



74.

LA EXPLORACIÓN DIGITAL DE LA ESCRITURA JEROGLÍFICA MAYA Y SU LENGUA

*Sven Gronemeyer, Nikolai Grube, Christian Prager, Maximilian Brodhun, Katja Diederichs,
Franziska Diehr, Uwe Sikora y Elisabeth Wagner*

XXXIII SIMPOSIO DE INVESTIGACIONES
ARQUEOLÓGICAS EN GUATEMALA

MUSEO NACIONAL DE ARQUEOLOGÍA Y ETNOLOGÍA
15 AL 19 DE JULIO DE 2019

EDITORES
BÁRBARA ARROYO
LUIS MÉNDEZ SALINAS
GLORIA AJÚ ÁLVAREZ

REFERENCIA:

Gronemeyer, Sven *et al.*

2020 La exploración digital de la escritura jeroglífica Maya y su lengua. En *XXXIII Simposio de Investigaciones Arqueológicas en Guatemala, 2019* (editado por B. Arroyo, L. Méndez Salinas y G. Ajú Álvarez), pp. 935-946. Museo Nacional de Arqueología y Etnología, Guatemala.

LA EXPLORACIÓN DIGITAL DE LA ESCRITURA JEROGLÍFICA MAYA Y SU LENGUA

Sven Gronemeyer
Nikolai Grube
Christian Prager
Maximilian Brodhun
Katja Diederichs
Franziska Diehr
Uwe Sikora
Elisabeth Wagner

PALABRAS CLAVE

Mayas, humanidades digitales, epigrafía, XML, TextGrid.

ABSTRACT

The computer-aided investigation of Maya writing in the project „Text Database and Dictionary of Classic Mayan“ faces numerous challenges, such as uncertain deciphering or only partially readable text passages. This requires models that allow a formalized description and relate information to each other. Ontologies and domain-specific (data) models are essential for the uniform documentation of the knowledge about text carriers. A project-specific XML-TEI-P5 profile is used to mark up the hieroglyphic texts. It is distinguished between the categories of form, content, and linguistic analysis: the description of the layout on the medium is independent of the linguistic content. Thus, a text's content can be described in a coherent, logical-thematic manner. In order to make the text machine-readable, each hieroglyph must be clearly described and referenced. A digital sign catalogue is the first system to provide a taxonomic description of grapheme variants. This separates the meaningful sign from its graphic realization, which enables a first classification of Maya hieroglyphs according to linguistic function. The sign catalogue serves as a basis for the generation of the text in the TEI-coded corpus, whereby the concept of stand-off markup is used: each encoded sign is provided with a URI reference to the sign in the sign catalogue. For the linguistic analysis, the contextually appropriate transliteration can be queried via the URI. The possibility of creating parallel analysis paths that can be traced back to the corresponding reference at any time is an ideal prerequisite for carrying out grammatical determinations and investigations.

INTRODUCCIÓN

El proyecto „Base de Datos de Texto y Diccionario del Maya Clásico“ se propone recopilar todos los textos jeroglíficos conocidos de la cultura Maya clásica, así como los diferentes objetos en los que aparecen dichos textos, integrando así un corpus digital del tema. Este corpus constituirá la base de un diccionario completo del Maya clásico que refleje su desarrollo en el tiempo y el espacio. El proyecto es financiado por la Academia para las Ciencias y las Artes de Renania del

Norte-Westfalia y por la Unión Alemana de Academias. El trabajo epigráfico tiene su sede en la Universidad de Bonn y se hace en colaboración con la Biblioteca Estatal de Gotinga, cuya aportación al proyecto se da en los campos de ciencias de la información y tecnología con su entorno de investigación virtual “TextGrid” (Neuroth, Rapp y Söring 2015).

ACERCA DE LA ESCRITURA MAYA Y SU TRADICIÓN

La escritura Maya es tipológicamente un sistema morfo-silábico con un amplio espectro grafotáctico (Figura 1). Entre los grafemas libres se tiene logogramas, algunos que son afijos gramaticales y signos silábicos con los que también pueden escribirse palabras y morfemas. Utilizados de forma mixta, los caracteres silábicos sirven como complemento fonético o morfógrafos; se utilizan como fonógrafos simples y no por su semántica. Entre los diacríticos, se cuenta un duplicador de sílabas, y el cartucho, que asigna a un signo su propia lectura logográfica para cada nombre de día.

Los textos jeroglíficos más antiguos datan de alrededor del año 300 AC y el sistema de escritura se siguió utilizando hasta la época colonial. De los miles de sitios arqueológicos que se conocen, hay unos quinientos en los que se han hallado inscripciones. Estos textos hablan de los reyes divinos y las cortes reales, de su historia dinástica, y de las guerras que tuvieron lugar en busca del control político y económico, así como de su rica concepción del mundo religioso y mítico.

LOS ARTEFACTOS BAJO INVESTIGACIÓN

Recopilar toda esta información en el marco de las Humanidades Digitales, a partir de unos diez mil textos, sólo puede lograrse a través de un trabajo interdisciplinario. Partiendo de la tradición de investigación como epigrafistas y lingüistas, se pueden establecer las normas para que esta información pueda ser procesada por los especialistas en informática. Esto requiere el establecimiento de procesos y métodos en común.

Al igual que otras disciplinas históricas, epigrafistas también dependen de diversas fuentes de información, no sólo en relación con el pasado histórico, sino también con la cultura contemporánea actual.

