

THE ROYAL SOCIETY  
Founded 14 December 1660  
 August 22 March 2004  
 Published online 1 June 2004

**Cranial mechanics and feeding in *Tyrannosaurus rex***  
 Emily J. Rayfield

Department of Earth Sciences, University of Cambridge, Downing Street, Cambridge CB2 3EQ, UK (eray@cam.ac.uk)

It has been suggested that the large theropod dinosaur *Tyrannosaurus rex* was capable of producing extremely powerful bite forces and resisting multi-directional loading generated during feeding. Contrary to this suggestion is the observation that the cranium is composed of often loosely articulated facial bones, although these bones may have performed a shock-absorption role. The structural analysis technique finite element analysis (FEA) is employed here to investigate the functional morphology and cranial mechanics of the *T. rex* skull. In particular, I test whether the skull is optimized for the resistance of large bi-directional feeding loads, whether mobile joints are adapted for the localized resistance of feeding-induced stress and strain, and whether mobile joints act to weaken or strengthen the skull overall. The results demonstrate that the cranium is equally adapted to resist being or resisting forces and therefore the 'intrinsic-pull' feeding hypothesis is well supported. Finite-element-generated stress-strain patterns are consistent with *T. rex* cranial morphology: the middle-ear region provides a shock-absorbing function that reduces localized tension yet 'weakens' the skull overall. Furthermore, peak compressive and shear stresses localize in the snout rather than the brain-posterior region as seen in dinosaurs, offering a reason why robusticity is commonplace in tyrannosaurid skulls.

**Keywords:** finite element method; *Tyrannosaurus rex*; Dinosauria; Theropoda; feeding; kinetics

**1. INTRODUCTION**

Evidence from tooth-marked bones, tooth morphology and coprolites suggests that the large theropod dinosaur *Tyrannosaurus rex* fed using a 'intrinsic-pull' feeding strategy (see Erickson & Olson 1996), in which an extremely powerful, potentially bone-cracking bite was followed by drawing tooth through flesh and bone. Tyrannosaurs on cranial bones are eroded, other dinosaurs in contrast to most other theropod cranial (figure 1a), while the teeth are suitable for fish-eating, shrimp-eating, morphology (Paton *et al.* 1991; Abler 1992, 1999), consistent with ideas of powerful but food production (Molnar & Patten 1990; Erickson *et al.* 1996; Chin *et al.* 1998; Mann 2002). If the puncture-pull strategy was to be effective, the skull must have been capable of withstanding not only high impulsive loading during biting but also resisting indirect loads at the teeth generated by neck and body movements during the 'pull' phase of feeding.

Despite an overall increase in cranial robustness, individual skull bones are often loosely articulated together and cranial sutures in the lateral side of the skull are frequently patent (outlined) (figure 1a). This open framework arrangement has been hypothesized as providing a shock-absorption mechanism (Beckley 2003), with mobile cranial movement (Larson 1992) an opportunity without significant losses (Molnar 1991). The idea that patent sutures are adapted to provide localized stress and strain resistance remains to be tested, as does the overall effect of patent sutures on cranial strength and capacity.

There can be no doubt that these loose articulations affected the mechanical performance of the *T. rex* skull during biting. Experimental work on living animals has revealed that stress induced by biting or muscular loading are absorbed and dissipated differentially transmitted across sutures in the skulls of lizards, miniature pigs, goats and sheep (Smith & Hylander 1985; Jastrow 1996; Jastrow & Biewener 1995; Biewener & Herring 1996; Herring 2000; Herring & Tong 2000; Thomsen *et al.* 2001; Rufferty *et al.* 2003). It has also been shown that during dynamic impact loading, investigating sutures absorb stress energy and dampen impact forces more effectively than cranial bone, facilitating load dispersion and protecting cranial bones from fracture (Jastrow 1996). Nevertheless, associated natural soft tissues may be highly stressed (Smith & Hylander 1985; Jastrow & Biewener 1995) and despite their protective role, sutures may represent areas of deformation and weakness within the skull (Herring 2000). In light of this evidence, it is therefore surprising that in the results of large forcefully biting animals such as *T. rex*, patent sutures persist between most facial bones.

