/annurev.ge.17.120183.001103
24. Greally J.M., A user's guide to the ambiguous word 'epigenetics'. *Nat Rev Mol Cell Biol*, 2018. 19(4): p. 207-208. DOI: 10.1038/nrm.2017.135
25. Cavalli G. and Heard E., Advances in epigenetics link genetics to the environment and disease. *Nature*, 2019. 571(7766): p. 489-499. DOI: 10.1038/s41586-019-1411-0
26. Noble D., Jablonka E., Joyner M.J., Müller G.B., and Omholt S.W., Evolution evolves: physiology returns to centre stage. *The Journal of Physiology*, 2014. 592(11): p. 2237-2244. DOI: 10.1113/jphysiol.2014.273151
27. Gissis S., Gissis S.B., Jablonka E., and Zeligowski A., *Transformations of Lamarckism: from subtle fluids to molecular biology*. 2011: MIT press.
28. Antequera F. and Bird A., CpG Islands: A Historical Perspective, in *CpG Islands: Methods and Protocols*, T. Vavouri and M.A. Peinado, Editors. 2018, Springer New York: New York, NY. p. 3-13. DOI: 10.1007/978-1-4939-7768-0\_1
29. Gkoutela S., Zhang Kelvin X., Shafiq Tiasha A., Liao W.-W., Hargan-Calvopiña J., Chen P.-Y., and Clark Amander T., DNA Demethylation Dynamics in the Human Prenatal Germline. *Cell*, 2015. 161(6): p. 1425-1436. DOI: 10.1016/j.cell.2015.05.012
30. Puwaravutipanich T. and Panyim S., The nuclear basic proteins of human testes and ejaculated spermatozoa. *Experimental cell research*, 1975. 90(1): p. 153-158. DOI: 10.1016/0014-4827(75)90368-7
31. Ward W.S. and Coffey D.S., DNA packaging and organization in mammalian spermatozoa: comparison with somatic cells. *Biology of reproduction*, 1991. 44(4): p. 569-74. DOI: 10.1095/biolreprod44.4.569
32. Hammoud S.S., Nix D.A., Zhang H., Purwar J., Carrell D.T., and Cairns B.R., Distinctive chromatin in human sperm packages genes for embryo development. *Nature*, 2009. 460(7254): p. 473-478. DOI: 10.1038/nature08162
33. Hoekstra R.F., Evolutionary origin and consequences of uniparental mitochondrial inheritance. *Human Reproduction*, 2000. 15(suppl\_2): p. 102-111. DOI: 10.1093/humrep/15.suppl\_2.102
34. Margulis L., Symbiosis and Evolution. *Scientific American*, 1971. 225(2): p. 48-61. <http://www.jstor.org/stable/24922800>
35. Wolff J.N. and Gemmell N.J., Lost in the zygote: the dilution of paternal mtDNA upon fertilization. *Heredity*, 2008. 101(5): p. 429-434. DOI: 10.1038/hdy.2008.74
36. Johnston I.G., Burgstaller J.P., Havlicek V., Kolbe T., Rülcke T., Brem G., Poulton J., and Jones N.S., Stochastic modelling, Bayesian inference, and new in vivo measurements elucidate the debated mtDNA bottleneck mechanism. *eLife*, 2015. 4: p. e07464. DOI: 10.7554/eLife.07464
37. Brown W.M., George M., and Wilson A.C., Rapid evolution of animal mitochondrial DNA. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 1979. 76(4): p. 1967-1971. DOI: 10.1073/pnas.76.4.1967
38. Ankel-Simons F. and Cummins J.M., Misconceptions about mitochondria and mammalian fertilization: implications for theories on human evolution. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 1996. 93(24): p. 13859-13863.
39. Luo S., Valencia C.A., Zhang J., Lee N.-C., Slone J., Gui B., Wang X., Li Z., Dell S., Brown J., Chen S.M., Chien Y.-H., Hwu W.-L., Fan P.-C., Wong L.-J., Atwal P.S., and Huang T., Biparental Inheritance of Mitochondrial DNA in Humans. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 2018. DOI: 10.1073/pnas.1810946115

40. Lee R.C., Feinbaum R.L., and Ambros V., The *C. elegans* heterochronic gene *lin-4* encodes small RNAs with antisense complementarity to *lin-14*. *Cell*, 1993. 75(5): p. 843-854. DOI: 10.1016/0092-8674(93)90529-Y
41. Crisóstomo L., Oliveira P.F., and Alves M.G., Sperm, metabolic memory and echoes from Lamarck. *European Journal of Clinical Investigation*, 2021. n/a(n/a): p. e13492. DOI: 10.1111/eci.13492
42. Felsenfeld G., A brief history of epigenetics. *Cold Spring Harbor perspectives in biology*, 2014. 6(1): p. a018200. DOI: 10.1101/cshperspect.a018200
43. Baxter F.A. and Drake A.J., Non-genetic inheritance via the male germline in mammals. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 2019. 374(1770): p. 20180118. DOI: 10.1098/rstb.2018.0118
44. Suh N. and Blelloch R., Small RNAs in early mammalian development: from gametes to gastrulation. *Development*, 2011. 138(9): p. 1653-61. DOI: 10.1242/dev.056234
45. Pereira S.C., Crisóstomo L., Sousa M., Oliveira P.F., and Alves M.G., Metabolic diseases affect male reproduction and induce signatures in gametes that may compromise the offspring health. *Environmental Epigenetics*, 2020. 6(1). DOI: 10.1093/eep/dvaa019
46. Kaati G., Bygren L.O., and Edvinsson S., Cardiovascular and diabetes mortality determined by nutrition during parents' and grandparents' slow growth period. *European Journal of Human Genetics*, 2002. 10(11): p. 682-688. DOI: 10.1038/sj.ejhg.5200859
47. Roseboom T., de Rooij S., and Painter R., The Dutch famine and its long-term consequences for adult health. *Early Human Development*, 2006. 82(8): p. 485-491. DOI: 10.1016/j.earlhumdev.2006.07.001
48. Bygren L.O., Kaati G., and Edvinsson S., Longevity Determined by Paternal Ancestors' Nutrition during Their Slow Growth Period. *Acta Biotheoretica*, 2001. 49(1): p. 53-59. DOI: 10.1023/A:1010241825519
49. Pembrey M.E., Bygren L.O., Kaati G., Edvinsson S., Northstone K., Sjöström M., Golding J., and The A.S.T., Sex-specific, male-line transgenerational responses in humans. *European Journal of Human Genetics*, 2006. 14(2): p. 159-166. DOI: 10.1038/sj.ejhg.5201538
50. Donkin I., Versteyhe S., Ingerslev Lars R., Qian K., Mehta M., Nordkap L., Mortensen B., Appel Emil Vincent R., Jørgensen N., Kristiansen Viggo B., Hansen T., Workman Christopher T., Zierath Juleen R., and Barrès R., Obesity and Bariatric Surgery Drive Epigenetic Variation of Spermatozoa in Humans. *Cell metabolism*, 2016. 23(2): p. 369-378. DOI: 10.1016/j.cmet.2015.11.004
51. Nätt D., Kugelberg U., Casas E., Nedstrand E., Zalavary S., Henriksson P., Nijm C., Jäderquist J., Sandborg J., and Flinke E., Human sperm displays rapid responses to diet. *PLoS Biology*, 2019. 17(12). DOI: 10.1371/journal.pbio.3000559
52. Skinner M.K., Ben Maamar M., Sadler-Riggelman I., Beck D., Nilsson E., McBirney M., Klukovich R., Xie Y., Tang C., and Yan W., Alterations in sperm DNA methylation, non-coding RNA and histone retention associate with DDT-induced epigenetic transgenerational inheritance of disease. *Epigenetics & Chromatin*, 2018. 11(1): p. 8. DOI: 10.1186/s13072-018-0178-0
53. Grandjean V., Fourré S., De Abreu D.A.F., Derieppe M.-A., Remy J.-J., and Rassoulzadegan M., RNA-mediated paternal heredity of diet-induced obesity and metabolic disorders. *Scientific reports*, 2016. 5: p. 18193. DOI: 10.1038/srep18193
54. Fullston T., Ohlsson Teague E.M., Palmer N.O., DeBlasio M.J., Mitchell M., Corbett M., Print C.G., Owens J.A., and Lane M., Paternal obesity initiates metabolic disturbances in two generations of mice with incomplete penetrance to the F2 generation and alters the transcriptional profile of testis and sperm microRNA content. *FASEB Journal*, 2013. 27(10): p. 4226-43. DOI: 10.1096/fj.12-224048
55. Pavlinková G., Margaryan H., Žatecká E., Valášková E., Elzeinová F., Kubátová A., Bohuslavová R., and Pěkníková J., Transgenerational inheritance of susceptibility to diabetes-induced male subfertility. *Scientific reports*, 2017. 7(1): p. 4940. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-017-05286-0>

56. Siklenka K., Erkek S., Godmann M., Lambrot R., McGraw S., Lafleur C., Cohen T., Xia J., Suderman M., Hallett M., Trasler J., Peters A.H.F.M., and Kimmins S., Disruption of histone methylation in developing sperm impairs offspring health transgenerationally. *Science*, 2015. 350(6261): p. aab2006. DOI: 10.1126/science.aab2006
57. Crisóstomo L., Jarak I., Rato L.P., Raposo J.F., Batterham R.L., Oliveira P.F., and Alves M.G., Inheritable testicular metabolic memory of high-fat diet causes transgenerational sperm defects in mice. *Scientific reports*, 2021. 11(1): p. 9444. DOI: 10.1038/s41598-021-88981-3
58. Crisóstomo L., Rato L., Jarak I., Silva B.M., Raposo J.F., Batterham R.L., Oliveira P.F., and Alves M.G., A switch from high-fat to normal diet does not restore sperm quality but prevents metabolic syndrome. *Reproduction*, 2019. 158(4): p. 377–387. DOI: 10.1530/REP-19-0259
59. Crisóstomo L., Videira R.A., Jarak I., Starčević K., Mašek T., Rato L.P., Raposo J.F., Batterham R.L., Oliveira P.F., and Alves M.G., Diet during early life defines testicular lipid content and sperm quality in adulthood. *American Journal of Physiology-Endocrinology and Metabolism*, 2020. 319(6): p. E1061–E1073. DOI: 10.1152/ajpendo.00235.2020

## ADMINISTRAÇÃO E MORAL

Beatriz Lourenço

Faculdade de Direito da Universidade de Lisboa, Licenciatura de Direito, Força Aérea Portuguesa

A título introdutório, percorrerá a presente exposição quatro questões:

- 1- A circularidade administrativa e a separação de poderes;
- 2- A sociedade massificada e o administrador automático;
- 3- A administração no holocausto: a eficiência e o crime;
- 4- Breve referência à administração salazarista;

1- Admitindo, na esteira dos professores Marcelo Rebelo de Sousa e André Salgado de Matos, que 1) a Administração Pública tem por função satisfazer as necessidades coletivas em cada momento selecionadas mediante prévia opção constitucional e legislativa através da produção de bens e prestação de serviços; relembrando que 2) o Governo é constitucionalmente definido como cabeça de dragão dessa mesma Administração (182ºCRP) e que 3) o Governo detém para além de competência administrativa, competência legislativa nos termos do art.198º da CRP, infere-se que 4) é do poder do Governo, órgão legitimado, definir legalmente e executar através da Administração continuamente o interesse público sob o teto das disposições constitucionais.

