

Resonance in the Skeleton

Consonantal convergence for shared meaning across Germanic and Italic — and the conditions under which code inversion does not surface

Alejandro Toledo Martínez

A methodological study within the endolinguistic programme. It does not redefine the discipline; it tests one sharp, falsifiable claim about the relation between the consonantal skeleton of a word and its meaning, under one specific set of conditions, and reports what surfaces.

Abstract

Words that mean the same thing across unrelated Indo-European lineages sometimes show mirror-image consonantal skeletons — English *earth* R · T beside Latin *terra* T · R. Is this *inversion* a structural fact of meaning, or a coincidence of a small combinatorial space? We reduce each word to a local code — its consonantal skeleton read from phonemic IPA and folded into natural place-classes (dental, labial, velar; liquids, nasals and sibilants kept apart) — and ask, strictly *within each meaning*, how pairs of words relate: same code (resonance), mirror code (inversion), or neither. At scale (66,111 meanings, 2.8M word-pairs from 35 Germanic and Italic lexicons) inversion is a residue (1.8% of binary pairs, 0.26% of ternary pairs) and, in this Germanic–Italic setting, a cognation-controlled permutation test (IE-COR, 170 meanings) finds it does not exceed chance ($z = -3.2$). The same test turns strongly positive for resonance, once borrowing is controlled: a naïve cognate-id filter leaves roughly half the raw effect as loanwords and cognate over-splits (near-identical forms), so we add a form-dissimilarity control. What survives is real — unrelated, form-distinct word-families sharing a meaning share their code $2.6\times$ (binary) to $5.75\times$ (ternary) more than chance ($z = +4.0$ and $+8.7$, $p \leq 0.002$), concentrated in ternary codes and robust across coding schemes. Under these conditions the consonantal skeleton is not an arbitrary vestment of meaning: for a shared sense, distinct lineages converge on a shared shape. We make no claim that inversion is absent in general; we report that, in this system and with this method, resonance surfaces and inversion does not.

Resumen

Palabras de un mismo significado en linajes indoeuropeos no emparentados exhiben a veces esqueletos consonánticos en espejo — *earth* R · T junto a *terra* T · R. ¿Es esta *inversión* un hecho estructural del sentido o una coincidencia de un espacio combinatorio pequeño? Reducimos cada palabra a un código-local (su esqueleto consonántico leído del IPA fonémico, plegado en clases naturales por lugar: dental, labial, velar; líquidas, nasales y sibilantes aparte) y preguntamos, dentro de cada significado, cómo se relacionan los pares de palabras: mismo código (resonancia), código en espejo (inversión) o ninguno. A escala (66.111 significados, 2,8 M de pares, 35 léxicos germánicos e itálicos) la inversión es un residuo (1,8% de los pares binarios, 0,26% de los ternarios) y, en este marco germánico–itálico, un test de permutación controlado por parentesco (IE-COR, 170 significados) no la encuentra por encima del azar ($z = -3,2$). El mismo test se vuelve fuertemente positivo para la resonancia, una vez controlado el préstamo: un filtro ingenuo por ID cognado deja como préstamos y sobre-divisiones

(formas casi idénticas) cerca de la mitad del efecto bruto, así que añadimos un control de disimilitud de forma. Lo que sobrevive es real —familias no emparentadas y de forma distinta de un mismo sentido comparten código $2,6\times$ (binario) a $5,75\times$ (ternario) más que el azar ($z = +4,0$ y $+8,7$, $p \leq 0,002$), concentrado en ternarios y robusto a los esquemas de codificación. Bajo estas condiciones el esqueleto consonántico no es un ropaje arbitrario del sentido: para un significado compartido, linajes distintos convergen a una forma compartida. No afirmamos que la inversión esté ausente en general; reportamos que, en este sistema y con este método, la resonancia se manifiesta y la inversión no.

Keywords / Palabras clave

consonantal skeleton, sound–meaning iconicity, code resonance, phonetic reduction, cognation control, permutation test, Germanic, Italic, endolinguistics.

1. The question — *Earth* and *Tierra*

English *earth* and Latin *terra* mean the same thing and share the same two consonantal classes — a rhotic and a dental — but in opposite order: $R \cdot T$ against $T \cdot R$. The pair is not even cognate (*earth* < PIE h_2er- , *terra* < *ters-*), which makes the mirror feel deliberate, as if the two lineages had solved the same meaning by reflecting one another. The endolinguistic programme predicts a non-arbitrary bond between form and sense, so the temptation is to read *earth/terra* as a specimen of a hidden law of code inversion.

This study asks whether that bond, in this Germanic–Italic material and under a phonetic reading of the word, takes the form of inversion or of something else. It is a narrow, falsifiable question. The honest answer, *for these conditions*, is that inversion does not surface while its opposite — resonance — does. That is a statement about this experiment, not a verdict on inversion everywhere: other systems, other reductions, other levels of the sign may well bring inversion forward, and §7 lays out exactly how to look.

Getting a clean answer required three commitments: a phonetic — not orthographic — reading of each word; a statistic that never leaves the meaning it is measuring; and control for the one confound that would otherwise manufacture the effect, shared ancestry.