This analysis investigates whether the cranium of *T. rex* was 'designed' in a way to mechanically resist loading conditions induced by a puncture-pull feeding regime implicit to this analysis in the role sutures play in modulating the stress distribution of the cranium during feeding. Do sutures act in an adaptive fashion to dissipate stress and protect brain tissue, perhaps making the skull 'stronger' or as a flexible patent skull a 'strong law' in terms of resisting feeding forces, leading to an overall 'weaker' structure?

Modeling cranial stress and strain during feeding provides an insight into skeletal design and optimization, and the finite element method (FEM) is one technique that offers such an opportunity (Thomsen 1999). The FEM permits an assessment of the mechanical behaviour of digitally modelled structures as tested in bodies, ranging from and human bones. FE analysis (FEA) has recently been accepted by palaeontology to investigate the mechanical behaviour of fossil skeletal material (Dedering 1993; Rayfield 1996; Rayfield *et al.* 2001; Frazzetta *et al.*

Proc. R. Soc. Lond. B (2004) 271, 1451–1459  
 DOI: 10.1098/rspb.2004.2719

1451

© 2004 The Royal Society



# Tips de textos

Ing. Rita de León

# Tipos de textos

- Un tipo de texto se define por el propósito comunicativo; pide la elección de una forma adecuada para transmitir lo que se quiere: narrar, explicar, describir, exponer, convencer, dar instrucciones, dialogar, entre otros. Esto es, necesitamos elegir un **tipo textual** que por su caracterización nos sirva para decir lo que queremos sin que se preste a ninguna clase de equívoco.

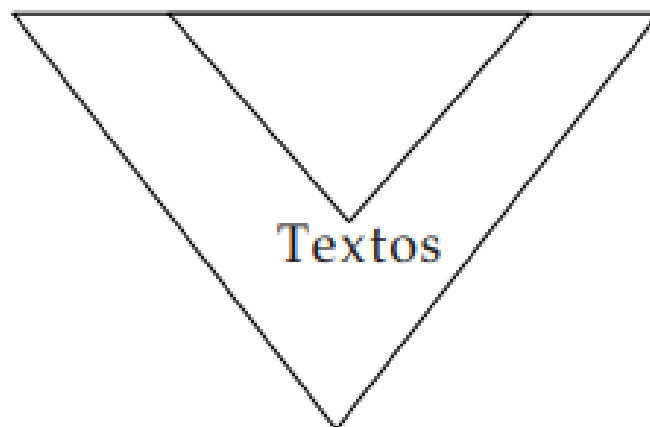
Fuente:

<https://portalacademico.cch.unam.mx/alumno/tlriid2/unidad1/textosmodelo/tiposDeTextos>

# Triángulo de la comunicación

Comunicación verbal

Comunicación no verbal



Comunicación literaria

Fuente: <https://media.utp.edu.co/referencias-bibliograficas/uploads/referencias/ponencia/575articulo-completo-1pdf-Z3hV4-articulo.pdf>

# Texto narrativo



La narración es la relación de hechos ocurridos en el pasado y referidos por un sujeto que puede haber participado en ellos o no. Se deja de lado si el hecho es ficticio o no

# Texto narrativo



## **Ejemplo:**

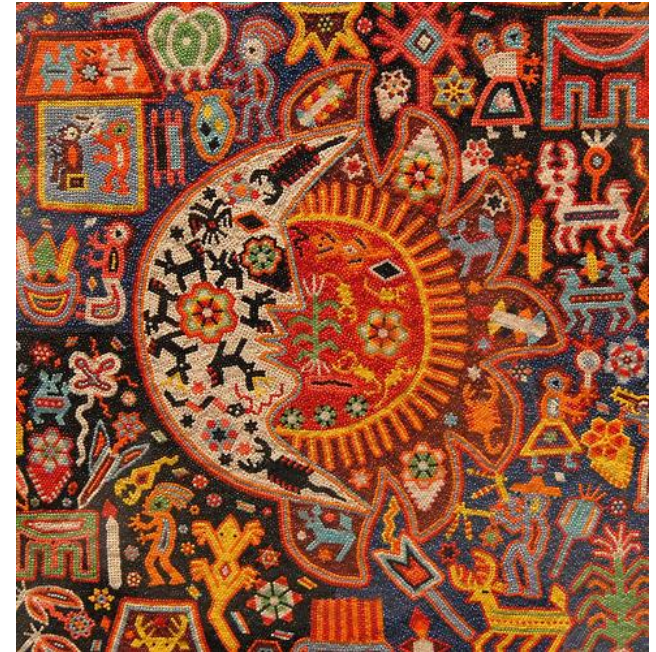
*"Pedro iba por la calle cuando se topó con un afiche que tenía su foto y se le reportaba como 'persona extraviada'. Pedro se vio asombrado ante estos hechos."*