Ora, cabendo ao mesmo órgão definir e executar esta função, verifica-se aquilo que podemos chamar de círculo da ad-

ministração: delegando a sua vontade na Assembleia da República e no daí retirado Primeiro-Ministro que a representa, a sociedade portuguesa coroa por razão de maioria a ideologia a pautar a atividade política e administrativa do seu país, definindo e executando assim o seu próprio interesse, que por sua vez foi formado sob a execução do interesse público definido e executado continuamente nas eleições anteriores.

Esta circularidade consubstancia-se na formação da sociedade por si mesma e advém do grande peso dos sectores da saúde, segurança e educação na formação de uma consciência política decisiva para a condução de um país.

Observe-se particularmente o impacto social advindo da atuação do Ministério da Educação, a que cabem as políticas executivas nesse sector, a desenvolver por decreto-lei a partir das bases emanadas

da Assembleia da República (164<sup>o</sup>) – desde a elaboração de programas de ensino e matérias a contemplar à delineação do funcionamento dos exames nacionais de acesso ao ensino superior. E atente-se a sua interdependência com o orçamento de Estado, também ele proposto pelo Governo.

É sabido que a atuação da Administração é perseguida pelo princípio da legalidade, só podendo, na simplificação de João Caupers, agir com fundamento na lei e de acordo com os seus limites. A lei concede-lhe, no entanto, margens de atuação: ora na apreciação de situações de facto, preenchendo, leciona-nos Sérvulo Correia, conceitos indeterminados [margem de livre apreciação], ora na escolha entre várias alternativas de atuação juridicamente admissíveis [discricionabilidade].

Se a prossecução do interesse público é deixada em aberto para a definição política sob teto das disposições constitucionais, e integra o poder legislativo o poder de revisão constitucional, este interesse encontra-se aberto às variações socioeconómicas e ideológicas. E se, por um lado, isso é bom, permitindo uma constante atualização do texto legal, pode por outro tornar-se numa fragilidade perante o triunfo de ideais perigosos para o Estado de Direito.

Tenhamos como exemplo desta suscetibilidade de mudança do interesse público a revisão de 1986, que veio remover o cunho socializante da Constituição de 1976 trazendo, na letra do professor Go-

mes Canotilho, uma mutação constitucional. Alterou-se o então artigo 83<sup>o</sup> relativo à proibição da privatização das empresas diretamente nacionalizadas pós-25 de Abril, para se passar a permitir essa reprivatização desde que não fosse além dos 49% do capital social, de maneira a finalmente abolir o artigo na revisão de 1989. A propósito reflete o professor Gomes Canotilho sobre a legalidade desta alteração.

O dito reconduz-nos a uma separação de poderes um tanto quanto movediça, uma vez que é perfeitamente praticável a intromissão de um poder na esfera do outro. E mais verifique-se que o princípio da legalidade como primado do bloco legal [a Constituição, a lei, o regulamento, os direitos resultantes de contrato administrativo e de direito privado ou de ato administrativo constitutivo de direitos], de seus corolários preferência e reserva de lei, se faz acompanhar de um executivo que produz lei (art.112<sup>o</sup>CRP).

Não sedimentando a teoria de Montesquieu, vem o professor Freitas de Amaral abrigar os atos políticos – aqueles que, brotando da Administração, correspondem materialmente ao exercício da função política – nas exceções ao princípio da legalidade, dizendo-os não suscetíveis de recurso contencioso perante os tribunais administrativos, ressalvando embora o seu dever de obediência à lei, ainda que não suscetível de sanção legal. Seguimos aqui o entendimento do professor Marcelo Rebelo de Sousa quando este diz nunca caber à Administração a função política,

esta primária e aquela secundária.

2- Verificado o papel da Administração na definição e formação do interesse público a prosseguir por si e apontada a suscetibilidade de adaptação constitucional a esse mesmo interesse, debruçemo-nos sobre a relação entre a mentalidade técnico-científica que hoje impera e a abstenção ética na atuação dos delegados administrativos, e depois sobre o perigo de um administrador autômato.

Robenstein fala-nos de uma racionalidade técnica, fruto da cultura que enfatiza a mentalidade analítico-científica, numa sociedade crente no progresso das ciências e de tónica profissionalizante – quase como a profetizava Aldous Huxley no *Brave New World*, feita de indivíduos como os representava Charlie Chaplin em *Tempos Modernos*.

3- Esta caracterização não destoa dos pressupostos apontados por Hannah Arendt para a eclosão da banalidade do mal, no período do holocausto: da massificação social cresceria uma multidão incapaz de fazer julgamentos morais, pronta a cumprir e aceitar ordens sem as questionar, numa “obediência de cadáver”.

Enquanto repórter ao serviço da *New York Times* no Julgamento de Eichmann, Arendt repararia com alguma perplexidade que o administrador do programa de solução final judaica não era um monstro, mas um burocrata que renunciara a pensar.

O Terceiro Reich potenciou aquilo que Adams Balfour trataria por “Administrati-

ve Evil”, resultado de uma inversão moral. A propaganda hitleriana conseguiu, num período de choque nacional que abriria ao chanceler a previsão do artigo 48º da Constituição de Weimar, apresentar o mau como algo bom e construtivo. Por debaixo desta ideia, o agente seguia convicto da positividade da sua ação, dispensando a noção das consequências dos seus atos ou convencido de que as suas atuações se justificavam pelo bem maior.

A propósito da convicção do bem maior, repare-se que esta subversão foi tanto moral quanto legal, visto que Hitler legislou e executou um interesse comum a que a sociedade aderiu. O Conselho de Ministros nazi transforma-se num órgão burocrático subserviente ao líder, que controla a máquina estatal e cria um aparelho paralelo que multiplica e confunde as esferas de decisão em muitas áreas da administração, com muitos funcionários. Depois de legislar o antisseíssimo, pelas hoje conhecidas Leis de Nuremberg, restava executá-lo. E ensina-nos Rubenstein que nenhuma lei contra o genocídio ou a desumanização foi violada pelos que perpetraram o holocausto, tendo sido tudo administrativamente aprovado por uma autoridade legitimada, enquanto programas-chave eram iniciados de dentro da burocracia. Estes burocratas cumpriram assim deveres enquadrados numa ética consistente com as normas de profissionalismo e racionalidade técnica.

Tendo Eichmann (assustadoramente) agido em conformidade legal, coube ao

tribunal julgá-lo por crimes contra a humanidade e contra os judeus. Após este julgamento, prosseguiu a filósofa judia especificando que o mal deixou neste período de ser reconhecido porque perdeu a sua característica por excelência, a tentação, para se consubstanciar no conformismo hierárquico, na abstenção de juízo moral e político responsável e no cumprimento e execução de ordens superiores.

4- Entre nós, também a administração salazarista prosseguiu um interesse público não tão comum quanto isso. Numa fraca sociedade civil, como a disse António Costa Pinto, ascende uma escassíssima elite social e administrativa letrada, com centros de formação universitária elitistas e de acesso muito limitado, pautados por um conservadorismo católico e monárqui-

co.

O autointitulado presidente do conselho concentraria em si a decisão até sobre áreas técnicas, cortando completamente a margem de decisão autónoma dos ministérios. Era, assim, uma administração pública controlada, tal como a hitleriana, pois instrumento fundamental do poder político ditatorial.

Percorrido aquilo que de mais horrendo foi concretizado na Administração Pública, resta-nos constatar que o administrador executou em tempos diretrizes de tortura e de assassinato; mas que ainda hoje executa prisioneiros em Estados que admitem a pena de morte e financiamentos militares, entre outro tipo de atrocidades sabidas como tal, já num ambiente de moral não subvertida, apenas violada.

## BIBLIOGRAFIA

AMARAL, Diogo Freitas. – Curso de Direito Administrativo, Volume I 4-ª Edição. Coimbra: Edições Almedina, 2015;

REBELO DE SOUSA, Marcelo; SALGADO DE MATOS, André. “Direito Administrativo Geral- Tomo I- Introdução e Princípios Fundamentais”. 3ªed. Dom Quixote, 2008;

## WEBGRAFIA

<https://www.publico.pt/temas/jornal/adolf-eichmann-sob-a-sombra-de-hannah-arendt-26047495>

The Problem of Administrative Evil in a Culture of Technical Rationality - Guy B. Adams[[http://www.iupui.edu/~spea1/V502/Orosz/Units/Sections/u2s3/adams\\_admin\\_evil\\_public\\_integrity\\_su\\_2011.pdf](http://www.iupui.edu/~spea1/V502/Orosz/Units/Sections/u2s3/adams_admin_evil_public_integrity_su_2011.pdf)]

O império do professor: Salazar e a elite ministerial do Estado Novo (1933-1945)

[<http://analisesocial.ics.ul.pt/documentos/1218725415V6nUO2ti9Hs64TS4.pdf>]

À DESCOBERTA DO FUNDAMENTO CONSTITUCIONAL DO DIREITO ADMINISTRATIVO GLOBAL - Francisco Abreu Duarte [<http://e-publica.pt/pdf/artigos/adescoberta.pdf>]

Publicado online, a 31/10/2016, em: <http://dtoadministrativo14.blogspot.com/2016/10/administracao-e-moral.html?m=1>

Blog “O divã da subturma 14”



## WEARABLES NA SAÚDE: UMA REFLEXÃO CLÍNICA, TÉCNICA E SOCIAL.

Ricardo Tonet

Licenciado em Física e Mestrado em Engenharia Biomédica

Eng. Hardware & Firmware – PLUX Wireless Biosignals S.A.