2. Method

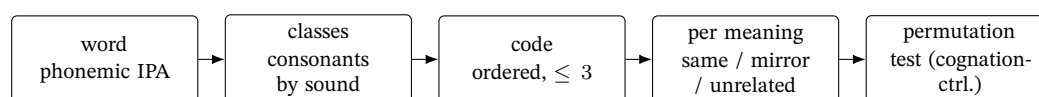


Figure 1: Pipeline: word → phonemic IPA → consonant classes → ordered code → within-meaning classification → cognation-controlled test. *Tubería*: *palabra* → *IPA fonémico* → *clases consonánticas* → *código ordenado* → *clasificación por significado* → *test controlado por parentesco*.

What a code is. A word’s *code* is a deliberately lossy reduction of its form — an ordered sequence of consonantal classes (equivalence classes over sounds), read from the word’s phonemic IPA (Wiktionary/Kaikki), never from spelling. It is a modelling instrument, not a claim about a natural kind. Spelling lies: written *earth* shows an *r* that non-rhotic pronunciation drops, French *dent* hides its *n* inside a nasal vowel, silent letters abound. Where a word offers several transcriptions we take the most conservative (the one preserving the most consonantal structure). Vowels are discarded; a nasalized

vowel restores its N; adjacent duplicates collapse; the skeleton is capped at three classes — binary or ternary codes, the arity the endolinguistic programme works in (a declared modelling choice, not a claim that longer skeletons carry no signal).

spelling / grafía	phonemic IPA	consonant classes kept	code
<i>earth</i> (en)	/ɜθ/	ɜ → R (r-coloured V), θ → T (dental)	R · T
<i>dent</i> (fr)	/dã/	d → D, ã → N (nasal vowel restores N)	D · N
<i>ceniza</i> (es)	/θe'niθa/	θ → T, n → N, θ → T (Castilian)	T · N · T

Figure 2: Reading the code from phonemic IPA, not spelling. Written *earth* shows an *r* and *ceniza* a *c/z* that would mislead; the transcription recovers the true skeleton — an r-coloured vowel counts as R, a nasal vowel restores N. *El código se lee del IPA, no de la escritura: la grafía de earth y ceniza engañaría; la transcripción recupera el esqueleto real.*

The primary coding, and a coarser variant. The primary (“strict”) coding keeps sounds in distinct by-sound classes — stops, fricatives, liquids, nasals and sibilants each their own; only the velars *k/g/q* are merged, the least controversial neutralization. All headline results are reported under it. For one part of the analysis — the inversion side, where German *Erde* R · D and Dutch *aarde* R · D should be allowed to join English *earth* R · T — and as a robustness check, we also test a coarser *place-fold* that neutralizes voicing and manner by place: dental θ, ð, t, d, labial p, b, f, v, w, velar k, g, h, q; rhotics, laterals, nasals and sibilants still distinct. This lets lineage-level sound shifts (Grimm’s Law) not fragment a shared shape. It is a declared variant, not the default; §4 reports the resonance under both codings and it is *strongest* under the strict one. Dialect choices are declared and consistent: Castilian Spanish (*ceniza* T · N · T), Classical Latin (*c* = *k*); /h/ is a weak onset, treated as optional (a word may carry both an h-full and an h-less skeleton).

The in-context statistic. We never compare a word to words of another meaning — that would compare *ash* to *blood* and dissolve the object of study. Instead, *within each meaning*, every pair of its words is classed as same code (resonance), mirror code (inversion) or unrelated, and the proportions are read directly off the table.

Cognation control. Same-code pairs are trivially produced by inheritance (*terra* = *tierra* = *terre*, all T · R). To isolate the non-trivial signal, the confirmatory test operates on IE-COR, where every form carries a cognate identity and a PIE root; the unit of analysis is the cognate set, and only pairs of *distinct* sets — genuinely unrelated word-families — are counted. Significance comes from a permutation null that reassigns each cognate set to a random meaning, preserving every set’s internal shape and the global distribution of codes while destroying only the link between form and meaning.

Borrowing control. A distinct cognate identity is not the same as independence, and this matters more than it first appears. IE-COR sometimes assigns *distinct* cognate ids to a single wandering word borrowed across branches (*round* / *rond* / *rund*; *river* / *rivière*) and occasionally over-splits a genuine cognate (identical *núvol* / *núvol*). Such pairs share a code because they are, at bottom, one word — inflating the count without being independent convergence. An audit of the ternary same-code non-cognate pairs found ≈53% of this kind, with near-identical surface forms. We therefore add a form-dissimilarity control: a pair of distinct cognate sets counts only if its representative words are surface-dissimilar (normalized edit-distance similarity below $\theta = 0.6$). This removes borrowings and coding artifacts — whose forms are near-identical — while keeping genuine convergences (*groß* / *grande*), and it is applied identically to the observed data and the null. All confirmatory figures below are reported under this control; uncontrolled (“naïve”) numbers are given only for comparison.