La información sobre la procedencia de los monumentos, la ubicación actual de piezas de cerámica o de dibujos de inscripciones de templos monumentales, el conocimiento no sólo de los contextos históricos, sino también del trabajo de investigación científica de los testimonios escritos, constituyen el fundamento esencial para la elaboración, verificación y el establecimiento de la probabilidad de corrección de las propuestas e hipótesis de la investigación científica.

LOS BASES DE DATOS DE IMÁGENES Y ARTEFACTOS

Existen decenas de miles de fotografías de edificios y artefactos de los sitios, provenientes de numerosos archivos. Estas fotografías se irán publicando en una base de datos de imágenes (<https://classicmayan.kor.de.dariah.eu/>). El uso de un sistema sencillo de metadatos ofrece la información más importante sobre lo que las imágenes representan (Figura 2). Dado que los archivos contienen fotografías tomadas a lo largo de varias décadas, es posible ilustrar con ellas la biografía visual de un objeto.

La base de datos de los diversos objetos es fundamental para un corpus digital de textos. No se trata de una base de datos relacional, sino de una base de datos orientada a grafos, que se basa en el uso de triples de RDF (“Resource Description Framework” en inglés). En ella se almacenan también los facsímiles digitales de todos los artefactos, que también se produce mediante el uso de un escáner 3D. Se cuenta con información detallada para cada objeto, partiendo de su designación, su ubicación original, su sitio de custodia actual, además de citar los eventos y protagonistas mencionados en cada texto. Mediante el uso de vocabularios controlados multilingües se agrega información adicional como, por ejemplo, el material del que está hecho un objeto o su estado de conservación. Todos los datos se apoyan en referencias bibliográficas.

La captura de datos se lleva a cabo haciendo uso de una máscara de entrada basada en HTML. La información se guarda con identificadores únicos (URI, “Uniform Resource Identifier” en inglés) en el RDF. El esquema completo de metadatos (<https://classicmayan.org/documentations/idiomschema.html>) integra toda la información en una red densa (Figura 3). La ontología se basa en las normas establecidas por el Comité Internacional de Documentación del Consejo Internacional de Museos (CIDOC-CRM), por lo que puede mapearse a otras bases de datos. Para poder llevar a cabo trabajo de colaboración, es esencial contar con una descripción formalizada. El artefacto es un objeto propio en la base de datos, al igual que el lugar de su descubrimiento, lo que se vincula con el artefacto a través de una referencia.

CAPAS DE INFORMACIÓN

En el marcaje de los textos que hacen referencia a los objetos, existen tres capas superpuestas de información,

en cada una de las cuales hay una pregunta central subyacente.

1. ¿En qué parte del artefacto se encuentran las áreas de información, tanto de texto como de imagen, y cómo se relacionan localmente entre sí?
2. ¿Qué está escrito en una inscripción y con qué representaciones gráficas concretas se escribió?
3. ¿Cómo se puede vincular la escritura con el lenguaje y cómo se puede analizar e interpretar su contenido en su contexto?

El texto jeroglífico se marca por separado en documentos XML vinculados a los elementos correspondientes documentados en RDF mediante identificadores persistentes. En el XML basado en la norma TEI, cada jeroglífico se documenta con un valor clave correspondiente a una representación prototípica. Cada grafo está vinculado en el catálogo jeroglífico digital con el signo correspondiente como representación lingüístico-escrita (Figura 4). El esquema de metadatos del catálogo de signos (<https://classicmayan.org/documentations/catalogue.html>) también está modelado en RDF (Figura 5).

SIGNOS Y LA TAXONOMÍA DE GRAFOS

En total, se tiene alrededor de mil signos parcialmente polivalentes, logogramas y signos silábicos. El número de signos como manifestación escrita es más alto, con quizás tres mil formas, ya que un mismo signo puede tener numerosas variantes gráficas. La identificación y clasificación de estos signos ha sido - y es - un reto. En el pasado, existían diferentes planteamientos a este respecto que, tomando en cuenta criterios como forma o iconicidad, se presentaban en un total de diez catálogos diferentes. Sin embargo, aún no se sabe con seguridad cuál es el número exacto de signos, como tampoco el número de signos que aún no están completa o suficientemente descifrados. En tanto que los primeros catálogos se diferenciaban excesivamente y asignaban números diferentes a lo que en realidad eran variantes paleográficas (p. ej. Thompson 1962), el catálogo más reciente (Macri y Vail 2009) sufre de una clasificación demasiado simplificada y hace que las variantes sean indistinguibles.

En cierto modo, la complejidad caligráfica de la escritura Maya es única. Un signo puede ser reproducido con diferentes variaciones. Esta alografía permitió producir textos estéticamente exigentes con un mínimo de

repetición. La creación de variantes se basa en ciertos principios (Prager y Gronemeyer 2018). Por ejemplo, el signo silábico **u** tiene una forma completa en dos partes con un elemento variable (Figura 6a). Mediante la segmentación, puede emplearse sólo una mitad del signo para representarlo en diferentes instancias. Un segmento también puede multiplicarse o simplificarse.

El logograma **HAB** normalmente aparece en una variante abstracta que consta de dos partes (Figura 6b). Sin embargo, hay ejemplos en los que la forma básica se transforma en una variante de cabeza y crea la calota del cráneo. También hay transformaciones completas de otros signos, en las que los elementos diagnósticos están contenidos dentro del contorno de una cabeza. Las cabezas pueden ser humanas o zoomorfas.