Fuente:

<https://portalacademico.cch.unam.mx/alumno/tlriid2/unidad1/textosmodelo/textoNarrativo>

# Aspectos constitutivos

- Orientación: tiempo, lugar, personajes, actividad y situación al comienzo del relato.
- Complicación de la acción (nudo de la historia)
- Evaluación.
- Resultado o resolución (cierre de los hechos).
- Coda: aspectos de generalización o comentarios sobre lo narrado (propio de los cuentos tradicionales) Nigro, (2005).



# Elementos evaluativos

- Los elementos evaluativos son: intensificadores, comparadores, extensivos y explicativos. Los tipos de intensificadores consisten en gestos, numerales y cuantificadores, adjetivos y sustantivos evaluativos (modalizadores), repeticiones, exclamaciones, adverbios y adjetivos temporales. Los comparadores o comparativos son cláusulas que establecen relaciones de contraste; los extensivos son las cláusulas que desarrollan algún núcleo temático, y los explicativos son las cláusulas que establecen relaciones de causa-efecto Nigro, (2005).



Entre los **géneros** narrativos se encuentran: Cuento, leyenda, novela, noticia, crónica, chiste, historieta, textos de historia, cartas familiares, biografía, videoclip, videojuego, testimonio, película de ficción o documental.

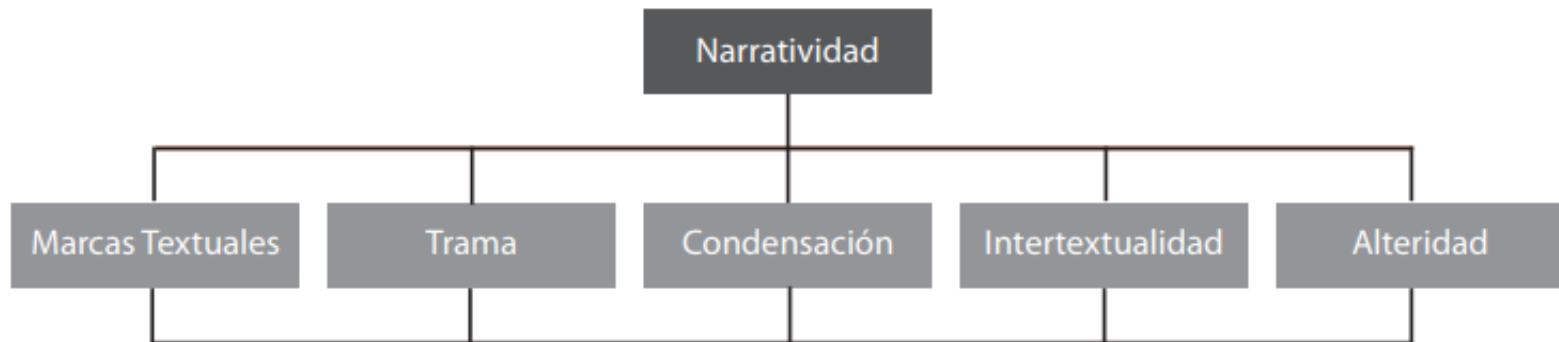


Fuente:

<https://portalacademico.cch.unam.mx/alumno/tlriid2/unidad1/textosmodelo/textoNarrativo>



# Otra clasificación de aspectos evaluativos



Fuente: Gil,2010

# Marcas textuales

- Se trata de identificar las estructuras narrativas a partir de lo que el texto efectivamente dice, no de lo que el lector imagina más o menos libremente durante la primera lectura. El lector debe fijarse especialmente en aquellas palabras, frases o signos de puntuación que, distribuidos a lo largo del texto, proporcionan pistas y direcciones (Gil,2010).