The two corpora. Two corpora carry two roles. The descriptive scale (§3) is 35 Kaikki lexicons — 17 Germanic, 18 Italic — restricted to words with a phonemic IPA transcription, giving 66,111 shared meanings and ≈2.8 million within-meaning word-pairs. The confirmatory corpus (§4) is IE-COR: 48 languages (23 Germanic, 25 Italic) across 170 Swadesh-style meanings, 7,272 attested forms carrying

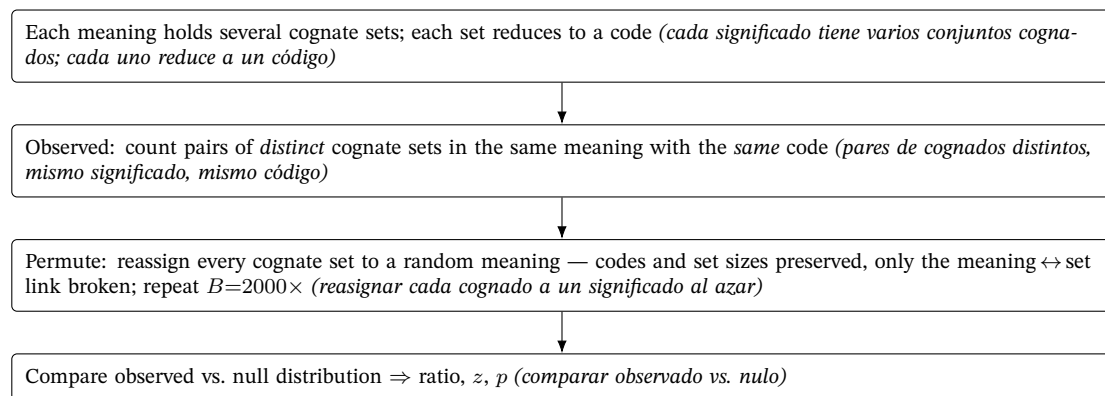


Figure 3: The cognation-controlled permutation null. Inheritance is held fixed (each cognate set keeps its internal shape); only the tie between meaning and word-family is randomized, so any surviving same-code excess cannot be inheritance. *El nulo de permutación controlado por parentesco: la herencia se mantiene fija; solo se aleatoriza el vínculo significado-familia.*

cognate identities and PIE roots. Of these forms, 89% receive a code — 37% computed from IPA, 52% from an orthographic fallback where no IPA is listed, and 11% dropped for reducing to fewer than two consonant classes. Full language lists are in the Appendix.

3. Result I — Inversion does not surface here

Across 66,111 meanings and roughly 2.8 million within-meaning word-pairs drawn from 35 Germanic and Italic lexicons, the shape of a meaning’s internal pairings is unambiguous:

within a meaning	same code (resonance)	mirror code (inversion)	unrelated
binary codes (350,400 pairs)	21.8 %	1.8 %	76.4 %
ternary codes (2,483,576 pairs)	13.3 %	0.26 %	86.5 %

Inversion is a thin residue, and — tellingly — it is *rarest* for ternary codes (0.26%), where a chance mirror is hardest to hit: reversing three ordered slots and landing exactly on another attested word is combinatorially far less likely than reversing two. A meaning-driven inversion would push the *opposite* way, enriching the specific ternary mirrors; here they are impoverished, consistent with chance. The cognation-controlled permutation test agrees: within-meaning non-cognate mirror pairs do not exceed the null (all arities $z = -3.2$; binaries $z = -3.5$; ternaries indistinguishable from chance, $z = -0.6$). This holds under the coding *most favourable* to inversion — the place-fold, which merges classes and so maximizes potential mirror matches — and equally under the strict coding, where not a single ternary mirror pair occurs ($z = -1.1$). It is under exactly that strict coding that resonance, in §4, is strongest.

Cases like *earth/terra*, *hard/duro*, *stone (sten / nocciolo)* are real but, in aggregate, do not rise above what the small combinatorial space produces on its own. The one systematic-looking family of mirrors, *tooth (dent D·N·T ↔ tand T·N·D)*, turns out to be a single cognate set whose reversal is Grimm’s Law flipping the voicing of a symmetric dental frame — an expected regularity, not an emergent reflection. None of this rules inversion out as a phenomenon; it says that in the Germanic–Italic pair, read phonetically and folded by place, inversion carries no signal above chance.

4. Result II — Resonance is real, concentrated in ternary codes

First, the scale of what cognation control removes. Across IE-COR, of all same-code pairs that co-occur in a meaning, 95% are cognate — plain inheritance (Proto-Germanic *grautaz* *behind* groot and groß; *Latin* grandis *behind* grand and grande*) — and only 5% are non-cognate. The resonance we are after lives entirely in that non-cognate residue; it is small, but, as the test shows, far from random.

The same permutation test that fails to find inversion turns strongly positive for it — once borrowing is controlled (§2). We report the strict coding (least assumption-laden: consonant classes by sound, only velars merged). Asking whether unrelated, form-distinct word-families that share a meaning share their code more than chance (IE-COR, cognation- and borrowing-controlled):

resonance (non-cognate, form-distinct), strict	observed	chance	ratio	z	p
binary codes	16	6.3	2.6×	+4.0	0.002
ternary codes	19	3.3	5.75×	+8.7	0.0005

Unrelated lineages converge on a ternary skeleton 5.75× more than chance, and the signal lives mainly in ternary codes — the binary effect is real but weaker (2.6×). This is the honest figure. Without the borrowing control the naïve numbers are 3.3× and 9.7×; but an audit found ≈53% of the same-code non-cognate pairs to be borrowings or IE-COR over-splits with near-identical forms (§2), so roughly half the naïve effect was contamination. What survives the control is smaller, cleaner, and still well above chance.

Robustness. The ternary effect is stable across the borrowing-control threshold (4.4× at $\theta = 0.5$, 5.75× at 0.6, 7.9× at 0.7; all $p \leq 0.0005$) and across permutation counts (z essentially unchanged for B up to 10,000). Restricting to forms coded from IPA alone — dropping the orthographic fallback the method warns against — confirms it (6.3×, $z = 5.1$) at reduced N. And it is not an artifact of class-merging: before the borrowing control it survived every coding from strict to coarsest (ternary 9.7× → 3.4×, all $z \geq 10$), diluting monotonically as classes merge — a real effect losing information, not one manufactured by folding.