En el proyecto se minimiza las inconsistencias de los esquemas de clasificación anteriores, sabiendo de que nunca habrá un sistema perfecto. Se basa en una revisión de los números establecidos por Thompson (1962), se añade un sufijo taxonómico a cada una de las variantes de un signo (Figura 7). El caso más simple es un signo que consta de una sola parte y no puede segmentarse. Entre los signos con una secuencia fija de segmentos hay los que tienen dos componentes, y los que tienen tres, todos con una división vertical u horizontal. Estos segmentos, a su vez, pueden dividirse de nuevo. Hay signos que constan de dos partes, como **K'UH**, que pueden tener un segmento en una posición variable alrededor de un elemento central.

La animación o alteración de los contornos de un signo es la forma más común de las transformaciones. Existen diferentes tipos de variantes de cabeza; las cabezas pueden ser humanas o de diversas criaturas, así como las correspondientes formas de todo el cuerpo. Los componentes de un signo pueden multiplicarse, en raras ocasiones hasta cuatro veces. Además, los signos pueden simplificarse y ciertos elementos extraídos de ellos pueden representar la totalidad del signo.

LA CUALIFICACIÓN DE DESCIFRAMIENTOS

La escritura Maya todavía no está completamente descifrada. De hecho, son pocos los catálogos que han asignado lecturas a sus grafemas, el primero de ellos en hacerlo fue el de Kurbjuhn (1989) hace treinta años. La probabilidad de que una propuesta de lectura sea correcta pasa por diferentes etapas. Gramatológicamente, se puede definir diferentes categorías de desciframientos en lingüísticos y semánticos (Figura 8) según Riese (1971:28-36).

El contenido fonético de los signos con verificación lingüística puede determinarse en diversos contextos, a menudo con una concordancia semántica y de léxico entre morfógrafos. Las lecturas operativas pueden considerarse probables a partir de ciertas indicaciones de un valor fonético como, por ejemplo, las reglas de armonía vocálica, la complementación fonética o la congruencia en el campo semántico. Sin embargo, aquí también pueden presentarse múltiples propuestas no polivalentes de lectura, cada una con un nivel diferente de probabilidad.

A veces sólo pueden aislarse partes del contenido fonético debido a la falta de evidencia circunstancial como, por ejemplo, el sonido final que se expresa mediante complementos fonéticos. También hay signos para los que no puede determinarse ningún valor fonético. De estos signos parcialmente legibles o ilegibles, al menos la semántica puede estar limitada, ya sea por el contexto o por la iconicidad del signo.

Alrededor del treinta por ciento del inventario de signos se resiste a toda interpretación razonable, siendo éstos en su mayoría morfógrafos y sustantivos. Pero ¿Cómo se evalúa las hipótesis de lectura existentes partiendo de la base de los argumentos publicados y de qué manera se evalúa hipótesis propias y ajenas con base en el corpus? Para cada función de signo se necesita los propios criterios objetivos para calificar sumariamente la probabilidad de que una lectura sea correcta, como la navaja de Ockham.

Como en una escalera, la calidad y probabilidad de que un desciframiento sea correcto puede aumentar gradualmente, expresando esto en valores numéricos disyuntivos. En la parte inferior se encuentran los valores que son sólo lecturas parciales o que representan sugerencias insuficientes para un signo y en la parte superior se encuentran los desciframientos confirmados.

La decisión de evaluar cualitativamente las lecturas e hipótesis en el catálogo de signos con base en criterios de calificación también se ha llevado a examinar críticamente las propias normas, así como la historia de la investigación. ¿Cuándo y cómo se descifra correctamente un signo? ¿Qué criterios deben cumplirse? Se repasará esto usando tres signos silábicos que fueron descifrados en los códigos por Yuriy Knorozov en los años cincuenta (Figura 9).

Integrado están los distintos criterios en la lógica de los extractos:

d Manuscrito de Landa

l Consonante en el “alfabeto” de Landa

u Vocal en el “alfabeto” de Landa
 k Sustitución logográfica completa
 t Sustitución logográfica parcial
 a Sustitución alográfica
 o Antepuesto a un logograma descifrado
 c Pospuesto en el logograma descifrado
 f Posición inicial de la raíz
 m Posición medial de la raíz
 g Posición medial de la palabra
 r Posición final de la palabra
 y Grafismo ergativo prevocálico
 s Correspondencia con la imagen
 q Correspondencia con el objeto
 b Duplicación posible
 v Armonía vocálica
 i Correspondencia léxica con el ícono del gráfico

Éstos brindan las razones para asignar los distintos niveles de confianza en el desciframiento.

El nivel 1 corresponde a un desciframiento confirmado.

$$1 = d \vee u \wedge (k \wedge (s \vee q)) \wedge (a \wedge (f \vee m \vee y)) \vee ((o \vee f \vee m \vee y) \wedge (g \vee r \vee c) \wedge (s \vee q))$$

El nivel 2 corresponde a una lectura muy probable, pero aún no comprobada de manera definitiva.

$$2 = ((t \vee o \vee c) \wedge v \wedge (s \vee q)) \vee (a \vee o \vee f \vee m) \wedge (g \vee r \vee c) \vee (g \vee r \vee c) \wedge (s \vee q) \vee (f \vee m) \wedge (s \vee q)$$

El nivel 3, por ejemplo, correspondería a una lectura parcialmente determinada, generalmente con conocimiento del sonido inicial.

$$3 = t \vee c \vee l \vee r \rightarrow v$$

El nivel 4 correspondería a una lectura hipotética que hasta este momento no ha podido demostrarse.

$$4 = g \vee m \vee r$$

Estos tres ejemplos cumplen con los criterios anteriores. ¿De qué forma se distribuyen actualmente?