# Trama

- La organización de los eventos de un relato es un proceso que el lector realiza durante la lectura. Cuando se enfrenta a las primeras palabras del texto, el lector reordena las acciones del modo que le parece más de acuerdo con el sentido común primero, y con las leyes que rigen el comportamiento de los seres y objetos que conforman el mundo ficcional. Es decir, primero reconoce las acciones en el orden en que aparecen en el texto (trama); después reordena esas acciones distinguiendo las más importantes (fábula), y finalmente, identifica los conflictos más importantes y se los representa de manera más formalizada y abstracta que concreta y figurativa (estructura narrativa formal) (Gil,2010).



# Condensación

- Es la capacidad de agrupar sintéticamente los elementos de la estructura narrativa (Gil,2010).

# Intertextualidad

- La reflexión acerca de la presencia de rasgos, sean temáticos o estilísticos de obras literarias del pasado en obras del “presente” (Gil,2010).

# Alteridad

- El ejercicio de reconocimiento mutuo que implica la lectura, en un sentido profundo, lo convierte en un diálogo intersubjetivo en el cual hay que ponerse en el lugar del otro y derivar (viene de “estar a la deriva”, como cuando los pescadores están en el mar sin un punto fijo de referencia), desde las propias intuiciones, prejuicios, saberes previos, entre otros (Gil,2010).



# Ejercicio

- Escribir un texto narrativo, cuento con las siguientes palabras:

# Texto expositivo

- Desde esta perspectiva, el texto expositivo tiene como objetivo mostrar en detalle la naturaleza del asunto, problema u objeto de análisis, para lo cual se ajusta a parámetros estructurales –subtipos- discursivos fundamentales, tales como: definición-descripción, clasificación-tipología, comparación-contraste, pregunta-respuesta, problema-solución, causa-consecuencias, e ilustraciones o representaciones gráficas de un fenómeno particular (Álvarez & Ramírez, 2010).





# Texto expositivo

- La descripción en la escritura expositiva está relacionada con conceptos tales como: estructura, morfología, procedimiento, proceso, mecanismo, sistema, comparación, funciones, fases, ciclos, etc. Proporciona conocimientos de un objeto o de un fenómeno por los accidentes que le son propios y que lo determinan con relación a otros (Álvarez & Ramírez, 2010).

# Estructura del texto expositivo

- La exposición de información obedece a un esquema prototípico que está formado por tres elementos: problema – resolución – conclusión (Álvarez & Ramírez, 2010).