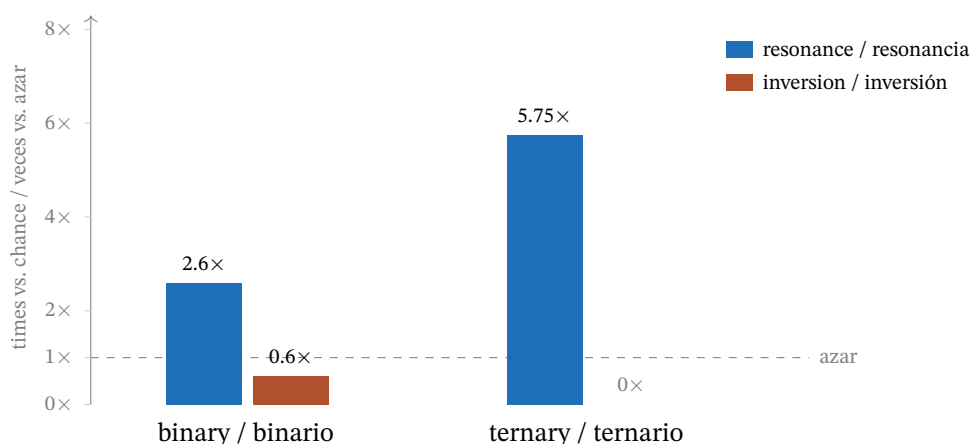


Figure 4: Within a shared meaning (strict coding; cognation-, borrowing- and form-controlled), unrelated word-families share the same code above chance (resonance), concentrated in ternary skeletons; mirror codes (inversion) stay at or below chance (0 ternary events). *Dentro de un mismo significado (codificación estricta; controlada por parentesco, préstamo y forma), las familias no emparentadas comparten código por encima del azar (resonancia), concentrada en esqueletos ternarios; los códigos en espejo (inversión) quedan en el azar o por debajo (0 eventos ternarios).*

A few of the ternary specimens, all non-cognate:

meaning	word A	word B	shared code	lineages
<i>big</i>	groot [Dutch]	grand [French]	K · R · T	Germanic ≠ Latin
<i>big</i>	groß [German]	grande [Portuguese]	K · R · S	Germanic ≠ Latin
<i>dirty</i>	sale [French]	salō [Old High German]	S · L	Latin ≠ Germanic

Groot and *grand* descend from no common word — one Germanic, one Latin — yet both realize “big” with the skeleton K–R–(T/S).

The convergence is a tendency, not a rule: most meanings show none. For *bad*, *bird* and *black* the unrelated families scatter — *malo* M · L, *schlecht* S · L · K, *bad* B · D; *ocell* S · L, *Vogel* F · K · L, *bird* B · D; *niger* N · K · R, *zwart* S · W · R, *black* B · L · K — three lineages, three skeletons apiece. The result is the statistically significant *excess* of convergence over this scatter, not its universality.

5. Reading — the skeleton carries the sense

The two results are one picture. In this material, meaning does not organize words by reflecting them (inversion) but by attracting them to a shared shape (resonance); and the attraction shows most clearly in the more specified, ternary skeletons. This is the endolinguistic thesis in a testable form: the consonantal skeleton is not an arbitrary garment thrown over a meaning but participates in it, so that unrelated histories arrive at convergent skeletons for convergent senses. The striking mirror that motivated the study, *earth/terra*, sits within the range of ordinary coincidence; the quieter fact underneath it — that *groot* and *grand* keep meeting on the same bones — is what carries the signal.

This sits beside, but is distinct from, the cross-linguistic sound–meaning biases of Blasi et al. (2016), who found individual segments statistically attached to individual meanings — nasals with ‘nose’, /i/ with ‘small’ — across thousands of languages. Our claim is one level up and largely orthogonal: not that a given class attaches to a given meaning, but that *unrelated lexicalizations of the same meaning converge on the same ordered skeleton*, a relation between whole word-shapes established under explicit cognation control that segment-level surveys rarely apply. Where Blasi et al. document iconic pressure on single sounds, we document convergence of consonantal skeletons; the two are compatible, and the skeleton effect may rest in part on the segmental biases they map. Against the broader iconicity literature (Wichmann et al. 2010; Dellert et al. 2020) our contribution is methodological as much as empirical — the cognation-controlled permutation that separates convergence from inheritance — and it inherits their central caveat, that areal diffusion and shared iconic pressure remain to be partialled out (§6).

That inversion did not surface here is itself informative, and provisional. Inversion may be a property of a different level of the sign, a different corpus, or a different reduction of the word; the present design was tuned to make resonance visible and cognate-clean, and it is under exactly that tuning that inversion fell silent. §7 turns this into a programme rather than a conclusion.