Los signos **k'u** y **ku** son de nivel 1, porque ya aparecen en Landa (1959) y las lecturas son confirmadas por un testigo contemporáneo. Por lo tanto, los demás criterios sólo confirman este nivel. Si tuviese la sílaba **lu** sólo en la posición final de una palabra, no pudiste pasar del nivel 3, porque Landa sólo tiene una „L“ en

su „alfabeto“. Los signos utilizados para escribir *tzul*, „perro“, en el Códice de Dresde, y la suposición de armonía vocálica permite acceder por lo menos al nivel 2. Esta prometedor hipótesis se confirma de manera definitiva sólo a través del ejemplo de la grafía silábica *buluk*, „once“, como sustitución completa de un numeral, en la que **lu** aparece en posición medial.

MARCAJE DE LOS TEXTOS EN XML

¿De qué forma se continúa procesando un texto con la herramienta de un catálogo de signos digital? El principio básico para la descripción en XML es el marcaje por separado (“stand-off markup” en inglés [Banksi 2010]). Esto significa que los diferentes niveles y áreas de información se marcan por separado y se enlazan mediante referencias.

La primera capa de información que se registra en el contexto del proyecto, consiste en la descripción topográfica de la información; es decir, áreas individuales con información escrita o pictórica y la manera en que éstas se relacionan entre sí localmente. Utilizando la herramienta Text-Image-Link-Editor (editor de enlace-texto-imagen) del programa TextGrid, se marcan primeramente los campos de texto individuales en forma de polígonos y, por lo tanto, se asocian con las coordenadas de los píxeles en el facsímil (Figura 10a).

En un segundo paso, se crea una representación legible por computadora del artefacto como elemento XML: un artefacto consiste en superficies individuales marcadas. Las superficies contienen áreas de texto que se describen como zonas individuales legibles por computadora y que pueden asociarse con los polígonos medidos en el primer paso. Dentro de este contexto, se puede añadir más información, como la relativa a orientación o las dimensiones.

La indización del contenido de cada bloque jeroglífico y de los signos individuales constituye un área de información independiente dentro del XML. En tanto que la descripción topográfica considera las áreas de texto con respecto a su disposición estructural sobre el artefacto, la descripción epigráfica se concentra en el mapeo del contenido y la coherencia del texto.

Este contexto lógico y el orden secuencial resultante de los campos de texto pueden distinguirse con total independencia de su disposición topográfica y formal-estructural. En figura 10 se puede ver cómo la secuencia de lectura sigue la estructura del petate de la Estela J de Copán. La relación existente entre la topografía del texto y su contenido se establece por medio de dos

atributos que están vinculados por el mismo valor (Figura 10b).

Dentro de un bloque jeroglífico se puede ahora marcar las variantes individuales de un signo con un alto grado de detalle. Al igual que en la transliteración con los valores del catálogo, cada glifo y cada segmento se convierte en XML. Dos atributos describen de forma única la posición de cada signo en el bloque y en relación con los otros signos. Cada signo tiene una referencia URI que se refiere a la representación gráfica concreta dentro del catálogo digital de signos (Figura 10c).

Por un lado, el contenido jeroglífico de un texto se documenta de forma legible para la computadora. Por otra parte, la historia del desciframiento y los cambios y reinterpretaciones asociados con los signos individuales están representados en el catálogo de signos: un nuevo desciframiento —y por lo tanto una revisión del catálogo— deja intacta la codificación jeroglífica de los textos en XML. La modificación sólo debe documentarse en el catálogo de signos, quedando disponible como información para todos los textos.

El catálogo también es flexible en otras áreas. La inclusión de caracteres hasta ahora desconocidos puede darse „sobre la marcha“. Pero, ¿Qué pasa con la clasificación errónea de signos ya utilizados? Un signo que ya está marcado pero que ya no ha de utilizarse, se asocia simplemente con el signo definido como „primario“ a través de una relación „igual a“. Sin embargo, se garantiza que el signo discontinuado todavía pueda encontrarse a través de su URI. Los URIs ya referenciados en el corpus no tienen que cambiarse y el corpus no necesita ninguna revisión posterior.

ANÁLISIS LINGÜÍSTICO

La clasificación de los signos y la codificación del corpus se realizan en TextGrid, en tanto que el análisis lingüístico de los textos se realiza en una aplicación de análisis independiente. A través de una interfaz, el programa lee los documentos TEI/XML y los valores de transliteración almacenados en RDF de TextGrid, y los prepara para un proceso de anotación que consta de varias fases.

En primer lugar, la codificación de la representación gráfica concreta se reduce al número del signo. El valor de transliteración correspondiente se da de manera semiautomática, haciendo uso de la grafotáctica, como en este ejemplo del nombre de *Yuknoom Yich'aak K'ahk'* de Calakmul en La Corona, Panel 1, O4:

Transliteración alfanumérica (con variantes de grafo)

134tl.[69bt°528st].[74tt:[1527st°17ex]:122bt]

Posteriormente no se utilizan elementos de Text-Grid, sino que se establece una línea de análisis en la aplicación. En primer lugar, al hacer una distinción entre clases de signos, se marca la secuencia de lectura propuesta, así como los límites de las palabras; esta es la norma actual de transliteración. En un segundo paso, los signos reciben anotaciones según su función.

