

# Ruptura del Paradigma: Estudio Macroscópico del Desarrollo Embrionario de Aves (*Gallus gallus domesticus*) Realizado por Métodos Complementarios

Paradigm Break: Macroscopic Study of Embryonic Development of Birds (*Gallus gallus domesticus*) Carried out by Complementary Methods

Marcos Paulo Batista de Assunção<sup>1</sup>; José Miguel Velásquez<sup>1</sup> & Maria Angélica Miglino<sup>2</sup>

---

ASSUNÇÃO, M. P. B.; VELÁSQUEZ, J. M. & MIGLINO, M. A. Ruptura del paradigma: estudio macroscópico del desarrollo embrionario de aves (*Gallus gallus domesticus*) realizado por métodos complementarios. *Int. J. Morphol.*, 39(1):211-215, 2021.

**RESUMEN:** El uso de plataformas virtuales se muestra como un nuevo recurso didáctico que posibilita el proceso de enseñanza-aprendizaje de forma dinámica. A grandes rasgos, permite el acceso a imágenes digitales en alta resolución mediante el uso de computadores, smartphones y/o tabletas. Portanto, este trabajo presenta nuestra metodología en el campo de la embriología de aves domésticas y la experiencia adquirida en el desarrollo de recursos para la enseñanza por medio de las tecnologías de la información y comunicación, de gran utilidad hoy en día en medio de la pandemia ocasionada por el nuevo coronavirus.

**PALABRAS CLAVE:** Enseñanza-aprendizaje; Embriología; Plataforma virtual; Educación a distancia; Embriología aviar.

---

## INTRODUCCIÓN

El caos generado en la salud pública debido al nuevo coronavirus (COVID-19), ocasionó un gran impacto en la educación global llevando al cierre gradual de las instituciones educativas debido a la pandemia (Rojas *et al.*, 2020). Según datos de la UNESCO (2020), el total de alumnos afectados es de 87,1 %, configurando una suspensión temporal de 165 instituciones educativas en Brasil. Esto quiere decir, que las medidas de prevención tomadas llevaron a la suspensión temporal de las actividades presenciales, poniendo en evidencia la importancia de universalizar el acceso a internet para continuar llevando la educación hasta los alumnos.

En este escenario, nuevas posibilidades para dar un valor agregado a la educación por medio de métodos alternativos fueron adoptadas por diversas instituciones las cuales, mediante el uso de actividades no presenciales transformaron la manera tradicional de abordar las clases, considerando el concepto de la tecnología y de sus diversas interpretaciones. Almeida & Moran (2005) proponen que los procesos de creación tecnológica adquieren vida propia y de manera inteligente se van tornando esenciales en

momentos importantes como por ejemplo la actual pandemia.

Según Libâneo (1998) “el mundo contemporáneo está marcado por los avances de la comunicación, las informaciones, las transformaciones tecnológicas y científicas”, de las cuales las instituciones educativas deben hacer parte y acompañar dichos avances. El autor también resalta que “las transformaciones en la educación provocan cambios económicos, sociales, políticos y culturales, que afectan el ejercicio profesional de la docencia”.

Por su parte, los estudiantes de hoy en día pertenecen a una generación conocida como “generación conectada”; esto posibilita el acceso de estos a los más diversos vehículos de comunicación. Con este propósito, las tecnologías de la información y comunicación deben ser utilizadas en beneficio de las escuelas, la formación técnico-científica y ciudadana; involucrando a la comunidad académica en el desarrollo de recursos virtuales como método alternativo de enseñanza. Así, las plataformas virtuales, por ejemplo, podrán diseminar libremente conocimientos teóri-

<sup>1</sup> Universidad de São Paulo, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Programa de Posgrado en Anatomía de los Animales Domésticos y Silvestres (FMVZ-USP), Brasil.

<sup>2</sup> Profesor poseedor, Departamento de Cirugía, Universidad de São Paulo, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia (FMVZ-USP), Brasil.

cos y prácticos tradicionales, contribuyendo para la mejoría de estrategias pedagógicas, además de promover el replanteamiento de los paradigmas relacionados con la educación, que han sido ampliamente vividos y discutidos por investigadores y docentes (Samar & Avila, 2007; Ferreira & Kempinas, 2010; Ferreira, 2011; Santa-Rosa & Struchiner, 2011; Barry, 2016).