6. Limits, stated openly

The resonance signal, though it survives the controls, is not yet proof of iconicity. Ancient contact: Wanderwörter and early borrowings spread a shape across lineages that IE-COR labels as distinct cognate sets — the largest confound, and no longer merely declared. The audit was run: ≈53% of the naïve same-code non-cognate pairs were such loans or cognate over-splits, with near-identical forms, and the form-dissimilarity control (§2) removes them; the reported effect (ternary 5.75×) is what remains after that removal, roughly half the naïve figure. A residual concern is that the control is a heuristic — it may also drop a genuine convergence that happens to look alike, and it cannot catch

a borrowing that has since diverged in form. Sound symbolism and onomatopoeia: for some concepts, convergent skeletons may reflect shared iconic pressure — which would be *signal*, the phenomenon claimed, not noise, but must still be separated from arbitrary convergence. Power: the confirmatory test rests on 170 meanings — the ceiling of reliable cognation in IE-COR — and after the borrowing control the ternary result stands on ≈ 19 events; it is significant ($z = +8.7$) and stable across thresholds, but not large in absolute count, and replication on an independent cognate-annotated corpus is the natural next demand.

7. Falsifiability and the puzzle to come

The claim is falsifiable in a single, pre-registered move: add lineages. If resonance is a real property of meaning rather than an artifact of the Germanic–Italic pair, then extending the same cognation-controlled test to further branches of Indo-European — Slavic first, then Indo-Aryan — should reveal shared skeletons in *new* codes and new meanings, and may also bring inversion and permutation forward in places where the two-branch design left them silent, each branch a further piece of one figure. IE-COR already carries 170 meanings across 160 languages spanning every Indo-European branch, so the test can be run branch by branch with no new data. Two outcomes are decisive: if the non-cognate resonance ratio holds or grows as branches are added, the shape–meaning bond is a property of the family and not of one corner of it; if it collapses toward chance, the Germanic–Italic result was local and the thesis is bounded. Either way the picture completes — or fails to — like a puzzle whose figure only appears once enough pieces are laid.

Versión en español

El esqueleto que resuena — convergencia consonántica por significado, y las condiciones en que la inversión de código no se manifiesta

1. La pregunta — *Earth* y *Tierra*

El inglés *earth* y el latín *terra* significan lo mismo y comparten las dos mismas clases consonánticas —una rótica y una dental— pero en orden opuesto: R·T frente a T·R. El par ni siquiera es cognado (*earth* < PIE *h₂er-*, *terra* < *ters-*), lo que hace que el espejo parezca deliberado, como si los dos linajes hubieran resuelto el mismo significado reflejándose. El programa endolingüístico predice un vínculo no arbitrario entre forma y sentido, y la tentación es leer *earth/terra* como espécimen de una ley oculta de inversión de código.

Este estudio pregunta si ese vínculo, en este material germánico-italico y bajo una lectura fonética de la palabra, toma la forma de inversión o de otra cosa. Es una pregunta estrecha y falsable. La respuesta honesta, *para estas condiciones*, es que la inversión no se manifiesta mientras su opuesto —la resonancia— sí. Es una afirmación sobre este experimento, no un veredicto sobre la inversión en todas partes: otros sistemas, otras reducciones, otros niveles del signo bien podrían traer la inversión al frente, y el §7 dice exactamente cómo buscarla.

Una respuesta limpia exigió tres compromisos: una lectura fonética —no ortográfica— de cada palabra; una estadística que nunca sale del significado que mide; y el control del único factor de confusión que si no fabricaría el efecto, el parentesco.

2. Método

Qué es un código. El *código* de una palabra es una reducción deliberadamente con pérdida de su forma —una secuencia ordenada de clases consonánticas (clases de equivalencia sobre sonidos)— leída del IPA fonémico (Wiktionary/Kaikki), nunca de la escritura. Es un instrumento de modelado, no la afirmación de un tipo natural. La escritura miente: *earth* muestra una *r* que la pronunciación no-rótica pierde, el francés *dent* esconde su *n* en una vocal nasal, sobran letras mudas. Ante varias transcripciones tomamos la más conservadora (la que conserva más estructura consonántica). Las vocales se descartan; una vocal nasal restituye su N; los duplicados adyacentes se colapsan; el esqueleto se recorta a tres clases —códigos binarios o ternarios, la aridez con que trabaja el programa endolingüístico (decisión de modelado declarada, no la afirmación de que esqueletos más largos no lleven señal).

La codificación principal, y una variante más gruesa. La codificación principal (“estricta”) mantiene los sonidos en clases distintas por sonido —oclusivas, fricativas, líquidas, nasales y sibilantes cada una la suya; solo se funden las velares *k/g/q*, la neutralización menos controvertida. Todos los resultados principales se reportan bajo ella. Para una parte del análisis —el lado de la inversión, donde el alemán *Erde* R·D y el neerlandés *aarde* R·D deben poder unirse al inglés *earth* R·T— y como prueba de robustez, probamos además un *pliegue por lugar* más grueso que neutraliza sonoridad y modo por lugar: dental *θ,ð,t,d*, labial *p,b,f,v,w*, velar *k,g,h,q*; róticas, laterales, nasales y sibilantes siguen distintas. Así los cambios de sonido a nivel de linaje (ley de Grimm) no fragmentan una forma compartida. Es una variante declarada, no la opción por defecto; el §4 reporta la resonancia bajo ambas y es *más fuerte* con la estricta. Decisiones de dialecto declaradas y consistentes: castellano (*ceniza* T·N·T), latín clásico (*c* = *k*); la /h/ es un onset débil, tratado como opcional (una palabra puede llevar esqueleto con y sin h).

La estadística en contexto. Nunca comparamos una palabra con palabras de otro significado —eso compararía *ceniza* con *sangre* y disolvería el objeto de estudio—. En cambio, *dentro de cada significado*, cada par de sus palabras se clasifica como mismo código (resonancia), código en espejo (inversión) o sin relación, y las proporciones se leen directamente de la tabla.