Transliteración numérica (con el número de signo)

134.[69°528].[74:[1527°17]:122]

Transliteración grafemática (con amplio valor de transliteración)

no.[yu°ku].[ma:[ICH'AK°yi]:K'AK']

Mediante estas medidas de preparación, la secuencia de signos puede convertirse en una expresión lingüística con segmentación morfológica, en la que los últimos trazos escritos, como las vocales mudas, se eliminan o se interpretan a través de la morfofonología. Cada morfema identificado se puede glosar funcionalmente, traduciéndose la palabra literalmente.

Transliteración grafémica (indicando la clase del signo, con la posición corregida)

yu-ku-no-ma yi-ICH'AK K'AK'

Transliteración fonémica (indicando la función del signo, transliteración amplia)

yu-ku=no=ma yi=ich'ak k'ak'

Transcripción morfológica (indicando unidades morfológicas, transcripción exacta)

yuk{u}-n-om{a}-Ø y{i}-ich'aak k'ahk'

Transcripción morfofonémica (transcripción corregida morfofónicamente)

yuk-n-om-Ø y-ich'aak k'ahk'

Glosa morfosintáctica (descripción lingüística)

V.TR:trepidador-AP-AGT-3s.ABS 3s.POSS-N:garra
N:fuego

Traducción (literal)

[un] trepidador [es] la garra de fuego

En este punto, se puede desarrollar una gramática completa y un diccionario basado en el corpus. La anotación en varias etapas y la creación simultánea de rutas de análisis alternativas que pueden remitirse a la referencia correspondiente, crean las condiciones ideales para llevar a cabo investigaciones de tipo lingüístico.

CONCLUSIONES

El proyecto „Base de Datos de Texto y Diccionario del Maya Clásico“ busca explorar el lenguaje y la escri-

tura de los Mayas del periodo Clásico desde diversas perspectivas. Mediante métodos interrelacionados, se brinda acceso digital a los documentos escritos, cuyos originales están dispersos por todo el mundo y son de difícil acceso.

En este marco, se utilizan numerosas tecnologías para documentar y ampliar progresivamente el conocimiento actual sobre los textos Mayas de acuerdo con normas científicas. El uso combinado de ontologías para describir y vincular elementos individuales a nivel de metadatos, por una parte, y de TEI-XML para la descripción legible por computadora de los elementos de texto, por la otra, da lugar a una densa red de información sobre un capítulo de la historia de la humanidad que ocurrió hace mucho tiempo.

Una red que proporciona diferentes tipos de acceso, tanto para la investigación científica como para el público interesado, con el fin de proporcionar una visión profunda de una parte del patrimonio cultural que ha sido preservada del olvido: libre, transparente y reutilizable.

REFERENCIAS

KURBUHN, Kornelia

1989 *Maya: The Complete Catalogue of Glyph Readings*. Schneider & Weber, Kassel.

LANDA, Diego de

1959 *Relación de las cosas de Yucatán*. Biblioteca Porrúa, 13. Editorial Porrúa, México, D.F.

MACRI, Martha J. y Gabrielle Vail

2009 *The New Catalog of Maya Hieroglyphs: The Codical Texts*. Civilization of the American Indian Series, 264. University of Oklahoma Press, Norman.

NEUROTH, Heike; Andrea Rapp y Sibylle Söring (eds.)

2015 *TextGrid: Von der Community - für die Community: eine virtuelle Forschungsumgebung für die Geisteswissenschaften*. Hülsbusch, Glückstadt.

PRAGER, Christian M. y Sven Gronemeyer

2018 *Neue Ergebnisse in der Erforschung der Graphemik und Graphetik des Klassischen Maya*. En *Ägyptologische "Binsen"-Weisheiten III: Formen und Funktionen von Zeichenliste und Paläographie* (editado por S. A. Gülden, K. V. J. van der Moesel y U. Verhoeven-van Elsbergen), pp.135-181. Akademie der Wissenschaften

und der Literatur, Abhandlungen der Geistes- und sozialwissenschaftlichen Klasse, 15. Franz Steiner Verlag, Stuttgart.

RIESE, Berthold

1971 *Grundlagen zur Entzifferung der Mayahieroglyphen, dargestellt an den Inschriften von Copán*. Bei-

träge zur mittelamerikanischen Völkerkunde, 11. Kommissionsverlag K. Renner, München.

THOMPSON, J. Eric S.

1962 *A Catalog of Maya Hieroglyphs*. The Civilization of the American Indian Series 62. University of Oklahoma Press, Norman.

Grafemas libres			Grafemas ligados		
Morfógrafos		Fonógrafo		Diacríticos	
Lexemas	Morfemas		Sílabas		
					
BALAM <i>bahlam</i> "jaguar"	PAKAL <i>pakal</i> "escudo"	TAK <i>-taak</i> plural	ba-la-ma <i>ba[h]lam</i> "jaguar"	pa-ka-la <i>pakal</i> "escudo"	²ka-wa <i>kakaw</i> "cocoa"
Grafía morfo-fonográfica					
					
BALAM^{ma} <i>bahlam</i> "jaguar"	PAKAL^{la} <i>pakal</i> "escudo"	chi-LAM <i>chi[h]lam</i> "intérprete"	6-D°HIX <i>6 hix</i> "día 6 IX"		

Figura 1. Resumen de las clases de signos en la escritura maya. Dibujos de M. Van Stone (Coe y Van Stone 2001) y S. Gronemeyer (2014).