En los campus de la Universidad de São Paulo (USP), por ejemplo, Thais Helena Santos relata para o *Jornal da USP* que, cerca de 60 mil alumnos de pregrado están inmersos en el desafío de buscar nuevas formas de aprendizaje en la educación superior. Entre estas nuevas formas, están incluidas el uso de plataformas a través de sistemas computacionales para la organización de cursos, producción de video aulas y registro del acceso de los estudiantes computado en un ambiente virtual.

En marzo de 2020, fue publicado en Brasil el decreto 343 del Ministerio de educación (MEC), el cual regula el uso de la educación a distancia en tiempos de crisis de la salud pública. En este contexto, se ofertaron cerca de 24.000 cursos para la educación técnica y superior, de forma virtual y gratuita. Por otra parte, en China, un país obsesionado con la excelencia en la educación, tienen como lema actual y oficializado “Paren las clases, pero no paren de aprender”. Eso configura de hecho, la valoración de los recursos virtuales y tecnológicos (Zhou & Li, 2020).

En este contexto, el uso de plataformas para alojar contenido acerca del proceso de enseñanza-aprendizaje, se muestra como uno de los modelos de recursos didácticos disponibles, que posibilitan el acceso a través de computadores, smartphones y tabletas, diversificando las formas de buscar y obtener informaciones. Además, las plataformas virtuales constituyen fuentes de optimización del tiempo y el espacio para docentes y alumnos, permitiendo el intercambio de saberes, de una forma dinámica y en tiempo real (Assunção & Miglino, 2020).

El objetivo del presente estudio fue describir la plataforma “Embriología comparada”, como una herramienta con diversos recursos en el área de la morfología, y que es considerada como una fuente útil y práctica de enseñanza para profesionales y estudiantes que trabajan con esta especialidad. En este sentido, es utilizado el estudio del desarrollo embrionario macroscópico de aves (*Gallus gallus domesticus*), para comprender el organismo como un todo, cuidando de sus proporciones, del esquema general de la construcción de su cuerpo, así como de las relaciones existentes entre sus órganos. Todo esto, atendiendo a los intereses inmediatos de la avicultura, Ornitopatología, mejoramiento genético de aves y demás cuestiones relacionadas a la especie.

## MATERIAL Y MÉTODO

El presente estudio fue desarrollado en la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia (FMVZ), de la Universidad de São Paulo (USP), por el Laboratorio de anatomía macro, microscópica y del desarrollo, y el Laboratorio de Ornitopatología. El estudio fue aprobado por la comisión de ética en el uso de animales (CEUAVET) de la misma institución, bajo el protocolo n.º 6988100818 (ID 006593).

**Procedimiento de obtención del material biológico:** Huevos fertilizados, un total de 63, fueron incubados en estufa húmeda con temperatura de 37°C en el Laboratorio de Ornitopatología de la FMVZ-USP.

**Datos biométricos y clasificación de los especímenes:** La clasificación de embriones de aves ocurrió siguiendo la metodología de los estadios (o edad) propuestos por Hamburger & Hamilton (1992). Ambos especímenes fueron foto documentados utilizando una cámara fotográfica Canon EOS 60D, fijados en solución de formaldehído 10 % y paraformaldehído 4 % en tampón fosfato 0,1M pH 7,4 y almacenados para posterior descripción de los resultados.

**Análisis macroscópico:** Posterior a la clasificación y fijación de los embriones, se procedió a su descripción morfológica externa mediante observación directa de las estructuras que constituyen el cuerpo del animal. La nomenclatura utilizada fue referida según la *Nomina Embryologica Veterinaria* (2017), *Nomina Anatomica Veterinaria* (2017) y el *Manual de Anatomía Aviar: Nomina Anatomica Avium* (1993).