Control de cognación. Los pares de mismo código los produce trivialmente la herencia (*terra* = *tierra* = *terre*, todas T·R). Para aislar la señal no trivial, el test confirmatorio opera sobre IE-COR, donde cada forma lleva identidad cognada y raíz PIE; la unidad de análisis es el conjunto cognado, y solo se cuentan pares de conjuntos *distintos* —familias de palabras genuinamente no emparentadas—. La significancia viene de un nulo de permutación que reasigna cada conjunto cognado a un significado al azar, preservando la forma interna de cada conjunto y la distribución global de códigos, y rompiendo solo el vínculo entre forma y significado.

Control de préstamo. Una identidad cognada distinta no es lo mismo que independencia, y esto pesa más de lo que parece. IE-COR a veces asigna IDs cognados *distintos* a una sola palabra viajera prestada entre ramas (*round* / *rond* / *rund*; *river* / *rivière*) y a veces sobre-divide un cognado genuino (*núvol* / *núvol* idénticos). Esos pares comparten código porque son, en el fondo, una sola palabra —inflando el conteo sin ser convergencia independiente. Una auditoría de los pares ternarios de mismo-código no-cognados encontró $\approx 53\%$ de este tipo, con formas superficiales casi idénticas. Añadimos entonces un control de disimilitud de forma: un par de conjuntos cognados distintos solo cuenta si sus palabras representativas son superficialmente distintas (similitud de edición $< \theta = 0,6$). Esto quita préstamos y artefactos de codificación —de formas casi iguales— manteniendo las convergencias genuinas (*groß* / *grande*), y se aplica igual al observado y al nulo. Todas las cifras confirmatorias de abajo son bajo este control; las cifras sin control (“ingenuas”) se dan solo para comparar.

Los dos corpus. Dos corpus con dos papeles. La escala descriptiva (§3) son 35 léxicos Kaikki —17 germánicos, 18 itálicos—, restringidos a palabras con transcripción IPA fonémica, dando 66.111 significados y $\approx 2,8$ millones de pares de palabras del mismo significado. El corpus confirmatorio (§4) es IE-COR: 48 lenguas (23 germánicas, 25 itálicas) sobre 170 significados tipo Swadesh, 7.272 formas atestiguadas con identidad cognada y raíz PIE. De ellas, el 89% recibe código —37% calculado del IPA, 52% de un respaldo ortográfico cuando no hay IPA, y 11% descartadas por reducirse a menos de dos clases consonánticas. Las listas completas de lenguas están en el Apéndice.

3. Resultado I — La inversión no se manifiesta aquí

Sobre 66.111 significados y unos 2,8 millones de pares de palabras del mismo significado, de 35 léxicos germánicos e itálicos, la forma de los emparejamientos internos de un significado es inequívoca:

dentro de un significado	mismo código (resonancia)	espejo (inversión)	sin relación
códigos binarios (350.400 pares)	21,8 %	1,8 %	76,4 %
códigos ternarios (2.483.576 pares)	13,3 %	0,26 %	86,5 %

La inversión es un residuo fino y —revelador— es *más rara* en los códigos ternarios (0,26%), donde un espejo por azar es más difícil de acertar: dar la vuelta a tres casillas ordenadas y caer exacto en otra palabra atestiguada es combinatoriamente mucho menos probable que con dos. Una inversión guiada por el significado empujaría al *revés*, enriqueciendo los espejos ternarios específicos; aquí están empobrecidos, como corresponde al azar. El test de permutación controlado por parentesco concuerda: los pares en espejo no-cognados dentro del significado no superan el nulo (todas las aridades $z = -3,2$; binarias $z = -3,5$; ternarias indistinguibles del azar, $z = -0,6$). Esto vale bajo la codificación *más favorable* a la inversión —el pliegue por lugar, que funde clases y así maximiza los espejos posibles— e igualmente bajo la estricta, donde no ocurre ni un solo par en espejo ternario ($z = -1,1$). Es bajo esa misma codificación estricta que la resonancia, en §4, es la más fuerte.

Casos como *earth/terra*, *hard/duro*, *stone (sten / nocciolo)* son reales pero, en conjunto, no se elevan sobre lo que el pequeño espacio combinatorio produce por sí solo. La única familia de espejos con apariencia sistemática, *tooth (dent D · N · T ↔ tand T · N · D)*, resulta ser un solo conjunto cognado cuya inversión es la ley de Grimm volteando la sonoridad de un marco dental simétrico —una regularidad esperada, no una reflexión emergente—. Nada de esto descarta la inversión como fenómeno; dice que en el par germánico-italico, leído fonéticamente y plegado por lugar, la inversión no lleva señal por encima del azar.

4. Resultado II — La resonancia es real, concentrada en ternarios

Primero, la magnitud de lo que el control de cognación retira. En IE-COR, de todos los pares de mismo-código que conviven en un significado, 95% son cognados —pura herencia (Proto-germánico *grautaz* detrás de *groot* y *groß*; latín *grandis* detrás de *grand* y *grande**)— y solo 5% son no-cognados. La resonancia que buscamos vive enteramente en ese residuo no-cognado; es pequeño, pero, como muestra el test, lejos de ser azaroso.