“A Saúde do meu Doente será a minha primeira preocupação”. Assim, juram os jovens médicos recém-formados, na cerimônia de Juramento de Hipócrates. Estes, assim como os restantes profissionais de saúde, dedicam as suas carreiras a salvar vidas, ou pelo menos, a fazerem o possível para garantir alguma qualidade de vida aos afligidos por doenças crónicas ou vítimas de episódios traumáticos. O conhecimento científico e clínico tem permitido o desenvolvimento da medicina ao longo do tempo, com a introdução de terapêuticas cada vez mais eficazes no tratamento das mais variadas patologias ou traumas. Essa capacidade é suportada por uma melhoria na capacidade de diagnóstico e na evolução das ferramentas utilizadas. Em paralelo, esse conhecimento também permitiu desenvolver uma medicina de prevenção que permite minimizar o risco de doença e potenciar melhorias no tratamento e recuperação.

O avanço da ciência médica depende de estudos científicos rigorosos que necessitam de uma elevada quantidade de dados, que devem ser relevantes, precisos e fiáveis. Para além desta, tanto a prática do diagnóstico patológico como uma abordagem preventiva da saúde dependem de informação concreta sobre o estado do indivíduo. A falta de informação ou a obtenção de dados erróneos podem prejudicar o diagnóstico e ter consequências nefastas para a sua saúde. Naturalmente que as definições da quantidade, relevância, precisão e fiabilidade irão depender de cada informação específica que se pretende e até, possivelmente, da condição do indivíduo. Como podemos fornecer uma quantidade significativa de dados relevantes, precisos e fiáveis que permitam melhorar o diagnóstico médico e até contribuir para potenciar o avanço científico? Uma possível resposta encontra-se na utilização de *wearables* na saúde.

## Wearables, o que são?

Os *wearables*, ou dispositivos vestíveis, são, no sentido lato, dispositivos usados diretamente sobre o nosso corpo. No contexto desta reflexão, o conceito mais tecnológico será usado, em que os *wearables* são dispositivos eletrónicos portáteis com capacidade de comunicação sem fios, que podem ser usados diretamente no nosso corpo (externa ou internamente), ou através de acessórios ou roupas, para o desempenho de determinada tarefa [1].

Na última década, tem havido um aumento significativo da oferta destes dispositivos no mercado de consumo. Atualmente, são usados nas mais variadas áreas: saúde, entretenimento, desporto, educação, localização, monitorização, etc [1]. Estima-se que o mercado dos *wearables* irá valer cerca de 22,3 mil milhões de dólares (USD) em 2025 [2]. Este *boom* no desenvolvimento destes dispositivos deve-se, em grande parte, à evolução da indústria eletrónica, em áreas como microprocessadores, baterias e gestão de consumo, *hardware* e protocolos de comunicação, assim como a miniaturização em geral. Para além disso, a evolução dos algoritmos de *machine learning* e inteligência artificial trouxeram algum grau de autonomia aos dispositivos na análise dos dados sensoriais para a produção de informação concreta de mais alto nível. Este último ponto abriu portas a um maior número de aplicações com relevância para o nosso quotidiano.

Um dos aspetos que distingue os *wearables* de outros dispositivos é o seu forma-

to. Este depende, geralmente, do seu caso de uso e funcionalidades. Hoje em dia, os *wearables* mais comuns na sociedade são os *fitness trackers* e *smart watches*, tipicamente usados em parceria com telemóveis. No entanto, existem muitos outros formatos como: roupa (*smart clothes*); anéis (*smart rings*); óculos de realidade virtual/aumentada; fatos hápticos; dispositivos implantáveis ou ingeríveis; tatuagens inteligentes (*smart tattoos*); e muitos mais. Embora haja uma grande diversidade de dispositivos, existe uma base de hardware comum a praticamente todos. Estes dispositivos são constituídos pelos seguintes componentes:

- **Unidade de processamento e controlo:** Este elemento é o *cérebro* do dispositivo. É responsável pela gestão do seu funcionamento geral. É o maestro que orchestra os vários componentes com o objetivo de cumprir as funções do dispositivo. Consiste, essencialmente, num microcontrolador ou microprocessador.
- **Interface de comunicação:** A comunicação é essencial para os *wearables*. É um dos aspetos essenciais para a sua portabilidade, eliminando a necessidade de uma ligação por fio para comunicar com um computador, telemóvel ou outro dispositivo. Existem várias possibilidades nesta área em termos de protocolos, largura de banda e alcance do sinal. As opções mais populares são o *Bluetooth*, o *WiFi* e as redes móveis (4G/5G).

- **Sensores/Atuadores:** Os sensores e atuadores são os elementos principais que definem as funcionalidades e aplicações do dispositivo. Os sensores permitem-lhe fazer a leitura de parâmetros físicos como a temperatura, pressão, diferença de potencial elétrico, movimento, ou a intensidade de luz. Os atuadores, como o nome indica, servem para atuar sobre o ambiente. Podem atuar através de luz, som, movimento mecânico, entre outros. Podem servir para sinalizar ou mesmo para alterar o estado do ambiente onde atuam. Por exemplo, um *buzzer* é um atuador que emite som e pode ser usado para notificar o utilizador para um alerta.

- **Fonte de Energia:** Todos os sistemas eletrônicos precisam de energia para

operar. Como tal, também os *wearables* necessitam de uma fonte de energia. Tipicamente, por questões de portabilidade, as fontes de energia mais comuns são as baterias. Nos casos em que a bateria não é uma opção, podem usar-se estratégias de obtenção de energia mais avançadas, vulgarmente conhecidas por *energy harvesting*.

A multiplicidade de combinações possíveis entre estes quatro componentes abre portas para inúmeras possíveis inovações nos mais variados cenários. Em particular, a área da saúde tem um elevado potencial de inovação associado às capacidades fornecidas pelos *wearables*.

## Aplicações na saúde

Atualmente, já se verifica alguma tendência para a utilização de dispositivos *wearables* num contexto de saúde, desporto e bem-estar, tanto a nível clínico como para o consumidor final.

Para que os *wearables* tenham aplicabilidade prática na medicina, estes dispositivos devem, acima de tudo, permitir obter informação sobre os sinais vitais que atuam como indicadores para o estado de saúde. Os principais sinais vitais [3] são os seguintes: Eletrocardiograma (ECG); Ritmo Cardíaco (RC); Pressão Arterial (PA); Ritmo Respiratório (RR); Saturação de Oxigénio no Sangue (SpO2); Nível de Gli-

cose Sanguíneo (GS); Temperatura Corporal (T); Suor; Concentração CO2 na expiração. Para além dos sinais vitais, existem outros parâmetros que podem ser avaliados consoante as patologias ou condições a monitorizar.

Vamos olhar para o panorama atual, observando exemplos de dispositivos existentes no mercado que monitorizam alguns destes sinais vitais, assim como outros parâmetros.

## C-mo



Começamos com um exemplo português, desenvolvido para a monitorização da tosse. O C-mo, como é chamado, utiliza algoritmos para análise dos padrões

auditivos associados à tosse, conseguindo identificar autonomamente diferentes causas para a mesma, facilitando o diagnóstico patológico. O dispositivo consiste num adesivo ergonómico que é colocado no peito do paciente e pode ser usado até em recém-nascidos. Pode ser usado para monitorizações de mais de 24 h e permite a visualização dos dados em tempo real através de um *tablet*, com o qual comunica sem fios. Os dados são registados no *tablet* para serem posteriormente avaliados pelos médicos.

Figura 1: C-mo | Fonte: <https://www.c-mo.solutions/>, Autor: C-mo Medical Solutions®

## AVA

Este dispositivo é específico do público feminino e tem como objetivo acompanhar o seu ciclo reprodutivo através da monitorização dos ciclos menstruais, deteção das janelas de fertilidade e, ainda, monitorização do peso, sono e stress durante a gravidez. O AVA consiste numa bracelete semelhante a um relógio que deve ser usado durante o sono. Nesse período, o dispositivo monitoriza 5 parâmetros fisiológicos: temperatura da pele, variabilidade do ritmo cardíaco, ritmo respiratório, ritmo de pulso em repouso, e perfusão. Através destes parâmetros, os algoritmos usados na aplicação móvel do produto conseguem detetar a janela de fertilidade da mulher e acompanhar todo o seu ciclo reprodutivo.



Figura 2: AVA | Fonte: <https://www.avawomen.com/> Autor: Ava Science Inc.

## Õura Ring



Este exemplar de *smart ring* conjuga 3 sensores, pletismografia (PPG), temperatura e acelerómetro para monitorizar vários parâmetros de saúde e bem-estar, durante o dia e a noite. A mencionar temos as calorias gastas, o número de passos, o ritmo cardíaco em repouso, a variabilidade cardíaca, o ritmo respiratório, a temperatura corporal, entre outros. O anel é acompanhado por uma aplicação móvel que permite a monitorização em tempo real dos dados e obtenção de dados estatísticos.

Figura 3: Oura | Fonte: <https://ouraring.com/meet-oura>, Autor: Õura Health Oy

## FreeStyle Libre



Um exemplo dos benefícios dos *wearables* para a saúde

de está bem patente neste dispositivo utilizado pelos diabéticos. O FreeStyle Libre permite monitorizar, 24 h por dia, os níveis de glicose no sangue. O dispositivo contém um sensor que é colocado no braço, necessitando de ser alterado apenas de 2 em 2 semanas. O sensor pode ser usado durante o banho e prática desportiva. Juntamente com o sensor vem

um leitor que permite, de forma gráfica, acompanhar a variação dos níveis de glicose e configurar alertas. Outra vantagem deste sistema é possuir uma aplicação, LibreView, que permite o acesso a relatórios tanto pelo utilizador como pela equipa de saúde que o segue, existindo assim algum grau de interação com os agentes de saúde.

