

# SEM

SCIENTIA EX MACHINA

La Torre de Babel







Mrs. Naphta  
DIRECTORA

# Escola Aufklärung



Classe de 1er curs 2084/85



Mrs. Bach  
TUTORA

01110011 01101111  
01100011 00100000  
01101100 01100001  
00100000 01101101  
01101001 01101100  
01101100 01101111  
01110010

01110011 01100011 01101001 01100101  
01101110 01101000 01101001 01100001  
00100000 01100101 01111000 00100000  
01101101 01100001 01100011 01101000  
01101001 01101110 01100001



Matthew  
BOHR



Min Bai  
LEE



Alexandra  
NZOUZI



Daniel  
BOHÍ



Ja  
MO



er  
NO



Saïda  
MEIR



## AUFKLÄRUNG, ESCOLA DE JOVES GENIS

Situada a Davos, al cor dels Alps Suïssos, l'escola Aufklärung és una de les institucions educatives més prestigioses del món. Cada any, onze joves d'entre dotze i quinze anys són admesos en aquesta institució per passar a formar part de la llarga llista de líders científics que l'escola ha produït des de la seva creació l'any 1776. L'escola va ser fundada per membres originals de la societat dels Illuminati. Aquesta societat secreta volia canviar el món per mitjà del coneixement i la Il·lustració, i va considerar que una escola de genis científics seria una

eina clau en la prossecució dels seus objectius. L'escola ocupa un antic edifici que es troba en una vall a més de 2.000 metres d'altitud que Thomas Mann va usar com a famosa novel·la *La muntanya màgica*. Entrar a formar part d'aquesta escola s'ha convertit en objectiu de pares i fins i tot governs de tot el món. Milers de sol·licituds es reben anualment, però el nombre de candidats acceptats està per sota de l'1%. Totes les disciplines del coneixement, tant científic com humanístic, tenen cabuda a l'escola, i cada

estudiant rep una formació competitiva i estrictament individualitzada per part de professors de talla mundial als que es paguen fortunes per treballar-hi. L'actual directora de la institució, la Sra. Cordelia Naphta, ens explica que esdevenir un Illuminat, com es coneix sovint als pupils d'Aufklärung, és extremadament dur, atesa la disciplina de caire militar que els deixebles de l'escola han d'observar en els seus estudis. "La pressió per als nostres estudiants és molt forta", diu la Sra. Naphta, "i molts d'ells no la resisteixen i ens abandonen. És trist, és clar, però Aufklärung no pot abaixar els llistons d'exigència que van instaurar els fundadors de l'escola al segle XVIII". Canviar el món no és fàcil, però els Illuminati, els que se'n surten dels sis anys de formació intensiva, estan preparats per a això i més. En cap moment se'ns va permetre parlar amb els estudiants, però mirant la llarga llista d'antics alumnes gravada al vestibul de l'imponent edifici, t'adones de seguida que et trobes en un lloc on ja fa segles que s'escriu la història.

donen. És trist, és clar, però Aufklärung no pot abaixar els llistons d'exigència que van instaurar els fundadors de l'escola al segle XVIII". Canviar el món no és fàcil, però els Illuminati, els que se'n surten dels sis anys de formació intensiva, estan preparats per a això i més. En cap moment se'ns va permetre parlar amb els estudiants, però mirant la llarga llista d'antics alumnes gravada al vestibul de l'imponent edifici, t'adones de seguida que et trobes en un lloc on ja fa segles que s'escriu la història.

THOMAS HEIGL, Davos





Holy Island, Northumberland



February 13, 2060

NEW YORK, NY.

by Peter Carruthers

## SINGULARITY GENIUS DISAPPEARS

Prof. Céline Dawn, 29, a genius researcher on computer science and chaos theory at New York University, vanished last year from her residence in Greenwich Village and has been missing ever since. Ms. Dawn was universally considered to be the scientist who came closest to unveil the full capabilities of quantum computing. Yesterday US government officials expressed concerns that Ms. Dawn might now be working for some foreign country that could be taking advantage of her groundbreaking research to create a new paradigm of quantum computer leading to the singularity and allowing them military powers beyond all measure. The concept of singularity can be applied in domains like mathematics (infinite), gravitation (black holes), or complex systems (phase transitions), but it is of particular importance in computer Technology. In that area, the concept is often known as THE Singularity, and it's defined as the moment when Artificial Intelligence will advance to the point of great-

er-than-human technology; machines will reach consciousness and gain powers that would far exceed those of ordinary humans. Prof. David Chalmers, a colleague of Ms. Dawn at NYU, and one of the few people who knew her personally, comments that Ms. Dawn saw the Singularity as an imminent development. "The singularity", says Mr. Chalmers, "would drastically turn humanity into a brand new, much advanced species guided by rationality and hence, morality. Céline's work focused precisely on that." Department of Defense sources stated recently that special operation teams were recently set up to track and locate Ms. Dawn across the world. These teams' efforts have however been unsuccessful so far, according to the very same sources. To those who knew her, Ms. Dawn appeared as the most paradigmatic representation of genius: a lone wolf with a strong will to become a singularity herself. For Prof. Chalmers, Ms. Dawn seemed to have some kind of nearly pathological rejection of relationships. "We sometimes spoke about it", he comments, with a note of bitterness, "and she saw all relationships, including maternity, as social burdens that she never wanted for herself. It's a real shame that she disappeared so mysteriously."