# microtipos expositivos

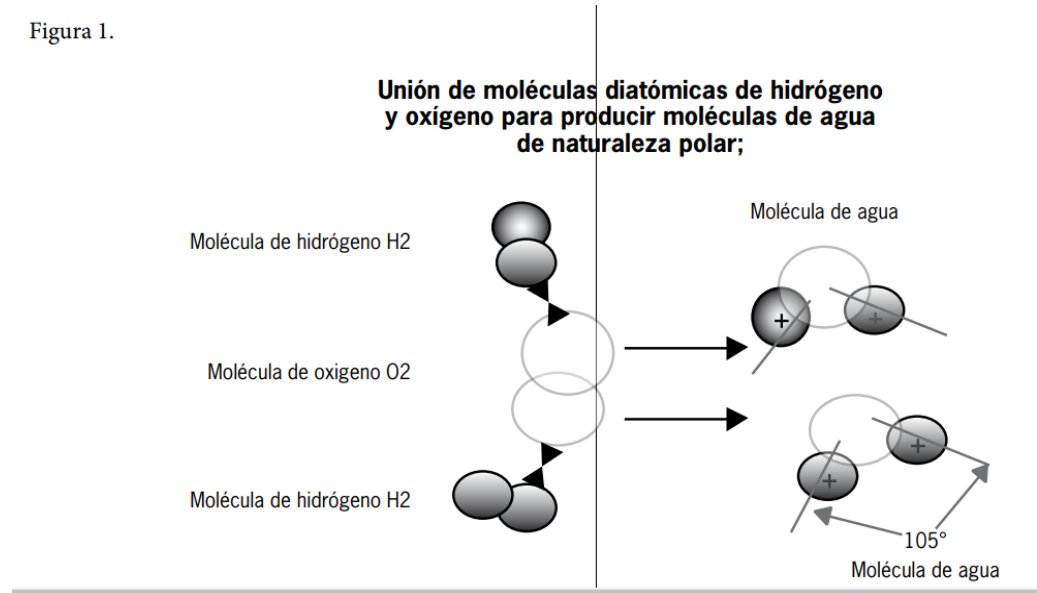
<b>Subtipos</b>	<b>Organización</b>
Definición/Descripción	Tratan de explicar el tema según la secuencia: <i>qué es, cuáles son sus características</i>
Clasificación/Tipología	Exponen tipos o clases y sus rasgos
Comparación/Contraste	Resaltan las semejanzas y diferencias de varias realidades
Problema-Solución	Desarrolla diversas formas de resolver una problemática
Pregunta-Respuesta	Formula la necesidad de saber y luego explica el contenido
Causa-Consecuencia	Explica los efectos que causa un fenómeno
Ilustración	Expone en forma de: planos, gráficos, tablas, esquemas, etc.

Fuente: Álvarez & Ramírez, 2010

# Ejemplo

- Molécula. La partícula más pequeña de una sustancia, que mantiene propiedades químicas específicas de esa sustancia, de tal forma que si se divide en partes más pequeñas, éstas tendrán una naturaleza diferente de la sustancia original. Por ejemplo, una muestra de agua puede dividirse en dos partes, y cada una dividirse a su vez en muestras de agua más pequeñas. El proceso de división y subdivisión finaliza al llegar a la molécula simple de agua, que, si se divide, dará lugar a algo que ya no es agua, sino hidrógeno y oxígeno (Fraume Restrepo, 2007, p. 295).

Figura 1.



Fuente: Álvarez & Ramírez, 2010

# Elementos evaluativos

- Organizadores del texto. Son los guiones, los números o letras para enumerar hechos, argumentos, fenómenos, etc.; el control de márgenes o alinear; las comillas; los subrayados y los cambios en el tipo de letra; los paréntesis. Son también frases como: véase más adelante; como dijimos anteriormente, etc.; y las citas, dado que se refieren a otro texto, véase ejemplo literal b): clasificación – tipología, en el cual se propone una enumeración que da cuenta de clases.
- Frecuente utilización de títulos, subtítulos, epígrafes, mapas, planos, gráficos, esquemas, mapas conceptuales, etc.
- Reformulaciones. Consisten en decir lo mismo con palabras más fáciles de entender.



# Elementos evaluativos

- Presencia notoria de aposiciones explicativas
- Orden de palabras estable.
- Precisión léxica.
- Marcas de modalización o modalizadores. Introducen el punto de vista del emisor en el discurso. En este tipo de textos abundan los modalizadores asertivos, aquellos que plantean la veracidad o falsedad de un enunciado. Ejemplo “[...] La fórmula del agua -H<sup>2</sup>O- en sí misma, únicamente indica su composición y peso molecular [...] (Álvarez & Ramírez, 2010)”

# Elementos evaluativos

- Uso endofórico de los deícticos. Se trata de marcas o indicadores que refieren a otros elementos del texto que pueden ir delante (anafóricos) o detrás (catafóricos); esta función hace que sean elementos importantes en la cohesión textual. Su tarea es la de situar al lector en el texto, “llevarlo de la mano”, para que comprenda mejor. Se presentan expresiones, tales como: anafóricos: lo dicho anteriormente; como ya se dijo; etc., tal es el caso: Como ya se dijo, las tres cuartas partes de la superficie de la tierra están cubiertas de agua (Álvarez & Ramírez, 2010).