Figura 4: Freestyle Libre | Fonte: <https://www.freestylelibre.pt/>, Autor: Abbott

## TempTraq®



O TempTraq é um *wearable* para monitorização da temperatura corporal descartável. O seu conceito inovador está no seu formato. O dispositivo consiste num penso que é colocado por baixo da axila e permite monitorizar a temperatura até 72h. O dispositivo comunica por *Bluetooth Low Energy* (BLE) com uma aplicação móvel. Existe uma versão comercial publicitada como sendo útil para a monitorização da temperatura nas crianças. Conhece-se, também, uma versão clínica, pensada para ambulatório e ambiente hospitalar, a ser utilizada pelos pacientes. Na versão clínica, a aplicação móvel comunica com a equipa médica através da internet.

Figura 5: TempTraq | Fonte: <https://www.temptraq.com/Home>, Autor: Blue Spark Technologies, Inc

## Benefícios para a prática clínica

Os *wearables* podem contribuir positivamente para a prática clínica em quatro grandes categorias de aplicação. Temos a monitorização de pacientes em ambulatório; a monitorização de pacientes em ambiente hospitalar; a monitorização dos profissionais de saúde; e, por fim, a produção de dados para investigação médica e clínica.

### Monitorização em ambulatório

A monitorização de doentes em ambulatório é, atualmente, muito limitada, e é neste espaço que as capacidades específicas dos *wearables* são essenciais. Uma monitorização eficaz e contínua em ambulatório permite libertar a carga dos hospitais e clínicas. Permite, também, recolher dados durante o dia a dia do paciente, aumentando a possibilidade de deteção de eventos esporádicos, muitas vezes não detetados no decorrer das consultas.

Estes benefícios são especialmente evidentes no caso dos doentes crónicos. Permitindo-lhes o resumo da sua vida diária, estamos a aumentar a sua autonomia e a devolver alguma normalidade. Isto contri-

bui significativamente para o seu bem-estar. Por exemplo, o monitor de glicose no sangue possibilitou aos diabéticos levarem uma vida um pouco mais normal, dando-lhes a capacidade de auto-monitorização. Muitas outras patologias poderiam ser vigiadas mais ativamente permitindo até a deteção de situações limite.

A capacidade de o dispositivo comunicar com os hospitais, clínicas, centros de socorro e até familiares é o benefício revolucionário desta tecnologia. Isto garante um acompanhamento médico constante e a possibilidade de alerta imediato em situações de episódio traumático. É mais um elemento de suporte à telemedicina.

## Monitorização em ambiente hospitalar

A monitorização dos pacientes em ambiente hospitalar e clínico já é feita atualmente. Então, qual o benefício trazido pelos *wearables*? Os principais benefícios são, mais uma vez, a comunicação sem fios e o formato.

A eliminação dos cabos possibilita mais liberdade de movimentos ao paciente, contribuindo para um maior conforto. A comunicação sem fios também influencia o design do dispositivo, facilitando a utilização de formatos mais ajustados ao uso sobre o corpo de forma mais prolongada. A comunicação sem fios também permite outro tipo de acesso aos dados. Podemos imaginar o médico a utilizar um *tablet* para

aceder diretamente aos dados do paciente, em tempo real, ao aproximar-se da sua cama. Outro benefício interessante deste tipo de comunicação consiste na possibilidade de os dispositivos comunicarem entre si. Podemos ter dispositivos de monitorização e de atuação que comunicam entre si e atuam de forma independente, dentro dos seus graus de liberdade.

O formato, essencialmente, permite ajustar os dispositivos ao paciente de um modo mais cómodo, para que possam ser usados por períodos mais alargados. Um formato mais simples e usável também facilita o trabalho dos profissionais de saúde na utilização e aplicação dos dispositivos.

## Monitorização dos profissionais de saúde

Por monitorização dos profissionais de saúde, entenda-se a monitorização do seu estado de saúde no que diz respeito à capacidade de realizar o seu trabalho de forma eficaz e eficiente. Os profissionais de saúde trabalham por turnos e, muitas vezes, durante longas horas. Seria interessante poder monitorizar a sua fadiga e/

ou stress para saber quando é necessário fazer rotação de pessoal. Outra aplicação possível seria a análise das condições de trabalho como, por exemplo, a avaliação de radiação a que estão expostos, rotinas de movimento repetitivas, entre outros.

## Produção de dados para investigação

A monitorização regular de vários parâmetros fisiológicos dos vários atores do circuito clínico, desde pacientes a profissionais de saúde, abre portas à produção de uma quantidade significativa de dados clínicos que podem eventualmente ser usados para a investigação científica. Na-

turalmente que esta utilização de dados requer a aprovação das comissões de ética. Existem algumas vantagens na produção desses dados, associadas à utilização de *wearables*:

- A possibilidade de fazer aquisições de longa duração;

- A integração de vários parâmetros pelo mesmo dispositivo ou através da fusão de dados de vários dispositivos;
- A possibilidade de aplicação em maior escala;
- A possibilidade de geração de dados de forma regular, que podem ser acedidos posteriormente por equipas de investigação.

## Desafios técnicos

Embora existam vários benefícios, também existem desafios associados à utilização massiva dos *wearables* em contexto clínico.

O primeiro desafio a mencionar está relacionado com toda a infraestrutura de comunicação e dados. A introdução deste tipo de equipamentos, principalmente para a aplicação em ambulatório, obriga à alteração dos sistemas atualmente em utilização. O contexto ambulatório pode permitir que existam, a cada momento, mais dispositivos em funcionamento e a produzir dados do que existiriam apenas em contexto hospitalar, associado aos pacientes. Todos esses novos dispositivos irão gerar um elevado volume de informação que terá de ser armazenada, toda a infraestrutura informática terá de ser, eventualmente, repensada ou, no mínimo, amplificada. Como serão processados todos esses dados que são gerados? Qual o seu tempo de vida? Ainda associado a esta estrutu-

Um excelente exemplo da importância da produção de um grande volume de dados através de *wearables* consiste na análise feita pela empresa Fitbit, fabricante de *fitness trackers*, aos dados do ritmo cardíaco em repouso de milhões de utilizadores. Alguns dos resultados, apresentados num artigo do Yahoo Finance [4], são surpreendentes e revelam o potencial da produção massiva de dados de saúde.

ra, se os dispositivos fornecem dados em tempo real aos clínicos, quem estará disponível para os analisar? Imagine-se um paciente cardíaco em ambulatório a ser monitorizado 24 h por dia. Será necessária a utilização de sistemas de inteligência artificial capazes de interpretar e lidar com o volume de dados produzido, para poder dar resposta útil em caso de emergência.

Outro aspeto a destacar será o formato do equipamento. Para que seja mais facilmente aceite para uso diário, o dispositivo deve encaixar nos nossos padrões de vestuário e acessórios. Se este conseguir passar despercebido durante o dia a dia, maior probabilidade terá de ser usado com regularidade e por longos períodos de tempo. O formato não só deverá aceder aos nossos padrões estéticos, mas também aos de conforto e usabilidade. A utilização de novos processos de fabrico, materiais inteligentes e biocompatíveis, e novas técnicas de *design* funcional farão



a diferença na criação de dispositivos inovadores que consigam vingar no mercado.

A autonomia de funcionamento dos dispositivos é outro desafio importante. Tendo em conta que a grande maioria destes dispositivos será alimentada a bateria, vai existir sempre a necessidade de carregamento. A utilização de baterias de maior capacidade aumentará a autonomia e reduzirá a necessidade de eventos de carregamento. O problema é que, normalmente, mais capacidade implica maiores dimensões. É aqui que está o desafio e o potencial de inovação. É necessário o desenvolvimento de baterias com maior capacidade em pequenos formatos. Atualmente, a bateria continua a ser um dos elementos determinantes nas dimensões dos dispositivos, não permitindo a sua redução, grande parte das vezes. Ainda no contexto da autonomia, o outro lado da moeda é o consumo. Se queremos maior autonomia também é necessário gastar menos energia. Isto só é possível utilizando eletrónica de baixo consumo. Tem de existir mais inovação no sentido de desenvolver componentes que garantam a mesma fiabilidade mas consigam trabalhar com menor tensão e corrente elétrica. Por fim, ainda neste domínio do fornecimento de energia, existem casos onde a bateria não é, de todo, desejável ou até possível. Nestes casos, a utilização de técnicas de obtenção de energia por fontes externas, *energy harvesting*, é muito importante. O desenvolvimento destas técnicas pode até, em alguns casos, permitir optar pela não utilização da bateria, abrindo portas

para *designs* mais integradores.

Por último, é necessário mencionar um desafio chave do séc. XXI que tanto tem dado que falar. Refiro-me à segurança e privacidade dos dados. Dada a natureza dos dados, o volume de produção, a sua circulação por vários sistemas e até o seu armazenamento, é fundamental garantir que apenas os intervenientes com as devidas permissões têm acesso à informação e ao controlo. Esta problemática tem várias dimensões a mencionar:

- **Segurança no acesso direto ao dispositivo.** Os dispositivos devem ter o acesso de controlo protegido. Se o dispositivo comunica com uma app móvel para informação e controlo, apenas o seu utilizador pode aceder a este dispositivo. Cada dispositivo precisa de um controlo de acesso específico. O acesso por terceiros pode incorrer em danos físicos em aparelhos onde o próprio controlo é acedido indevidamente. Não se pode correr o risco de ter 2 utilizadores da mesma *app*, que controlem dispositivos semelhantes, a aceder ao dispositivo alheio.

- **Segurança de dados na comunicação.** Sempre que o dispositivo comunica através de uma rede, seja sem fios ou com fios, existe a possibilidade de existirem outros elementos na rede que acedem aos dados em navegação. Este tipo de ataques, em que um terceiro elemento acede ou escuta a comunicação entre outros dois intervenientes chama-se *man-in-the-middle*. Para combater este tipo de ataques é muito importante a utilização de

criptação ponto-a-ponto. A criptação protege os dados, não vedando o acesso às comunicações, mas tornando os dados a que o infrator acede incompreensíveis para este.

• **Segurança no acesso aos dados armazenados.** Os dados produzidos pelos dispositivos são, geralmente, armazenados em servidores, seja de entidades de saúde, seja nos servidores dos fabricantes dos dispositivos. É vital que o acesso a esses dados seja condicionado. Apenas o utilizador do dispositivo e um número reduzido de pessoas devem ter acesso. As entidades responsáveis têm de dar garantias da segurança dos dados, tanto no

acesso como para a perda. Só assim, a sociedade como um todo pode sentir confiança para adotar uma utilização mais ubíqua dos *wearables*.