**Transposición didáctica:** A partir de las fotodocumentaciones reales obtenidas a través de la Canon EOS 60D, fueron seleccionados 21 de los 63 embriones que se correspondieron al desarrollo embrionario completo de *Gallus gallus domesticus*. Estos fueron sometidos a transposición didáctica utilizando el programa Adobe Photoshop® y una mesa digitalizadora (Wacom® Intuos), en la cual, al ajustar las proporciones de las figuras, las mismas presentaron proporciones viables con alta resolución (4K) y alto relieve, siendo este último en aspecto tridimensional (3D). Después de dinamizar y componer la imagen, el archivo fue guardado en formato JPEG (Joint Photographic Experts Group) y/o PNG (Portable Network Graphics) para que mantuviera la alta definición de la imagen transpuesta.

**Atlas macroscópico:** El atlas en formato PDF, está constituido como un material con saberes y conocimientos destinados a los estudiantes y profesionales de los cursos de Ciencias Biológicas, Medicina Veterinaria y áreas afines,

en la perspectiva de ayudarlos durante el proceso de enseñanza-aprendizaje de la embriología veterinaria. Las estructuras fueron identificadas con descripciones valiéndose de etiquetas que acompañan las ilustraciones. El objetivo de las ilustraciones fue destacar las estructuras morfológicas que constituyen el cuerpo de la especie y que pueden variar a lo largo del desarrollo embrionario; para lo cual fueron presentadas imágenes y descripciones semejantes a las que ocurren en el animal in vivo, en la perspectiva de reducir el número de animales utilizados en la práctica laboratorial. La idea fue proporcionar una visión de la dinámica relativa a los contenidos teóricos y prácticos del desarrollo de la especie.

En su contextualización teórica, el atlas está constituido por una introducción, partiendo desde el huevo hasta la formación del ave. En este son estudiados y presentados el desarrollo embrionario de las aves, la formación del sistema cardiovascular, eventos implicados en el desarrollo embrionario, edad y peso de los embriones y fetos colectados y utilizados para la transposición didáctica, así como ilustraciones de material biológico real desde el día 1 hasta el día 21.

Todo el contenido se encuentra alojado y disponible en la plataforma virtual que puede ser accedida en la dirección electrónica <https://embriologiacomparativa.ead.guru> o a través de un código QR utilizando la cámara de un smartphone o Tablet. Tanto el estudiante como el docente poseen acceso, sin embargo, es necesario que ambos realicen un registro en la base de datos de la plataforma y poste-

rior a la confirmación del correo electrónico quedan habilitados para utilizar la plataforma.

Accediendo a la plataforma virtual “Embriología comparada”: Escriba en su navegador web la dirección electrónica <https://embriologiacomparativa.ead.guru> regístrese en la pestaña “Matricúlese”. Después de estos pasos, diríjase a la pestaña “ir para mis cursos”, y allí seleccione el módulo del curso y tendrá acceso a las secciones donde están alojados los contenidos. De las secciones presentadas, el material didáctico correspondiente al desarrollo de las aves (*Gallus gallus domesticus*) se encuentra disponible en la sección llamada “Atlas macroscópico embriología veterinaria”, al hacer clic en la sección, se inicia automáticamente la descarga del archivo en formato PDF (Fig. 1).

#### Observando las imágenes macroscópicas ilustrativas:

Las imágenes dinamizadas en JPEG y/o PNG, comprenden todas las modificaciones que ocurren en escala ultraestructural del desarrollo embrionario de *Gallus gallus domesticus*, o sea, el periodo comprendido de 1 a 21 días. De las figuras disponibles en el material didáctico alternativo (atlas) en la plataforma “Embriología comparativa”, estadios con intervalo de 2 días pueden ser apreciados en la Figura 2.

El objetivo del material instruccional es que el estudiante y/o profesor pueda mediante las ilustraciones, identificar visualmente de una manera sencilla, el complejo de cambios morfológicos que ocurren simultáneamente a lo largo del desarrollo embrionario.