El mismo test de permutación que no encuentra la inversión se vuelve fuertemente positivo para ella —una vez controlado el préstamo (§2). Reportamos la codificación estricta (la de menos supuestos: clases por sonido, solo velares fundidas). Preguntando si familias de palabras no emparentadas y de forma distinta que comparten un significado comparten su código más que el azar (IE-COR, controlado por parentesco y por préstamo):

resonancia (no-cognada, forma distinta), estricta	observado	azar	ratio	z	p
códigos binarios	16	6,3	2,6×	+4,0	0,002
códigos ternarios	19	3,3	5,75×	+8,7	0,0005

Linajes no emparentados convergen a un esqueleto ternario 5,75× más que el azar, y la señal vive sobre todo en los ternarios —el efecto binario es real pero más débil (2,6×). Esta es la cifra honesta. Sin el control de préstamo los números ingenuos son 3,3× y 9,7×; pero una auditoría halló que ≈53% de los pares de mismo-código no-cognados eran préstamos o sobre-divisiones de IE-COR con formas casi idénticas (§2), así que cerca de la mitad del efecto ingenuo era contaminación. Lo que sobrevive al control es más pequeño, más limpio, y sigue muy por encima del azar.

Robustez. El efecto ternario es estable ante el umbral del control (4,4× en $\theta = 0,5$; 5,75× en 0,6; 7,9× en 0,7; todos $p \leq 0,0005$) y ante el número de permutaciones (z prácticamente igual hasta $B = 10.000$). Restringir a las formas con código del IPA solo —descartando el respaldo ortográfico que el método critica— lo confirma (6,3×, $z = 5,1$) con N reducido. Y no es un artefacto de fusión de clases: antes del control de préstamo sobrevivía a toda codificación de estricta a la más gruesa (ternaria 9,7× → 3,4×, todos $z \geq 10$), diluyéndose de forma monótona al fundir —un efecto real que pierde información, no uno fabricado por el pliegue. Algunos especímenes ternarios, todos no-cognados:

significado	palabra A	palabra B	código compartido	linajes
<i>big</i>	<i>groot</i> [Neerl.]	<i>grand</i> [Francés]	K · R · T	germánico ≠ latín
<i>big</i>	<i>groß</i> [Alemán]	<i>grande</i> [Portugués]	K · R · S	germánico ≠ latín
<i>dirty</i>	<i>sale</i> [Francés]	<i>saló</i> [Alto alemán ant.]	S · L	latín ≠ germánico

Groot y *grand* no descienden de una palabra común —uno germánico, otro latino— y sin embargo ambos realizan "grande" con el esqueleto K–R–(T/S).

La convergencia es una tendencia, no una regla: la mayoría de los significados no la muestran. Para *bad*, *bird* y *black* las familias no emparentadas se dispersan —*malo* M · L, *schlecht* S · L · K, *bad* B · D;

ocell S·L, *Vogel* F·K·L, *bird* B·D; *niger* N·K·R, *zwart* S·W·R, *black* B·L·K— tres linajes, tres esqueletos distintos cada uno. El resultado es el exceso estadísticamente significativo de convergencia sobre esta dispersión, no su universalidad.

5. Lectura — el esqueleto lleva el sentido

Los dos resultados son una sola imagen. En este material, el significado no organiza las palabras reflejándolas (inversión) sino atrayéndolas a una forma compartida (resonancia); y la atracción se ve más claramente en los esqueletos más específicos, los ternarios. Esta es la tesis endolingüística en forma verificable: el esqueleto consonántico no es un ropaje arbitrario echado sobre un significado, sino que participa de él, de modo que historias no emparentadas llegan a esqueletos convergentes para sentidos convergentes. El espejo llamativo que motivó el estudio, *earth/terra*, cae dentro del rango de la coincidencia ordinaria; el hecho más callado que hay debajo —que *groot* y *grand* sigan encontrándose en los mismos huesos— es lo que lleva la señal.

Esto convive con, pero es distinto de, los sesgos sonido-significado de Blasi et al. (2016), que hallaron segmentos individuales estadísticamente ligados a significados individuales —nasales con 'nariz', /i/ con 'pequeño'— en miles de lenguas. Nuestra afirmación es un nivel más arriba y en buena medida ortogonal: no que una clase dada se ligue a un significado dado, sino que *lexicalizaciones no emparentadas de un mismo significado convergen al mismo esqueleto ordenado*, una relación entre formas completas establecida bajo un control de cognación explícito que los estudios a nivel de segmento rara vez aplican. Donde Blasi et al. documentan presión icónica sobre sonidos aislados, nosotros documentamos convergencia de esqueletos consonánticos; ambas cosas son compatibles, y el efecto de esqueleto puede apoyarse en parte en los sesgos segmentales que ellos cartografían. Frente a la literatura de iconicidad (Wichmann et al. 2010; Dellert et al. 2020) nuestro aporte es tanto metodológico como empírico —la permutación controlada por parentesco que separa convergencia de herencia— y hereda su cautela central: la difusión areal y la presión icónica compartida quedan por descontar (§6).

Que la inversión no se manifestara aquí es en sí informativo, y provisional. La inversión puede ser una propiedad de otro nivel del signo, otro corpus u otra reducción de la palabra; el diseño presente se afinó para hacer visible y limpia de cognados la resonancia, y es bajo exactamente ese afinamiento que la inversión quedó en silencio. El §7 convierte esto en un programa, no en una conclusión.