• **Propriedade dos dados.** Por fim, uma questão não menos atual é a propriedade dos dados. Quem é o verdadeiro proprietário dos dados, o utilizador ou o fabricante do dispositivo e/ou serviço? É necessário encontrar soluções e definir normas que permitam aos utilizadores terem controlo sobre a utilização dos seus dados. O modelo adotado não pode ser igual ao vigente, em que os nossos dados são o preço a pagar pelos serviços.

## Impacto pessoal e social

No dia em que os dispositivos *wearables* forem tão ubíquos como os telemóveis, creio que teremos um impacto claro no comportamento individual e na sociedade como um todo.

Do ponto de vista individual, a capacidade de monitorização constante dos parâmetros vitais e de outros indicadores do estado de saúde físico, e quem sabe até mental/emocional, vai mudar radicalmente a relação que as pessoas têm com a sua saúde. De certa forma, a capacidade de ver em tempo real o seu estado de saúde dá ao indivíduo um sentido de responsabilidade sobre o seu estado. Ver a mudança de acordo com as suas ações capacita-o para a escolha sobre o que deve ou não fazer. Acaba por estar perante um meca-

nismo de *biofeedback* em que ganha algum grau de controlo sobre o parâmetro medido, quando este pode ser diretamente influenciado, naturalmente. Este paradigma é válido tanto para pessoas doentes como para indivíduos saudáveis.

A ligação direta aos sistemas de saúde também permite que se pratique uma medicina mais personalizada. Como o paciente partilha os seus dados com as entidades de saúde com alguma frequência, podem ser criados modelos digitais do seu estado de saúde com alguma precisão. Estes permitem fazer diagnósticos mais precisos quando algo não está bem, ou até fazer previsões sobre possíveis eventos traumáticos ou aparecimento de patologias. A Siemens Healthineers já se encontra a

desenvolver este novo paradigma através do seu programa Health Digital Twin [5].

A capacidade de comunicação à distância entre um *wearable* e uma entidade de saúde é uma das grandes mais-valias destes dispositivos. No contexto atual de pandemia da Covid-19, não é possível deixar de referir o benefício que esta tecnologia traz. Como todos sabemos, houve inúmeras patologias que foram deixadas de parte, com exames, consultas e até cirurgias por fazer, devido à pandemia. Muitas pessoas deixaram de ser monitorizadas neste período. Se o sistema e a sociedade já estivessem preparados com a utilização de *wearables*, talvez muitas patologias continuariam a ser monitorizadas. É verdade que, atualmente, não existe diversidade suficiente de *wearables* para abarcar todos os parâmetros de saúde que são necessários monitorizar. Ainda temos um longo caminho a percorrer.

Mesmo trazendo possíveis grandes benefícios para a saúde, esta tecnologia não deixa de ser uma faca de dois gumes. Como é norma com a tecnologia que tem sucesso, a adoção generalizada vai criar uma certa dependência da mesma. Embora possa parecer uma dependência inofensiva, existem consequências negativas dessa mesma dependência. Por exemplo, ao delegarmos nos dispositivos a total responsabilidade de nos informarem sobre o nosso estado de saúde, estamos a separar-nos da nossa capacidade inata de fazê-lo. O ser humano também tem mecanismos de informação sobre o seu estado.

É certo que esses mecanismos não são específicos como os dispositivos podem ser. Ainda assim, creio que se dependermos cegamente dos dispositivos estamos de certa forma a desligar-nos de nós mesmos. Numa linha semelhante, temos o problema da própria falência e limitações dos *wearables*. A confiança cega na tecnologia pode também ter consequências nefastas para a nossa saúde. Se o dispositivo falha ou tem erros de operação, podemos estar a ser induzidos em erro no nosso estado de saúde. Numa situação em que ele indica que temos 75 batimentos por minuto (BPM) em vez de 80 BPM enquanto fazemos uma caminhada pode não ser grave. No entanto, se um oxímetro nos diz que temos 96% de saturação de oxigénio, quando na realidade temos 91%, que é abaixo do limiar saudável, pode ser gravíssimo. Todos os dispositivos podem falhar e, por isso, temos de apreciar o seu potencial com o devido grão de sal.

Em suma, os dispositivos *wearables* têm um potencial elevado de inovação em várias dimensões, e, em especial, na área da saúde. A sua utilização será cada vez mais comum com o despontar do mercado. Resolvidos os vários desafios que se apresentam ao seu desenvolvimento e utilização, os *wearables* irão revolucionar a saúde e mudar alguns dos paradigmas vigentes. Representam mais um passo importante no caminho da compreensão do corpo humano, da saúde e da doença. Olhemos para o seu potencial e suas limitações, e trabalhem para que a tecnologia se desenvolva no caminho certo.

## Referências

- [1] A. Ometov et al, "A Survey on Wearable Technology: History, State-of-the-Art and Current Challenges". *Computer Networks*, vol. 193, pp. 108074, Jul. 2021. [Online]. Available: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1389128621001651>. Accessed on: Jun. 01, 2021.
- [2] Report Buyer, "Enterprise Wearable Market Analysis By Technology (IoT, Bluetooth, BLE), By Product (Wrist-Wear, Foot Wear, Eye Wear), By Application (Infotainment, Healthcare, IT & Telecom), By Region And Segment Forecasts, 2014 - 2025," Report Buyer, Kent, United Kingdom, ID 4717534, 2017. [Online]. Available: <https://www.reportbuyer.com/product/4717534/enterprise-wearable-market-analysis-by-technology-iot-bluetooth-ble-by-product-wrist-wear-foot-wear-eye-wear-by-application-infotainment-healthcare-it-and-telecom-by-region-and-segment-forecasts-2014-2025.html>
- [3] D. Dias, J. Cunha, "Wearable Health Devices—Vital Sign Monitoring, Systems and Technologies", *Sensors (Basel)*, vol. 18, no. 8, pp. 2414, Aug. 2021. [Online]. Available: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6111409/>. Accessed on: Jun. 02, 2021.
- [4] D. Pogue, "Exclusive: Fitbit's 150 billion hours of heart data reveal secrets about health", *Yahoo! Finance*, Aug. 2018. [Online]. Available: <https://finance.yahoo.com/news/exclusive-fitbits-150-billion-hours-heart-data-reveals-secrets-human-health-133124215.html>. Accessed on: Jul. 20, 2021.
- [5] H. Baer, "How my digital self helped me survive cancer", *Siemens Healthineers - Perspectives*, May 2021. [Online]. Available: <https://www.siemens-healthineers.com/perspectives/digital-twin-cancer>. Accessed on: Jul. 21, 2021.

## PROJETO MAIA PARA A MELHORIA DAS PRÁTICAS DE AVALIAÇÃO PEDAGÓGICA

Marisa Ferreira

Subdiretora do Externato Cooperativo da Benedita e professora de Matemática, licenciada em Ensino da Matemática e mestre em Matemática para o Ensino pela Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa

Zita Nogueira

Professora de Português do Externato Cooperativo da Benedita, licenciada em Línguas e Literaturas Modernas pela Faculdade de Ciências Sociais e Humanas da Universidade Nova de Lisboa

O projeto MAIA é um projeto nacional que visa a implementação nas escolas de práticas de avaliação pedagógica que contribuam para a melhoria das aprendizagens dos alunos. Em pleno século XXI, tornou-se urgente questionar e saber como se organiza a escola nas suas práticas avaliativas: o que se aprende? Como se aprende? Para dar resposta a estas e a outras questões, o Projeto MAIA pretende ser uma janela aberta para a mudança e os professores podem ajudar a abri-la, permitindo aos alunos usufruir de todas as melhorias que ela preconiza.

A implementação do Decreto-Lei n.º 55/2018 de 6 de julho, consubstanciado nas Portarias 223-A/2018 e 226-A/2018, preconiza, entre outras medidas, a mudança de práticas ao nível das abordagens pedagógicas.

Quando falamos de avaliação pedagógica, estamos a referir-nos à avaliação que é da integral responsabilidade dos docentes e das escolas, ou seja, à avaliação interna.

Assim, pressupõe-se que nos estaremos a referir quer à *Avaliação para as Aprendizagens* (para muitos autores também designada *Avaliação Formativa*), quer à *Avaliação das Aprendizagens* (para muitos autores também designada *Avaliação Sumativa*). Considera-se como princípio fundamental que estas duas abordagens de avaliação, apesar das suas óbvias diferenças, devem contribuir para apoiar as aprendizagens e o ensino.

E é muito importante que se compreenda que para *fazermos* ApA (ou AF) não necessitamos de nenhum aparato pedagógico especial ou de qualquer tipo de condições também especiais. O que é verdadeiramente necessário é que haja interação social, ou seja, que professores e alunos possam comunicar acerca do trabalho que está a ser desenvolvido. Invariavelmente, os professores fazem perguntas aos alunos, que permitem recolher informação acerca do seu estado e, em conformidade, distribuem o respetivo *feedback*, que deve

ser transmitido em quantidades pequenas e a par e passo, dando indicações específicas para melhorar. A ApA ou AF consiste em distribuir *feedback* para que os alunos regulem e autorregulem as suas aprendizagens e também recolher informação que permita regular o ensino. É uma *avaliação de proximidade*, do dia a dia, que está integrada nos processos de ensino e aprendizagem, uma avaliação que, muitas vezes, tem de ser utilizada em situações imprevisíveis, tem de ser utilizada para apoiar os alunos a aprender, valorizando e dando importância ao que os alunos já sabem, dando-lhes oportunidades para melhorar, ou seja, o foco do feedback deve sair do desempenho do aluno e não deve ser muito complexo, pois, se for, pode fazer com que a aprendizagem não aconteça (Fernandes, 2019a).

Tal como a ApA, a AdA (AS) também pode ter um papel muito relevante no processo de aprendizagem dos alunos. Ainda que complementares uma da outra, são, por natureza, diferentes, uma vez que um dos propósitos da avaliação sumativa é recolher informação no sentido de formular um juízo acerca do que os alunos aprenderam, atribuindo-lhes, ou não, uma classificação. Esta realiza-se após o processo de aprendizagem, pelo que produz informação sobre o que se considerou ter sido aprendido pelos alunos, ou seja, é feita a certificação das aprendizagens através das respetivas classificações. Contudo, permite também fazer pontos de situação e distribuir *feedback* de qualidade, sem quaisquer efeitos nas suas classificações finais (Fernandes,

2019b).