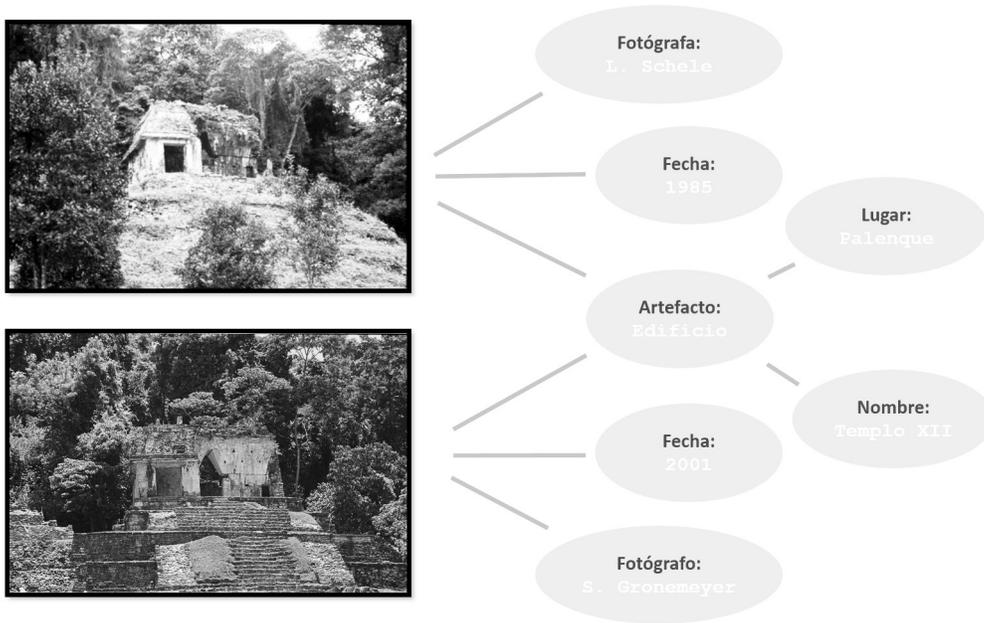


Figura 2. Ejemplo simplificado de los metadatos en la base de datos de imágenes del proyecto. Fotografías de L. Schele y S. Gronemeyer.

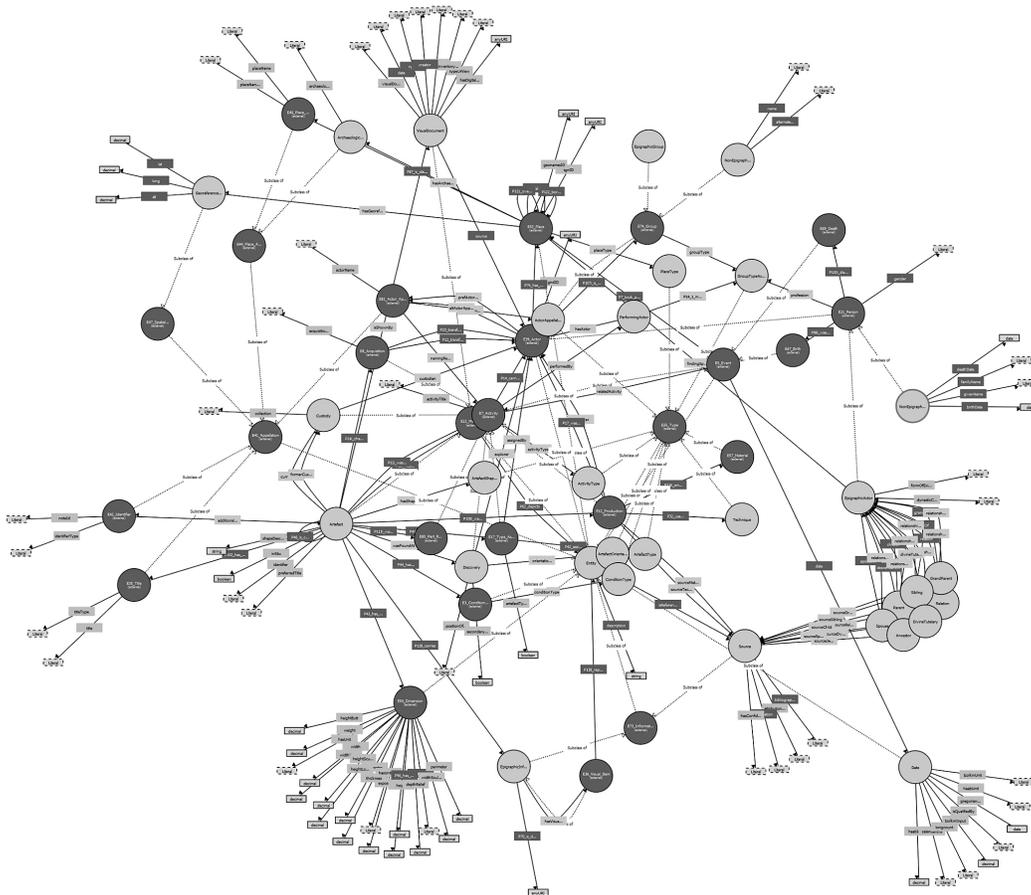


Figura 3.