# Elementos evaluativos

- Y catafóricos: más adelante diremos, a continuación señalamos, véase en el siguiente; etc. “La fórmula del agua -H<sup>2</sup>O- en sí misma, únicamente indica su composición y peso molecular. No explica las propiedades extraordinarias que resultan de su arreglo molecular único, véase figura 1” (Álvarez & Ramírez, 2010).



# Textos descriptivos

- Descripción: figura de pensamiento que representa personas o cosas por medio del lenguaje.
- Es el texto que presenta concisamente los rasgos característicos del objeto, sin descender a minuciosos por menores; si el objeto es material, ha de aparecer como si lo estuviéramos viendo, y si es abstracto, se hará perceptible con rasgos que en cierto modo lo materialicen; se elegirá siempre en el objeto el punto de vista más favorable a la impresión que se desea producir.



Fuente:

[https://acceda.ulpgc.es:8443/bitstream/10553/5088/1/0235347\\_01992\\_0032.pdf](https://acceda.ulpgc.es:8443/bitstream/10553/5088/1/0235347_01992_0032.pdf)

# Características

- La concisión: no se debe pormenorizar, ni recurrir a un léxico demasiado especializado si no es a riesgo de hacer languidecer un relato, alargándolo innecesariamente.
- Justificación: lo que se quiere decir es que sólo aparecerá en un momento determinado del relato. Desde los tiempos más remotos, una descripción no ha sido nunca gratuita; por tanto, no se debe describir por describir, sino para añadir interés a la narración, a la que siempre ha estado subordinada. Tanto es así que, para que una descripción sea aceptada por el lector, es necesario que éste la espere y la desee; por esto, es habilidad del narrador incluirla en un momento preciso de la historia

Fuente:

[https://acceda.ulpgc.es:8443/bitstream/10553/5088/1/0235347\\_01992\\_0032.pdf](https://acceda.ulpgc.es:8443/bitstream/10553/5088/1/0235347_01992_0032.pdf)

# Señales o elementos evaluativos de un texto descriptivo

- 1- Las señales tipográficas, como el punto y aparte que marca la interrupción del relato; o también una línea en blanco.
- 2- Las señales morfológicas: se puede observar un cambio de modo y tiempo respecto a la narración; por ejemplo, si ésta se halla escrita en pasado, se pasa del empleo del pretérito perfecto o indefinido, propio del relato, al uso del imperfecto .
- 3- Las intrusiones por parte del narrador que indican su intención de hacer una descripción.
- 4- La introducción de términos metalingüísticos tales como: retrato, cuadro, paisaje.. etc.
- 5- El empleo de pretericiones diversas: espectáculo indescriptible, maravilloso ...
- 6- El cambio de ritmo en la lectura, que se hace más lento.
- 7- La introducción de términos explicativos y recapitulativos.
- 8- El empleo de un léxico más rico y de figuras retóricas.
- 9- El empleo de términos distributivos internos (arriba, abajo, a la izquierda, a la derecha.. etc.).



Fuente:

[https://acceda.ulpgc.es:8443/bitstream/10553/5088/1/0235347\\_01992\\_0032.pdf](https://acceda.ulpgc.es:8443/bitstream/10553/5088/1/0235347_01992_0032.pdf)

# Texto argumentativo

- ¿Cuándo tenemos la necesidad de argumentar? Cuando queremos convencer a otras personas acerca de la validez de una afirmación que defendemos, conscientes de que la misma es conflictiva o controversial. Para lograrlo, vamos a esgrimir diferentes razones por las cuales creemos que es legítimo sostener esas ideas, ya que nuestro fin no es imponer una forma de pensar, sino persuadir al receptor para que él pueda confirmar y adoptar voluntariamente nuestro punto de vista. Nuestros argumentos, por consiguiente, tendrán que comprender el punto de vista opuesto y dialogar con él, evaluar las posibles respuestas de quienes se opongan a nuestras ideas, a fin de que podamos crear un texto que no sea fácilmente refutable



Fuente:

<http://www.undav.edu.ar/general/recursos/adjuntos/13369.pdf>

# Estructura básica de los textos argumentativos

- Los textos argumentativos, aunque pueden llevar formas diferentes, tienen la siguiente estructura básica:
- **Introducción:** Es la parte que presenta el texto argumentativo al lector, por lo que debe ser de agradable lectura y fácil de comprender. Primero se hace una breve exposición general que ayuda al receptor a ubicarse en el tema a desarrollar y a visualizar su importancia. Intentaremos que nuestras palabras lo predispongan favorablemente para conocer nuestra hipótesis y los argumentos que aparecerán a continuación. La hipótesis o tesis, es la idea principal a partir de la cual se elaborará el texto.
- **Cuerpo:** Es la parte que caracteriza a este tipo de textos, en la cual, a través de diferentes estrategias argumentativas, el escritor intentará sostener la hipótesis, demostrar su validez y persuadir al lector.
- **Conclusión:** Es la parte final del texto. En ella se resumen y evalúan los argumentos expuestos y se cierra el tema planteado, reforzando la veracidad de la hipótesis. Muchas veces invita a la reflexión posterior, o advierte sobre posibles consecuencias de lo expuesto en el trabajo argumentativo

Fuente:

<http://www.undav.edu.ar/general/recursos/adjuntos/13369.pdf>

*Ejemplo:*

*En cuanto a la inversión en investigación y desarrollo, según un informe internacional recientemente elaborado por la Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología Iberoamericana (2000), la Argentina invierte menos fondos (0,24% del PIB) que en la década de los ochenta (0,37% del PIB), en menor proporción que los vecinos Chile y Brasil y su inversión es 189 veces menor a la de Estados Unidos. (...)*

*La desinversión universitaria forma parte del mandato globalizador por el cual se deja la producción del conocimiento innovador en manos de los países altamente industrializados, es decir el desarrollo de la investigación a las universidades y empresas del norte. En el reparto de las funciones mundiales del conocimiento, a nuestras universidades les toca el papel de entrenadoras de recursos humanos, que seguirán siendo humanos en tanto sean "recursos" y no por los planes de estudio humanistas."*

*Mollis, Marcela. "La educación superior en Argentina: balance de una década". Revista de la Educación Superior. Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior. México D.F. 2007. 142: pp 70-71.*

Fuente:

<http://www.undav.edu.ar/general/recursos/adjuntos/13369.pdf>

# Texto científico

- Pertenecen a las ciencias experimentales puras, las cuales estudian las realidades físicas del mundo y se caracterizan por la búsqueda de principios y leyes generales que posean validez universal.
- Se refieren a las ciencias aplicadas en sus vertientes tecnológicas e industrial. Estas ciencias tecnológicas son las que estudian las posibles aplicaciones y derivaciones prácticas de los principios y leyes generales establecidos por las ciencias experimentales.



# Elementos evaluativos de los textos científicos

- Claridad

Se consigue a través de oraciones bien construidas, ordenadas y sin sobreentendidos. En general los textos científicos mantienen una sencillez sintáctica, aunque también existen textos de sintaxis más compleja.

- Precisión

Se deben evitar la terminología ambigua y la subjetividad, y en su lugar emplear términos unívocos (términos con un sólo significante y significado).



- Verificabilidad

Se debe poder comprobar en todo momento y lugar la veracidad de los enunciados del texto. Esto puede comprobarse tanto mediante leyes científicas como mediante hipótesis.

- Universalidad

Posibilidad de que los hechos tratados puedan ser comprendidos en cualquier parte del mundo por cualquier miembro del grupo al que va dirigido. Para ello se recurre a una terminología específica que se puede traducir con mucha facilidad de una lengua a otra. Estos términos científicos, también llamados tecnicismos, suelen ser unívocos, ya que designan una única y precisa realidad.

- Objetividad Se le da primacía a los hechos y datos sobre las opiniones y valoraciones subjetivas del autor.



# Referencias

- Nigro, P. (2005). Aplicación de un modelo de análisis de textos narrativos. *Educación y Educadores*, 8 , 207-238.
- Gil, J. (2010) Enseñar y evaluar textos narrativos. Algo más que puro cuento. *Enunciación*, 15 (1) pp. 56-77.
- Álvarez, T. & Ramírez, R. (2010) El texto expositivo y su escritura, *Folios* 32, pp. 73-88.