Uma questão igualmente fundamental é clarificar com os alunos o que lhes está a ser pedido (o que é expectável que aprendam) numa dada tarefa, por exemplo, através da utilização de rubricas. Só dessa forma eles poderão centrar-se no que é essencial. A relevância das rubricas de avaliação decorre do simples facto de clarificarem o que os alunos devem aprender e saber fazer. Assim, pode dizer-se que estas contribuem para materializar uma ideia fundamental no contexto da avaliação pedagógica: articular as aprendizagens com o ensino e a avaliação.

Machado (2019) refere que um *feedback* eficaz deve responder a três questões: 1) Para onde é que eu vou? (*Feedup*) - para haver uma boa aprendizagem, os alunos devem saber o que têm de aprender, o que é esperado deles, ou seja, os objetivos de aprendizagem e os critérios de avaliação, permitindo a regulação e autorregulação, numa lógica formativa; 2) Como é que eu vou? (*Feedback*) - ao longo do processo, o aluno toma conhecimento do seu progresso (dificuldades e/ou sucessos), sendo-lhe sugeridas estratégias que deve adotar para atingir os objetivos definidos e 3) Para onde é que eu vou a seguir? (*Feedforward*) - perante os resultados e as informações obtidas, o professor deve repensar, preparar e planificar novas atividades que ajudem o aluno a atingir os seus objetivos. Estas componentes do feedback complementam-se entre si, uma vez que correspondem a uma sequência lógica de

aprendizagem, em que inicialmente o aluno identifica claramente o objeto da sua aprendizagem, realiza as tarefas e recebe o retorno do seu desempenho, para que, posteriormente, possa reconstruir o conhecimento e o professor possa agir sobre os dados que recolheu desse desempenho.

Outro importante princípio da avaliação pedagógica tem a ver com a integração do ensino, da avaliação e das aprendizagens que, invariavelmente, se põe em prática através da utilização de tarefas ou propostas de trabalho que permitam ensinar, aprender e avaliar. Por outro lado, é igualmente importante ter em conta que a avaliação pedagógica pressupõe dinâmicas de avaliação, de ensino e de trabalho diversificadas. Isto significa, por exemplo, que no processo de avaliação se deve recorrer a uma diversidade de processos de recolha de informação, assim como a dinâmicas de autoavaliação, coavaliação e avaliação entre pares e que o ensino se deve desenvolver tendo em conta diferentes estruturas e organizações pedagógicas das aulas.

A avaliação pedagógica é uma opção que tem realmente implicações significativas na forma como se organiza e desenvolve o trabalho escolar, destacando, a título de exemplo, ações como:

- avaliar para apoiar e melhorar o ensino e as aprendizagens;
- utilizar a avaliação formativa para distribuir *feedback* de elevada qualidade a to-

dos os alunos;

- utilizar a avaliação sumativa para fazer balanços e pontos de situação acerca do que os alunos sabem e são capazes de fazer, dando-lhe uma utilização formativa (distribuindo apenas *feedback*) ou mobilizando os seus resultados para efeitos da atribuição de uma classificação;
- integrar os processos de ensino, de avaliação e de aprendizagem;
- envolver os alunos tão ativamente quanto possível nos processos de avaliação, de ensino e de aprendizagem;
- conceber um sistema de avaliação, definindo os seus principais contornos e princípios.
- conceber um sistema de classificação, definindo as suas características e princípios.
- diversificar os processos de recolha de informação acerca do que os alunos sabem e são capazes de fazer;
- definir critérios de avaliação e os respetivos níveis de consecução ou de desempenho;

A avaliação não pode ser isolada do processo de ensino e aprendizagem, devendo ser criterial e não normativa. Nas avaliações de referência normativa, sublinhasse a comparação entre os resultados dos alunos e a hierarquização através do seu posicionamento numa escala. Esta é uma visão que faz parte da cultura dominante de avaliação, estando profundamente enraizada na maioria dos sistemas escolares



e que se traduz na primazia que é dada à medida, às classificações e à seleção.

Noutra perspetiva, os resultados de um dado aluno podem ser comparados, não com uma norma, não com os resultados dos outros alunos, mas com um ou mais critérios previamente definidos. Afirma-se, então, que estamos perante uma avaliação referida a critérios ou de referência criterial (Fernandes, 2020).

De acordo com o mesmo autor, os critérios são fundamentais e devem ser alicerçados no PASEO, nas AE e no Projeto Educativo de cada escola, tendo em conta o envolvimento de todos na sua seleção. Devem ser claros, curtos e válidos para a toda a escola, sendo inclusivamente discutidos com os alunos.



Pensemos apenas nas óbvias potencialidades dos critérios de avaliação na formulação de feedback de elevada qualidade e no envolvimento dos alunos na sua própria avaliação, para compreendermos a diferença substantiva dos efeitos de cada uma das perspetivas.

Os critérios, como interpretações refletidas do currículo, constituem uma relevante re-

ferência para aprender, para ensinar, para avaliar e para classificar e, nesse sentido, devem constituir um importante meio para organizar o trabalho pedagógico a todos os níveis. Desde a organização e funcionamento pedagógico das salas de aula, à seleção de proposta de trabalho que se devem sugerir aos alunos, passando naturalmente pela definição de um sistema de avaliação e de um sistema de classificação orientado para apoiar as aprendizagens. Devemos ter uma escola onde seja possível aprender a pensar e aprender a aprender. E a maneira como cada escola se organiza é, assim, fundamental.

Na nossa opinião, a Escola, os professores e principalmente os alunos precisam urgentemente de uma alteração ou revisão aprofundada do Currículo, de uma maior flexibilização do currículo que seja possível de pôr em prática, precisam urgentemente de ver diminuído o número de alunos por turma e de um reforço das coadjuvações em sala de aula. Não basta querer melhorar a aprendizagem dos alunos, também é preciso dar condições às escolas e aos professores para que possam levar avante essas melhorias das aprendizagens que todos desejamos.



## BIBLIOGRAFIA

Fernandes, D. (2019a). Avaliação formativa. Folha de apoio à formação - Projeto MAIA. Lisboa: Instituto de Educação da Universidade de Lisboa e Direção Geral de Educação do Ministério da Educação.

Fernandes, D. (2019b). Avaliação sumativa. Folha de apoio à formação - Projeto MAIA. Lisboa: Instituto de Educação da Universidade de Lisboa e Direção Geral de Educação do Ministério da Educação.

Fernandes, D. (2020). Critérios de Avaliação. Texto de apoio à formação - Projeto MAIA. Lisboa: Instituto de Educação da Universidade de Lisboa e Direção Geral de Educação do Ministério da Educação.

Machado, E. A. (2019). Feedback. Texto de apoio à formação - Projeto MAIA. Lisboa: Instituto de Educação da Universidade de Lisboa e Direção Geral de Educação do Ministério da Educação.



## SISTEMA FERTILITYCARE: UM INSTRUMENTO DE AUTOCONHECIMENTO E DIAGNÓSTICO DA SAÚDE FEMININA E CONJUGAL

Enfermeira Vanessa Machado

Coordenadora FertilityCare Portugal

### INTRODUÇÃO

Este resumo tem como objetivo partilhar com a comunidade escolar um novo método de monitorização da saúde feminina, resultante de uma série de estudos desenvolvidos pelo Dr Thomas Hilgers nos Estados Unidos da América e que se tem revelado muito eficaz em planeamento familiar, mas também na melhoria do estado de saúde da mulher com alterações do ciclo ou casais com infertilidade ou aborto espontâneo.

O FertilityCare constitui um sistema inovador e de referência na área da saúde ginecológica da mulher e procriativa do casal, através de uma abordagem integral que respeita a dignidade do Ser Humano.

Tem como missão contribuir para a saúde da mulher e do casal, através da monitorização de biomarcadores do ciclo menstrual, promovendo o autoconhecimento e o fortalecimento da união conjugal. A compreensão da fertilidade possibilita à mulher e ao casal tomar uma decisão informada, tornando-os proativos na gestão da sua saúde individual e conjugal.

O Sistema FertilityCare, também conhecido como Creighton Model FertilityCare System, foi publicado nos Estados Unidos da América em 1980. Em Portugal, começou em 2013, com

uma enfermeira e, atualmente, já dispõe de uma equipa de 15 profissionais. Em 2018, foi constituída a Associação FertilityCare Centers of Portugal, que faz parte do FertilityCare Centers of Europe.

A Associação tem como logótipo uma mão que segura um dente-de-leão, da espécie *Taraxacum officinale*, também conhecido como coroa do Sol. Além de ser símbolo da esperança, tem uso terapêutico, é natural e faz lembrar um óvulo rodeado de espermatozoides no momento da concepção.

O FertilityCare destina-se a todas as mulheres em idade fértil, independentemente do seu ciclo e planos de maternidade. Pode ser usado como método natural de planeamento familiar; como forma de diagnóstico e tratamento de infertilidade, aborto espontâneo de repetição e distúrbios da saúde feminina como dores menstruais fortes, amenorreia, síndrome dos ovários poliquísticos, endometriose, síndrome pré-menstrual, entre outros.

## ANATOMIA E FISILOGIA DOS SISTEMAS REPRODUTORES

Para compreendermos o Sistema FertilityCare, é necessário rever alguns princípios da anatomia e fisiologia dos sistemas reprodutores masculino e feminino.

### Sistema reprodutor masculino

O homem está sempre fértil, excetuando casos de subfertilidade ou infertilidade, desde a puberdade até ao final da vida. A célula reprodutora masculina é o espermatozoide, constituído pela cabeça, que contém o material genético, e pela cauda, responsável pela locomoção.

Os espermatozoides são produzidos em duas glândulas, os testículos, que se encontram na bolsa escrotal, localizada exteriormente em relação ao corpo do homem, devido à temperatura. Como os espermatozoides são muito sensíveis ao calor, esta exteriorização do escroto permite um arrefecimento de 1°C-1,5°C, que permite a sua produção e sobrevivência.