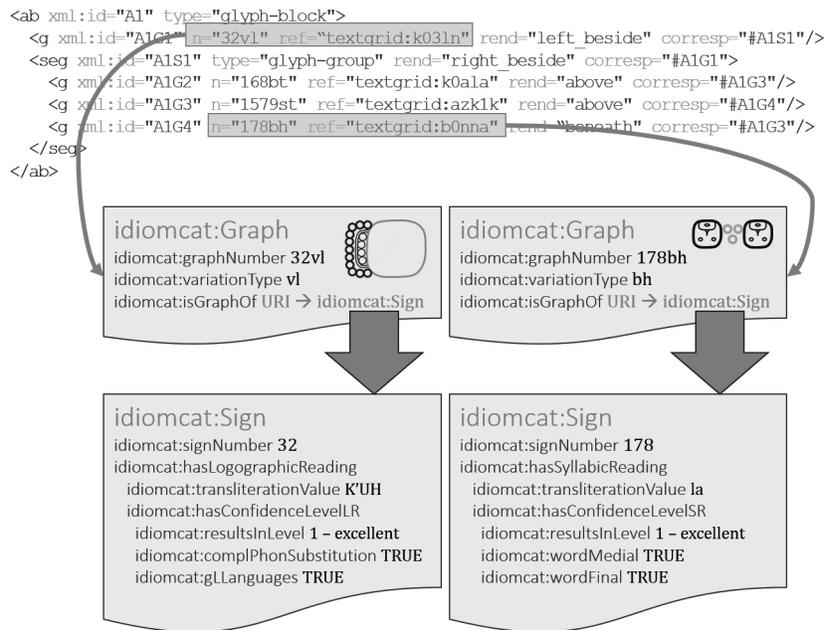


Figura 4. Código de ejemplo en XML (la codificación del glifo del emblema de Palenque) con los vínculos al catálogo digital de signos. Dibujos de C. Prager.

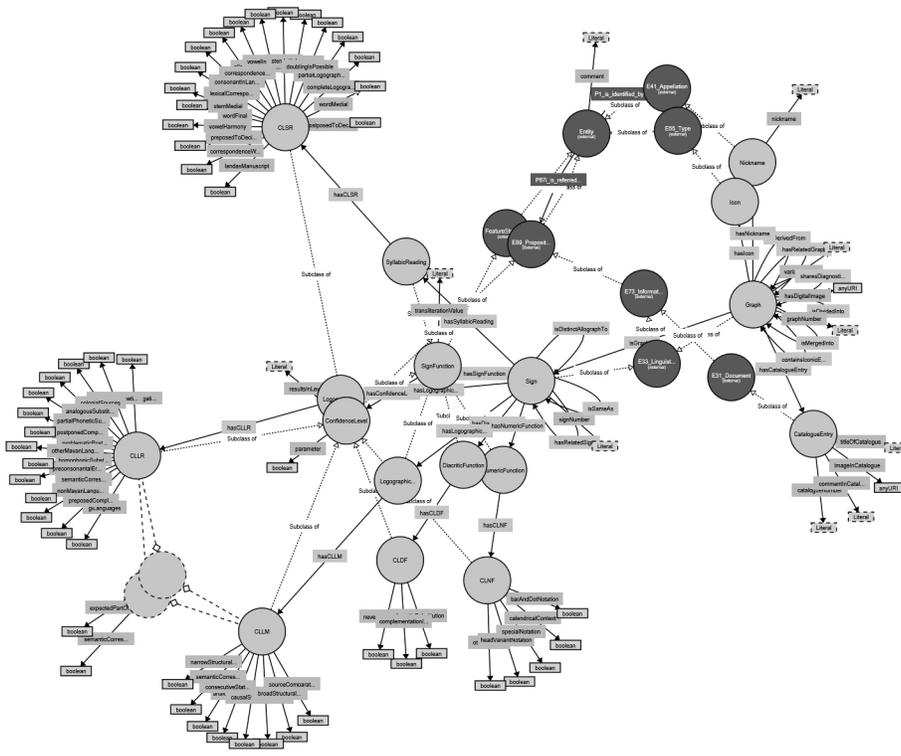


Figura 5.

Fonético				Semántico	
Seguro	Operativo	Parcial	Desconocido	Conocido	Desconocido
 i	 ch'u?	 Ca?	 CVC	 "liana, mangla"	
 ba	 p'a? t'a? ch'u? wu?	 CUK?	 CVC	 "fundar"	
 yo		 CVN?		 "juego de pelota"	
 AJAW	 CH'EN? PAN?	 CVN?		 "pirámide"	
 WAY	 PIT?				
 TUN ku	 CHAHUK?				
	 JUB? TEK? UK? CH'AY? EK'MEY? NAY? TZ'AY?				

Figura 8. Ejemplos de diferentes etapas de desciframiento y plausibilidades. Dibujos de M. Looper (Macri y Vail 2009).