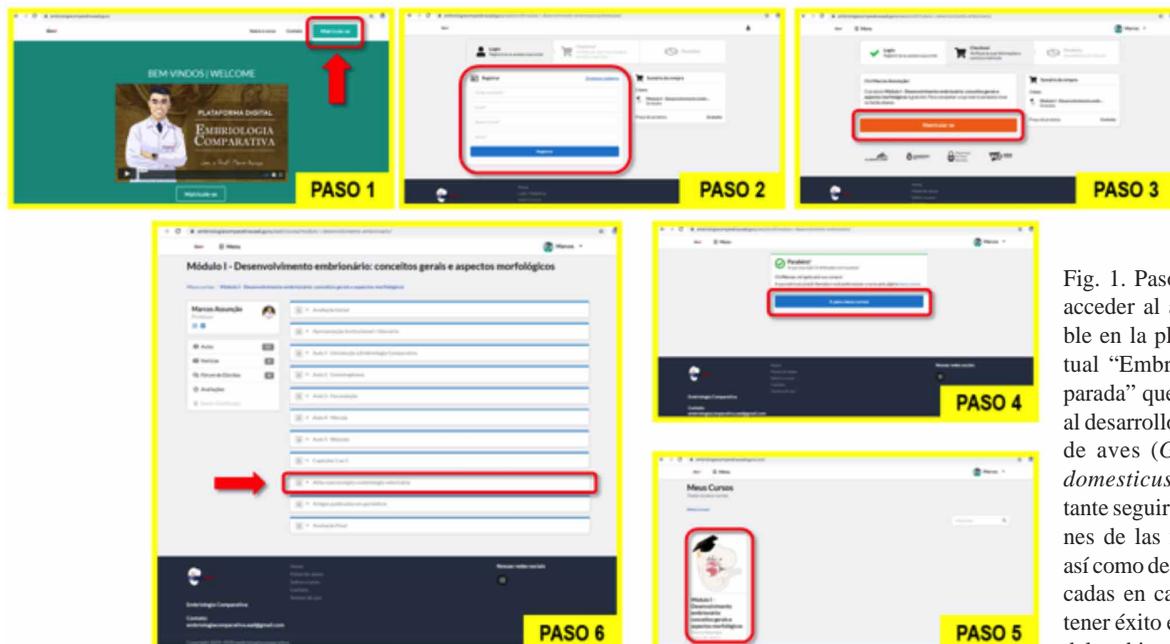


Fig. 1. Paso a paso para acceder al atlas disponible en la plataforma virtual “Embriología comparada” que corresponde al desarrollo embrionario de aves (*Gallus gallus domesticus*). Es importante seguir las indicaciones de las flechas rojas, así como de las áreas marcadas en cada paso para tener éxito en la descarga del archivo (Assunção & Miglino, 2020).