Os espermatozoides são transportados para fora dos testículos através do canal deferente, passam pela vesícula seminal e próstata, onde recebem fluido seminal e são excretados pela uretra para o exterior do corpo. Pela uretra,

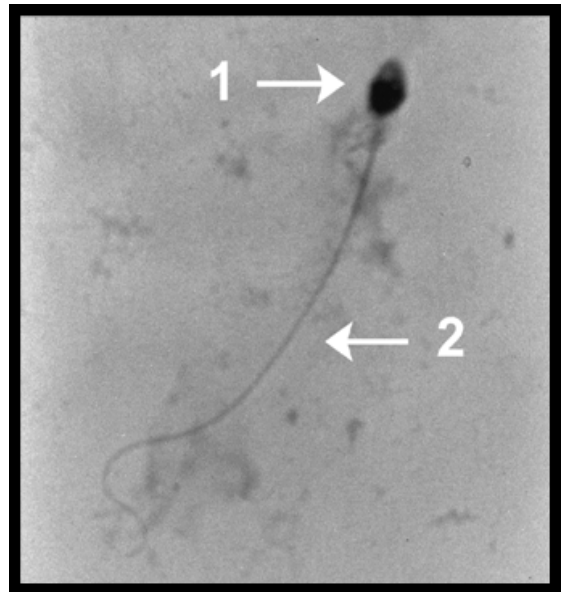


Fig. 1 –Espermatozoide ao microscópio

também é eliminada a urina, mas os esfíncteres impedem a mistura dos dois fluidos.

### Cuidados com a fertilidade masculina

1. Proteger o escroto de temperaturas elevadas.
2. Exercício físico de 150 min/semana.
3. Dieta equilibrada.

## Sistema reprodutor feminino

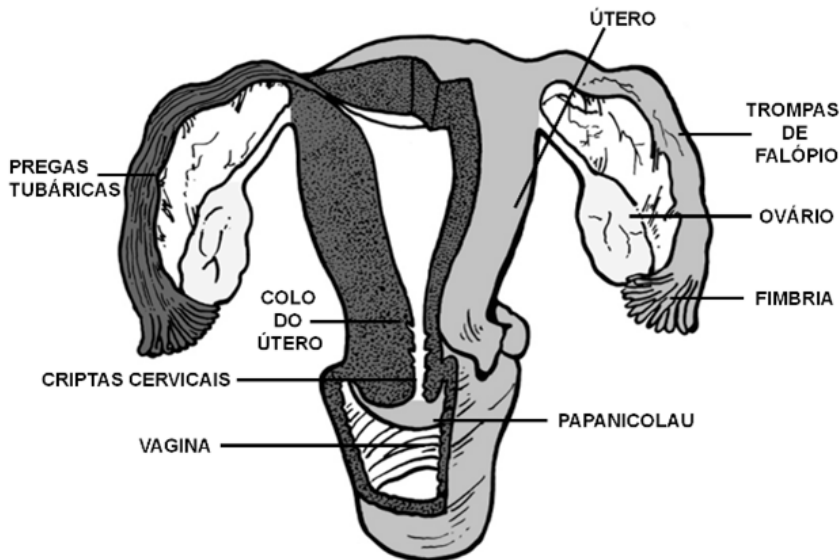


Fig. 2 - O útero, as trompas de Falópio e os ovários na cavidade pélvica da mulher.

Ao contrário dos homens, as mulheres estão inférteis a maior parte do tempo. Não só a sua vida fértil é mais curta, inicia pouco antes da primeira menstruação (menarca) e termina na menopausa, mas também a fase fértil em cada ciclo menstrual é muito menor, cerca de 5-6 dias.

Na realidade, não faz sentido falar de fertilidade masculina e feminina, uma vez que a fertilidade só existe na sua versão combinada. Compreender a fertilidade do casal passa necessariamente por compreender as variações cíclicas da mulher.

O sistema feminino é ecologicamente sensível, muito bem afinado e equilibrado. Os vários acontecimentos são visíveis do ex-

terior, com a ocorrência regular da menstruação, o fluxo característico de muco cervical e períodos de secura. Os órgãos reprodutores da mulher estão protegidos no interior da sua cavidade pélvica, ao contrário do homem.

Os ovários são órgãos em forma de amêndoa situados de cada lado do útero. O útero é essencialmente um músculo em forma de pera, com uma cavidade no interior. Na sua entrada, existe um órgão chamado colo do útero ou cérvix, onde se produz o muco cervical, o principal indicador do Sistema FertilityCare.

## Fases do ciclo menstrual

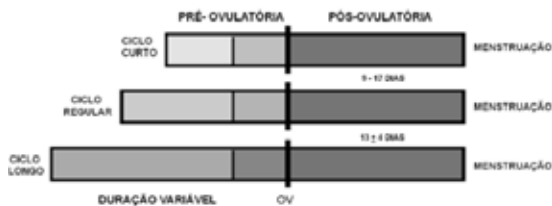


Figura 3 - Fases do ciclo menstrual

O ciclo menstrual tem início no primeiro dia de hemorragia menstrual e termina no dia que precede o início da nova menstruação. A duração deste ciclo tem tendência a ser algo irregular. Embora a duração média do ciclo menstrual seja de 28 dias, a maioria das mulheres experimenta, ao longo da sua vida reprodutiva, ciclos

## Ciclo ovulatório

Ambos os ciclos, menstrual e ovulatório, resultam da interação de várias hormonas. A glândula pituitária, uma pequena glândula do tamanho dum ervilha, localizada na base do cérebro, produz duas hormonas muito importantes para o bom funcionamento do ciclo: hormona folículo-estimulante (FSH) e hormona luteinizante (LH). A FSH estimula o desenvolvimento dum óvulo no ovário. A LH estimula a libertação do óvulo para fora do ovário e a luteinização do folículo.

O ovário contém várias centenas de milhares de óvulos por desenvolver. Nos primeiros tempos do ciclo menstrual, são selecionados um ou dois, que começam a

menstruais que duram entre os 21 e os 38 ou até 40 dias.

A fase pré-ovulatória é muito variável, uma vez que a ovulação é sensível a fatores externos e, por isso, imprevisível. Apenas 13,5% das mulheres ovula ao 14.º dia.

A fase pós-ovulatória é bastante estável na sua duração, o que significa que a mulher pode prever com precisão quando vai aparecer a menstruação, com uma margem de variação de 3 dias, ou quando deve fazer um teste de gravidez. Assim, o que determina se um ciclo é curto ou longo é a duração da fase pré-ovulatória.

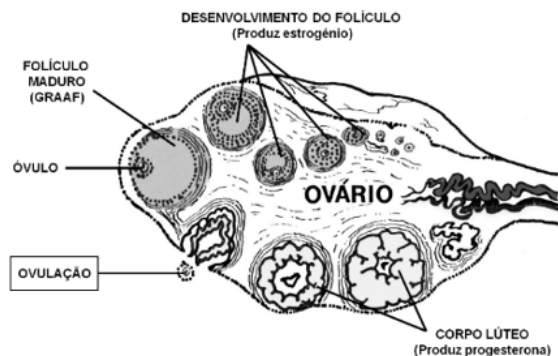


Figura 4 - Ciclo ovulatório

desenvolver no interior dos folículos. Um folículo é uma pequena estrutura semelhante a um quisto. O folículo começa a crescer e, mesmo antes da ovulação, já tem mais de 2 cm de diâmetro. Nessa al-

tura, chama-se um folículo maduro. Com a rotura deste folículo, o óvulo é libertado do ovário num processo a que se chama ovulação. O tecido que antes tinha sido o folículo maduro torna-se agora no corpus luteum, que significa “corpo amarelo” em latim, devido à cor amarela que apresenta.

O folículo em desenvolvimento produz uma hormona chamada estrogénio, que é a hormona pré-ovulatória dominante, bem como a que estimula a produção de muco

cervical no colo do útero. Depois da ovulação, o corpo amarelo produz uma hormona chamada progesterona, que é por sua vez a hormona pós-ovulatória dominante. Faz parar a produção de muco e é essencial para o suporte hormonal no início da gravidez (progesterona = pro+gestação). Uma das causas de infertilidade ou de abortos espontâneos de repetição é um corpo amarelo inadequado, que não produz progesterona suficiente.

### Ciclo menstrual

Com a descamação do útero durante a “fase menstrual”, a parede interna do útero torna-se muito fina. Após a menstruação, sob a influência da hormona estrogénio, o endométrio recomeça a crescer na sua “fase de proliferação”. A fase do desenvolvimento folicular no ovário coincide com a fase de proliferação no revestimento do útero.

A partir do momento em que a ovulação ocorre e o desenvolvimento lúteo dá início à produção de progesterona, as células do revestimento do útero começam a segregar um fluido muito nutritivo, numa fase denominada “secretora”. É durante esta fase do ciclo que, se tiver havido fecundação, se dá a implantação do zigoto humano. Se a gravidez não acontecer, o nível de progesterona baixa, retirando o suporte hormonal ao revestimento do útero e dá-se um novo período menstrual. E o ciclo recomeça.

É importante perceber que a ovulação



Figura 5 - Ciclo menstrual

ocorre apenas durante um dia do ciclo. A ovulação não pode ocorrer hoje e depois num outro dia qualquer da próxima semana. Se fosse possível um processo de dupla ovulação como este, estes métodos não funcionariam, obviamente. Este é um daqueles velhos mitos que é preciso esclarecer quando falamos de qualquer forma natural de regulação da fertilidade. É verdade que pode haver uma dupla ou até tripla ovulação num mesmo ciclo, como o podem comprovar os gêmeos ou trigêmeos heterozigóticos (falsos), mas ocorre dentro do mesmo período de 24 horas, o

que não constitui problema para os utilizadores do Sistema.

Ainda em relação à ovulação, algumas pessoas pensam que as mulheres ovulam em resposta ao estímulo sexual. Trata-se de mais um mito que necessita ser esclarecido e dissipado. As provas que apoiam a teoria de ovulações em resposta a estímulos sexuais pertencem a experiências feitas em coelhos. De facto, os coelhos ovulam em resposta a estimulação sexual, mas os humanos não.

A partir do momento em que se dá a ovulação, o óvulo aguarda 12 a 24 horas na trompa de Falópio. Se a nossa fertilidade dependesse deste período de “vida” do

óvulo, poucas pessoas conseguiriam engravidar ao longo de toda a sua vida reprodutiva. No entanto, a duração do período fértil é aumentada por um outro fator vital – o fluido cervical – que possibilita a sobrevivência do espermatozoide, para que possa estar disponível quando um óvulo é libertado.