6. Límites, dichos abiertamente

La señal de resonancia, aunque sobrevive a los controles, no es aún prueba de iconicidad. Contacto antiguo: los Wanderwörter y los préstamos tempranos difunden una forma entre linajes que IE-COR etiqueta como conjuntos cognados distintos —el mayor factor de confusión, y ya no solo declarado. La auditoría se hizo: $\approx 53\%$ de los pares ingenuos de mismo-código no-cognados eran préstamos o sobredivisiones, con formas casi idénticas, y el control de disimilitud de forma (§2) los quita; el efecto reportado (ternario 5,75 $\times$) es lo que queda tras esa limpieza, cerca de la mitad de la cifra ingenua. Una preocupación residual es que el control es heurístico —puede tirar también una convergencia genuina que por azar se parezca, y no atrapa un préstamo que ya divergió en forma. Simbolismo fónico y onomatopeya: en ciertos conceptos, los esqueletos convergentes pueden reflejar presión icónica compartida —que sería *señal*, no ruido, pero hay que separarla de la convergencia arbitraria. Potencia: el test confirmatorio se apoya en 170 significados —el techo de cognación fiable en IE-COR— y tras el control de préstamo el resultado ternario descansa en ≈ 19 eventos; es significativo ($z = +8,7$) y estable ante los umbrales, pero no grande en conteo absoluto, y la réplica en un corpus independiente anotado por cognación es la siguiente exigencia natural.

7. Falsabilidad y el rompecabezas por venir

La afirmación es falsable en un solo movimiento pre-registrado: añadir linajes. Si la resonancia es una propiedad real del significado y no un artefacto del par germánico-italico, entonces extender el mismo test controlado por parentesco a más ramas del indoeuropeo —primero el eslavo, luego el indoario— debería revelar esqueletos compartidos en códigos *nuevos* y significados nuevos, y podría además traer al frente la inversión y la permutación allí donde el diseño de dos ramas las dejó en silencio, cada rama una pieza más de una misma figura. IE-COR ya lleva 170 significados en 160 lenguas de todas las ramas indoeuropeas, así que el test puede correrse rama por rama sin datos nuevos. Dos desenlaces son decisivos: si el ratio de resonancia no-cognada se mantiene o crece al añadir ramas, el vínculo forma-significado es una propiedad de la familia y no de un rincón de ella; si colapsa hacia el azar, el resultado germánico-italico era local y la tesis está acotada. En cualquier caso la imagen se completa —o no— como un rompecabezas cuya figura solo aparece cuando se colocan suficientes piezas.

Appendix — reproducibility / reproducibilidad

Codes are computed by `src/ipacode.py` (IPA → folded skeleton) with orthographic fallback in `src/localcode.py`; the in-context scale statistic by `src/scale_inversion.py` (36 Kaikki lexicons); the cognation-controlled tests by `src/build_inversion_study.py` (inversion) and `src/resonance_test.py` (resonance), both over IE-COR joined to `form_pie` for cognate identity and PIE root. All permutation tests use $B = 2000$ and a fixed seed (results are stable for B up to 10,000). Dialect settings: Castilian Spanish, Classical Latin. Data and per-word codes persist in `data/transformations.db` (tables `inv_form`, `inversion`, `scale_inv_ex`); the folding-robustness comparison is `src/robustness_fold.py`, and the borrowing (form-dissimilarity) control is `src/resonance_clean.py`.

Languages / Lenguas. *Confirmatory* — IE-COR (48). Germanic (23): Danish, Dutch, Elfdalian, English, Faroese, Flemish, Frisian, German, German (Bernese), Gothic, Icelandic, Luxembourgish, Middle Dutch, Middle High German, Norwegian (Bokmål), Norwegian (Nynorsk), Old English, Old Frisian, Old High German, Old Icelandic, Old Saxon, Old Swedish, Swedish. Italic (25): Anglo-Norman, Catalan, Dalmatian (Vegliote), Franco-Provençal, French, Friulian, Italian, Ladin, Latin, Megleno-Romanian, Milanese, Neapolitan, Old Catalan, Old French, Old Occitan, Old Spanish, Os-can, Portuguese, Portuguese (Brazilian), Romanian, Sardinian (Logudoro), Sardinian (Nuoro), Spanish, Umbrian, Walloon. *Descriptive scale* — Kaikki (35). Germanic (17): Danish, Dutch, English, Faroese, German, Gothic, Icelandic, Low German, Luxembourgish, Norwegian Nynorsk, Old English, Old High German, Old Norse, Scots, Swedish, West Frisian, Yiddish. Italic (18): Aromanian, Catalan, French, Friulian, Galician, Italian, Ladin, Latin, Neapolitan, Occitan, Old French, Old Spanish, Portuguese, Romanian, Sardinian, Sicilian, Spanish, Walloon.

References

- Blasi, D. E., Wichmann, S., Hammarström, H., Stadler, P. F., & Christiansen, M. H. (2016). Sound-meaning association biases evidenced across thousands of languages. *PNAS*, 113(39), 10818–10823.
- Dellert, J., et al. (2020). NorthEuraLex: a wide-coverage lexical database of Northern Eurasia. *Language Resources and Evaluation*, 54, 273–301.
- Heggarty, P., et al. (2023). Language trees with sampled ancestors support a hybrid model for the origin of Indo-European languages (IE-CoR). *Science*, 381(6656).
- List, J.-M., et al. (2022). Lexibank, a public repository of standardized wordlists. *Scientific Data*, 9, 316.
- Wichmann, S., Holman, E. W., & Brown, C. H. (2010). Sound symbolism in basic vocabulary. *Entropy*, 12(4), 844–858.