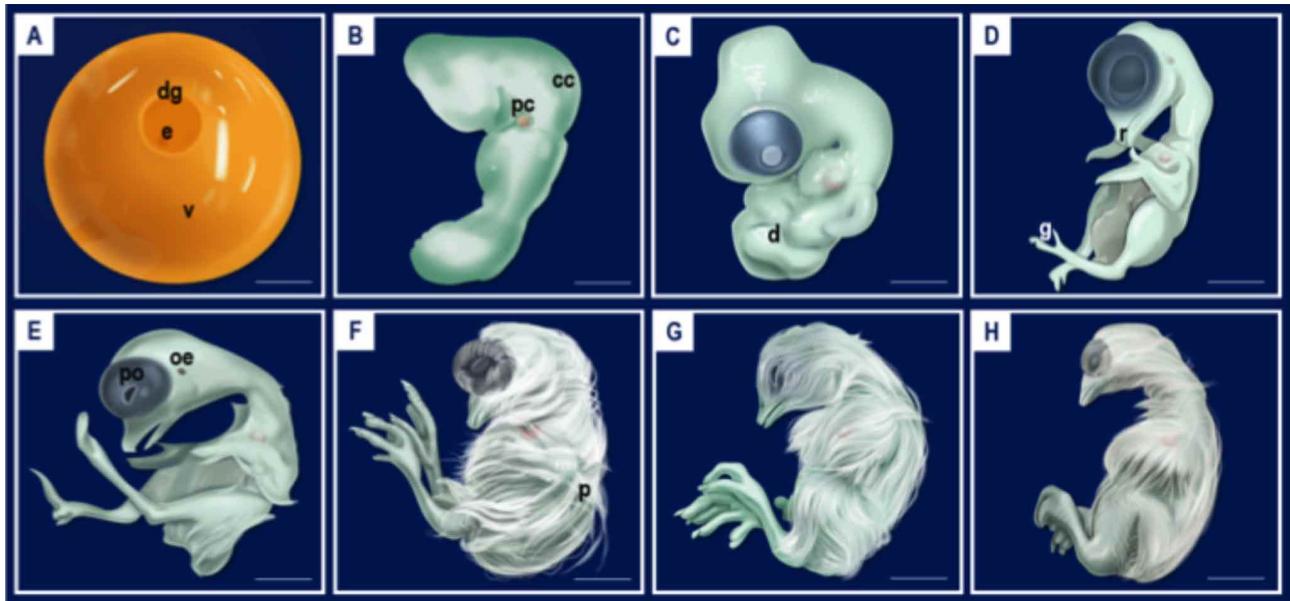


Fig. 2. Ilustraciones en vista lateral izquierda referente al desarrollo embrionario de *Gallus gallus domesticus*. (A) 1 día. (B) 4 días. (C) 7 días. (D) 10 días. (E) 13 días. (F) 16 días. (G) 19 días. (H) 21 días. (dg) disco germinativo; (e) embrión; (v) vitelo (o yema); (pc) prominencia cardíaca; (cc) curvatura cervical; (d) dígitos; (r) ranfoteca (o pico); (g) garras; (po) parpados ópticos; (oe) oído externo; (p) plumón (Assunção & Miglino, 2020).

**Material de apoyo:** La plataforma “Embriología comparada” presenta aulas cortas en podcasts/capsulas de 5 a 8 minutos correspondiente a las fases que anteceden el nacimiento del animal, así como video aulas, textos, actividades y artículos publicados en revistas que pueden ser accedidos como material de apoyo alternativo para la comprensión de los eventos involucrados a lo largo del desarrollo de esta y otras especies domésticas. Las pequeñas capsulas (podcasts) presentan en promedio una duración de 6 a 8 minutos, comprendiendo una unidad de medida de información equivalente a 5,5 a 6,0 megabytes (MB) y de 134,2 a 144,9 MB para las vídeo aulas.

## CONCLUSIONES

El uso de plataformas virtuales para el proceso de enseñanza-aprendizaje, se ha convertido en una herramienta valiosa hoy en día, ya que el acceso a la forma tradicional de enseñanza se encuentra limitado debido a la pandemia por el nuevo coronavirus (COVID-19). El aislamiento social, ha hecho que el teletrabajo y la comunicación ganen fuerza para atender de forma virtual las demandas correlacionadas al proyecto pedagógico de cada curso; sin embargo, los semestres académicos que estaban en curso no fueron completamente concluidos debido a la ausencia de actividades presenciales.

Siguiendo las premisas descritas anteriormente, las herramientas de educación virtual por medio de plataformas elaboradas vía sistemas computacionales, han sido durante este período, grandes aliadas para el cumplimiento de las actividades teóricas de cursos de pregrado y posgrado, así como suplir la falta de prácticas de laboratoriales. El uso de plataformas virtuales ha permitido también que todos los alumnos puedan desarrollar sus actividades optimizando el tiempo y el espacio que tienen disponible, de una manera más dinámica mediante el uso de computadores, smartphones o tabletas donde quiera que estén.

En lo que se refiere a las imágenes macroscópicas ilustrativas demostradas en alta resolución (4K); una vez disponibles en formato PDF, permiten una visualización detallada, con posibles aumentos (vía Zoom), de un mismo campo visual, lo que corresponde a la utilización de lupas en las aulas prácticas, características esenciales para el estudio de la embriología comparada (Hamilton *et al.*, 2012).

Estudiantes y profesionales que necesitaran de conocimientos relacionados a las ciencias morfológicas en medio de la crisis educacional ocasionada por la pandemia del nuevo coronavirus, al tener acceso a este tipo de alternativa educativa, han obtenido soluciones adaptadas a las estrategias y objetivos de la experimentación animal, aprovechándose de este tipo de métodos alternativos basados en recursos tecnológicos.

Recursos virtuales colocados a disposición de estudiantes y docentes, son benéficos para ofrecer una forma de prácticas reales acerca de los conocimientos relacionados al desarrollo embrionario (embriología), permitiendo a los usuarios la libertad de observación y de descripción de estructuras macro y microscópicas, las cuales se van modificando día a día a lo largo del desarrollo embrionario, para dar origen a tejidos, órganos y sistemas que armónicamente constituyen el cuerpo de los animales, en este caso en especial de las aves domésticas.