Na ausência de bom muco, os espermatozoides morrerão ao fim de poucas horas ou até minutos, quando são colocados na vagina. Mas, na presença de um bom muco cervical, os espermatozoides podem viver entre três a cinco dias. A sobrevivência dos espermatozoides depende diretamente da presença e qualidade do muco cervical.

### Válvula biológica

Foi Erik Odeblad, um cientista sueco, que identificou a função secretora de muco do colo do útero. O muco denomina-se cervical porque o colo do útero também é conhecido por cérvix, como se fosse o “pescoço” do útero. O canal interno do colo do útero apresenta reentrâncias conhecidas como criptas cervicais, com inúmeras glândulas produtoras de muco. Dependendo da hormona dominante, estas glândulas produzem diferentes tipos de muco.

Na fase folicular, as células do folículo produzem estrogénio e, sob o seu efeito, o cérvix produz o muco do tipo E (de estrogénio), que se apresenta em filamentos paralelos formando canais permeáveis aos espermatozoides, de modo que con-

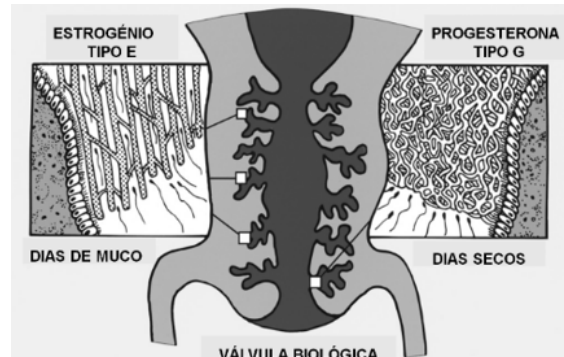


Figura 6 - Muco cervical E e G

sigam penetrar através do colo do útero, progredir para as trompas de Falópio e fecundar o óvulo.

Na fase lútea, a hormona dominante é a progesterona, que dá origem ao muco do



tipo G, que fica retido no cérvix, formando uma barreira protetora das agressões do ambiente, para o caso de ter havido uma concepção.

Externamente, o muco do tipo E é observado no papel higiênico quando usamos o WC, uma vez que é mais fluido e desce por ação da gravidade. O muco do tipo G, por ficar retido, não desce e a mulher observa nada de novo no papel higiênico.

Com efeito, estes dois tipos de muco cervical agem como uma válvula biológica. A válvula está aberta, permitindo que os espermatozoides penetrem através do colo do útero, quando está presente o muco do tipo E, ou seja o muco estimulado pelo estrogénio. A válvula está fechada à penetração dos espermatozoides quando o muco é do tipo G. Esta válvula biológica é essencial à fertilidade humana e assegura a “frescura” dos espermatozoides e dos óvulos no momento da concepção. O casal é ensinado a determinar exatamente as alturas em que a válvula biológica está aberta e quando está fechada, com base na informação fiável que é fornecida pelos biomarcadores.

A nossa fertilidade depende, assim, da presença de bons espermatozoides, bons óvulos e bom muco cervical. Existem muitos outros fatores envolvidos também no processo da fertilidade. Porém, a presença de bom muco cervical é quase tão importante como os restantes fatores.

A concepção dá-se na porção distal da trompa de Falópio. O início do processo de

desenvolvimento humano dá-se nos dias que se seguem ao da concepção, com a divisão celular. Cerca de seis a nove dias após a concepção, dá-se a implantação, processo que consiste na nidação, isto é, o zigoto humano aninha-se à parede do útero para aí criar o seu sistema de suporte de vida ao longo dos nove meses até ao nascimento.

A gravidez pode ocorrer como resultado de qualquer contacto genital durante os dias férteis, mesmo que não tenha havido penetração ou ejaculação, uma vez que o fluido pré-ejaculatório pode conter espermatozoides. Assim, para evitar uma gravidez, é necessário evitar contacto genital durante o período fértil.

## SISTEMA FERTILITYCARE

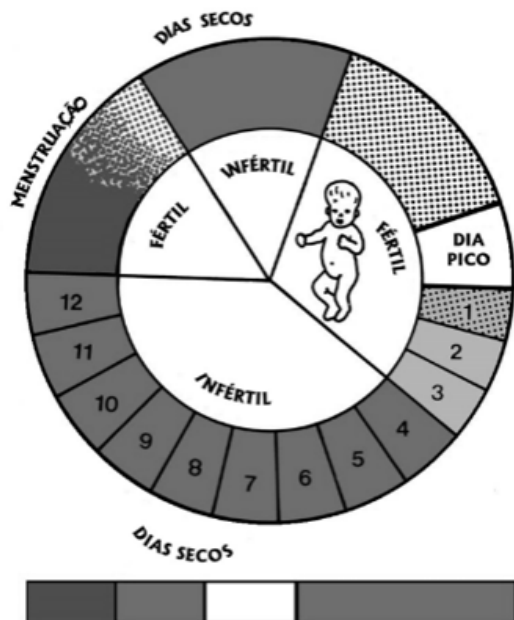


Figura 7 - Diagrama do ciclo.

O gráfico FertilityCare é uma representação visual do funcionamento interno feminino, ou seja, coloca no papel as variações do ciclo.

Resumindo, o ciclo inicia com a menstruação, que tem uma duração de 3 a 7 dias, num padrão crescendo-decrescendo ou decrescendo. Pode terminar com um dia de hemorragia castanha. De seguida, segue-se um período de secura, normalmente, uma vez que o estrogénio ainda está baixo. Quando o estrogénio começa a aumentar, surge muco cervical opaco e quebradiço, que progride para elástico e/ou transparente e/ou lubrificante. O último dia desse tipo de muco chama-se dia Pico e é o dia principal de todo o ciclo. Após

o dia Pico, há uma mudança drástica e o muco volta a ser quebradiço ou a mulher volta a ver secura, que assim se manterá até ao final do ciclo.

A ovulação pode ocorrer numa janela de 3 dias antes do Pico e até 3 dias após o Pico, sendo o mais comum de 2 dias antes do Pico a 2 dias após o Pico (95,6%).

Para o registo, utilizamos selos de diferentes cores: vermelho para hemorragia, verde para secura, bebé branco para muco cervical e bebé verde para dias secos férteis (contagem de 3 dias após o Pico, em que ainda pode haver ovulação).

O gráfico é uma folha A3 dobrado ao meio, com espaço para 6 ciclos, com colunas numeradas de 1 a 35, que são os dias do ciclo. Ou seja, sempre que aparece a menstruação, deve mudar-se de linha e começar na coluna 1.

Uma vez que o gráfico é construído a partir da auto-observação da mulher, é aplicável a qualquer fase da idade fértil e independentemente do tipo de ciclo que a mulher apresente: ciclos regulares, irregulares, pós-contraceção hormonal, amamentação, anovulação, amenorreia e até mulheres com descarga contínua.

Além de permitir identificar com precisão a janela fértil e infértil, a partir das informações fiéis que o corpo transmite externamente, o gráfico converte-se mesmo num instrumento de diagnóstico. Por exemplo, uma mulher com ciclos muito longos pode ter um ovário com dificuldade em ovular

e ser sinal de síndrome dos ovários poli-  
quísticos. Ou uma mulher com hemorragia  
anormal pode ter miomas ou pólipos ainda  
não diagnosticados. O autoconhecimento  
e o rastreio precoce de alterações podem

ser uma fonte crucial de informação para  
prevenção ou tratamento precoce de al-  
terações no sistema reprodutor feminino,  
que tem repercussão na saúde de todo o  
corpo feminino.

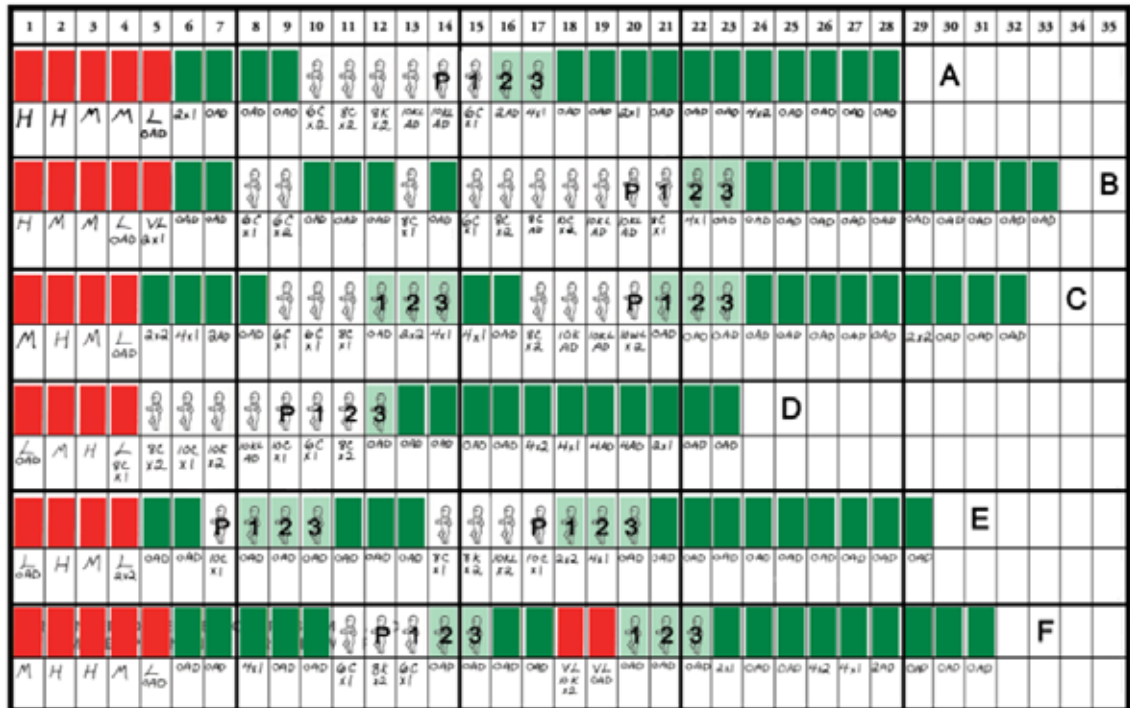


Figura 8 - Gráfico FertilityCare.

**Resumo do livro:**

Hilgers, TW. The medical and surgical practice of NaProTechnology. Omaha, NE: Pope Paul VI Institute Press; 2004.