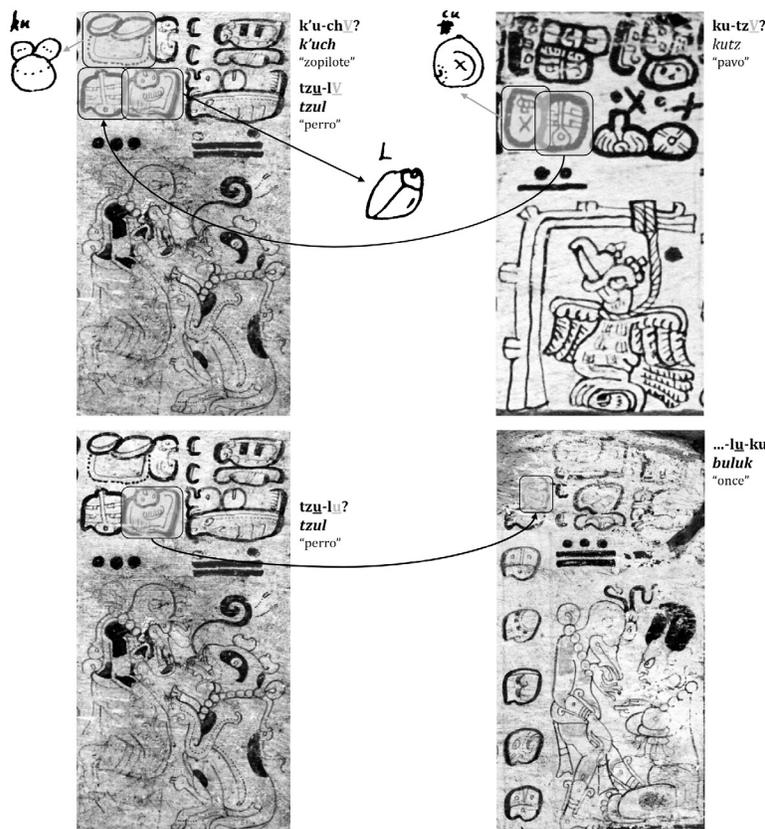


Figura 9. El proceso del desciframiento de los signos silábicos k'u, ku y lu. Ilustraciones del Códice de Dresde de la SLUB (<https://digital.slub-dresden.de/werkansicht/dlf/2967/1/>), del Códice de Madrid según Anders (1967), dibujos de los glifos de Landa (1959:106).

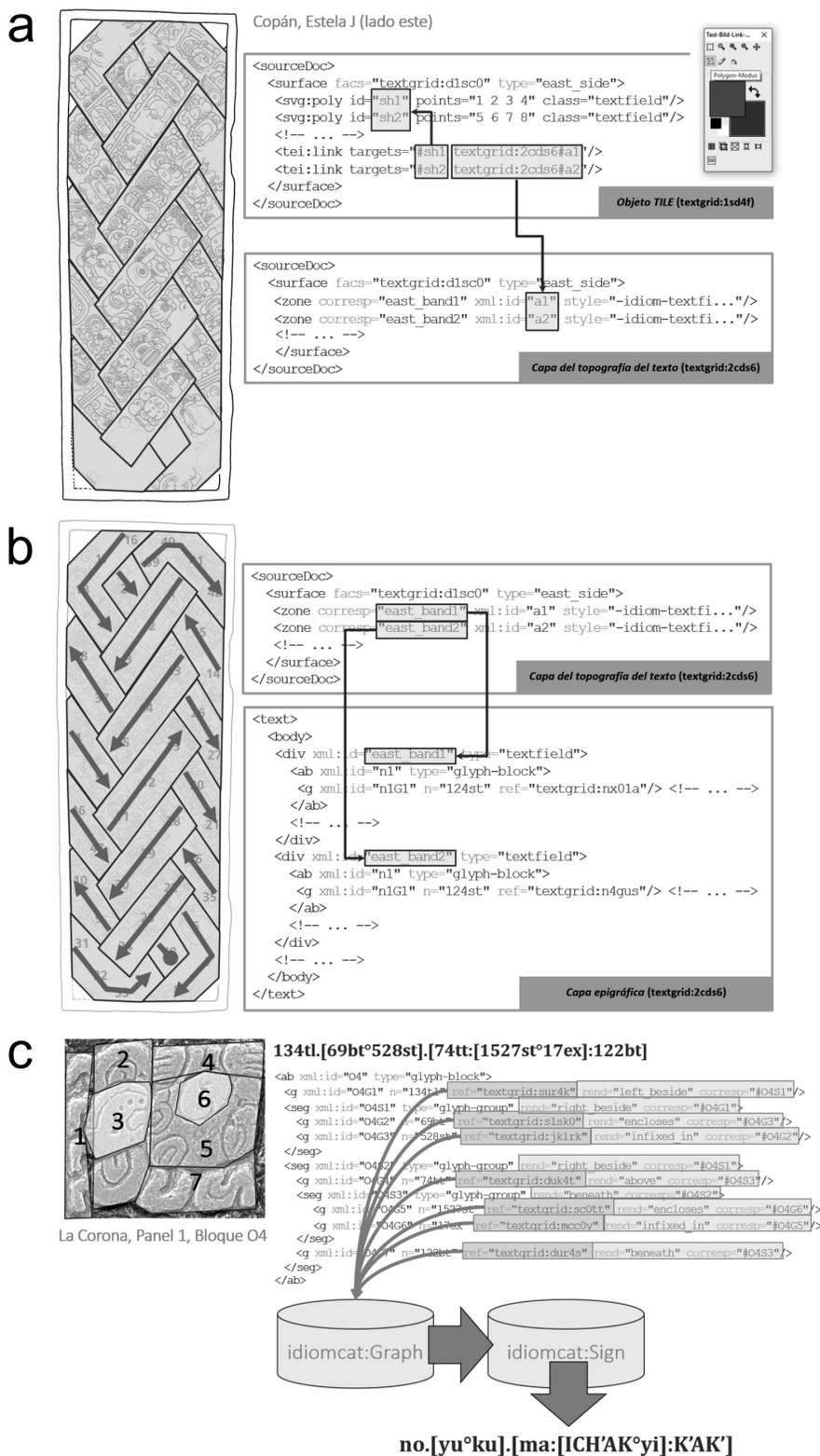


Figura 10. Niveles de información diferentes pero vinculados de un texto en el marcaje por separado: a) coordenadas de píxeles y topografía de texto, b) topografía y secuencia de lectura, c) marcaje de grafos y relaciones espaciales en el bloque. Dibujo de Copán Estela J de L. Schele (Schele y Mathews 1998:137), imagen de La Corona tras un escaneo en 3D del original (Prager et al. 2019:77).