---

**ASSUNÇÃO, M. P. B.; VELÁSQUEZ, J. M. & MIGLINO, M. A.** Paradigm break: Macroscopic study of embryonic development of birds (*Gallus gallus domesticus*) carried out by complementary methods. *Int. J. Morphol.*, 39(1):211-215, 2021.

**SUMMARY:** Online platforms are a new didactic resource that enable an active teaching-learning process. In general, they allow access to high resolution digital images through the use of computers, smartphones and / or tablets. Therefore, this study presents our methodology in the field of domestic bird embryology and the experience acquired in the development of teaching resources through information and communication technologies, which are very useful nowadays, particularly in the midst of the pandemic caused by the new coronavirus.

**KEY WORDS:** Teaching-learning, Embryology, Virtual platform, Distance education, Avian embryology

---

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Almeida, M. E. B. & Moran, J. M. *Integração das Tecnologias na Educação: Salto para o Futuro*. Brasília, Posigraf, 2005.
- Assunção, M. P. B. & Miglino, M. A. Métodos alternativos no processo de ensino-aprendizagem em embriologia comparativa: desafios e perspectivas. *Rev. Grad. USP*, 4(1):147-54, 2020.
- Barry, D. S.; Marzouk, F.; Chulak-Oglu, K.; Bennett, D.; Tierney, P. & O'Keeffe, G. W. Anatomy education for the YouTube generation. *Anat. Sci. Educ.*, 9(1):90-6, 2016.
- Ferreira, A. S. S. B. S. & Kempinas, W. G. *Avaliação de um Ambiente Virtual de Ensino de Apoio à Educação Presencial em Curso de Graduação em Biologia*. En: Congresso Internacional de Educação A Distância, Foz do Iguaçu. Foz do Iguaçu, Associação Brasileira de Educação a Distância, 2010.
- Ferreira, A. S. S. B. S. *Elaboração e Avaliação de um Ambiente Virtual para o Ensino/Aprendizagem de Embriologia*. PhD Thesis. Botucatu, Universidade Estadual Paulista, 2011.
- Hamburger, V. & Hamilton, H. L. A series of normal stages in the development of the chick embryo. *Dev. Dyn.*, 195(4):231-72, 1992.
- Hamilton, P. W.; Wang Y. & McCullough, S. J. Virtual microscopy and digital pathology in training and education. *APMIS*, 120(4):305-15, 2012.
- Libâneo, J. C. *Adeus Professor, Adeus Professora? Novas Exigências Educacionais e Profissão Docente*. 2ª ed. São Paulo, Cortez, 1998.
- Rojas, M.; Cuevas, F.; Smok, C.; Roa, I.; Conei, D.; Prieto, R. & del Sol, M. Studying embryonic and fetal development with the virtual microscope! In the times of Covid-19. *Int. J. Morphol.*, 38(5):1296-

301, 2020.

- Samar, M. E. & Avila, R. E. *Materiales Instruccionales en la Enseñanza Virtual de la Histología y Embriología Humana*. En: 9º Congreso Virtual Hispanoamericano de Anatomía Patológica y 2º Congreso de Preparaciones Virtuales por Internet. Ciudad Real, Universidad de Castilla La Mancha y Complejo Hospitalario de Ciudad Real, 2007.
- Santa-Rosa, J. G. & Struchiner, M. Tecnologia educacional no contexto do ensino de histologia: pesquisa e desenvolvimento de um ambiente virtual de ensino e aprendizagem. *Rev. Bras. Educ. Med.*, 35(2):289-98, 2011.
- Zhou, L. & Li, F. A review of the largest online teaching in china for elementary and middle school students during the COVID-19 pandemic. *Best Evid. Chin. Educ.*, 4(2):549-67, 2020.

Dirección para correspondencia:

Maria Angélica Miglino  
Departamento de Cirugía  
Universidad de São Paulo  
Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia  
Av. Prof. Orlando Marques de Paiva, 87  
Butantã, São Paulo – SP  
05508-010, (FMVZ-USP)  
BRAZIL

Email: miglino@usp.br

Recibido : 11-09-2020

Aceptado: 29-10-2020