ESTADIS DE LA REVERCA

CURIOSITAT

▼  
PREGUNTA

▼  
DADES PRÈVIES

▼  
MIRAR EL MÓN, EXPERIMENTAR

▼  
HIPÒTESIS EXPLICATIVES

▼  
FALSEJAMENT

▼  
CONEIXEMENT





## La col·lecció

proposa una manera amena d'apropar la recerca contemporània a les escoles mitjançant projectes didàctics que giren al voltant d'una sèrie en còmic. Els temes científics de la sèrie s'agrupen en unitats de contingut basades en ciències concretes.

Per a la primera sèrie de la col·lecció hem escollit l'estudi del llenguatge des dels punts de vista de matèries com la comunicació animal, l'evolució humana, la neurociència, la intel·ligència artificial i la lingüística.



Fundació Catalana per a la Recerca i la Innovació

Idea, documentació i guió: Txuss Martín i Rafael Marín

Il·lustracions: Xevídom

Activitats i assessoria pedagògica: Marina Casadellà

Correcció: Natàlia Cerezo

Disseny de la col·lecció i maquetació: unomásuno ([www.unomasuno.net](http://www.unomasuno.net))

Edició: Go Books! Editorial ([www.gobookseditorial.com](http://www.gobookseditorial.com))

Direcció d'il·lustració: Arkham Studio

**sem**

SCIENTIA EX MACHINA

La Torre de Babel

### En els llibres anteriors

La professora Bach fa classes a Aufklärung, una escola d'elit per a joves genis científics, i ha inventat una màquina de realitat avançada (Scientia ex Machina, o SeM). La SeM permet viatjar virtualment en el temps i l'espai, però la professora la vol mantenir en secret perquè tem que algú malintencionat en pugui fer un mal ús. Les coses es torcen, però, quan alguns dels seus alumnes descobreixen la màquina i aprenen a fer-la servir. En capítols anteriors, els estudiants, sota la tutela de la professora entren a la màquina per mirar d'entendre millor preguntes científiques relacionades amb el llenguatge, com ara la diferència entre comunicació animal i llenguatge humana, l'aparició del primer parlant humà, o el desenvolupament del cervell quan els nens aprenen llenguatge. Però les pors de la professora Bach malauradament esdevenen reals, i algú molt poderós, que fa temps que la busca, ha localitzat la màquina i la professora i es dirigeix cap a l'escola per detenir-la.

SI EL LLENGUATGE HUMÀ  
NOMÉS ÉS POSSIBLE AMB  
UNA BIOLOGIA COM LA HUMANA,  
MAI ACONSEGUIRÉ ARRIBAR  
A LA SINGULARITAT.



LA SEM MAI  
PARLARÀ!!



TOTS ELS MEUS  
ESFORÇOS S'HAURAN  
PERDUT!!



NO ET POTS  
RENDIR TAN FÀCILMENT,  
CÉLINE! PENSA-HI!  
QUÈ ÉS EL  
LLENGUATGE?



QUINES  
SÓN LES SEVES  
CARACTERÍSTIQUES?  
COM HA ARRIBAT A  
SER EL QUE ÉS?



LA SEM ENS AJUDARÀ  
A ENTENDRE-HO.  
AQUEST COP HI ENTRARÉ AMB  
ELL'S JO MATEIXA.  
ENS EN SORTIREM.







ARRIBAREM  
A DAVOS EN DUES  
HORES.



DES DE QUAN  
BUSCA L'AGÈNCIA  
LA PROFESSORA  
DAWN?

DES DE FA UNS  
QUINZE ANYS, QUAN VA  
DESAPARÈIXER SENSE DEIXAR  
RASTRE. VA SER LA MEVA  
PRIMERA MISSIÓ, I FINS ARA  
HAVIA FRACASSAT.

ARA PER  
FI ARRIBARÉ  
AL FINAL.



ERA TAN IMPORTANT,  
AQUESTA DONA?

LA SEVA RECERCA  
EN ORDINADORS QUÀNTICS  
ERA CRUCIAL PER AL NOSTRE PAÍS.  
SI ELS RESULTATS CAUEN EN  
MANS ENEMIGUES,  
ESTEM PERDUTS.

AQUESTA DONA  
ESTAVA A PUNT  
D'ARRIBAR A LA  
SINGULARITAT!



SINGULARITAT?

SÍ, EL PUNT EN QUÈ LA  
INTEL·LIGÈNCIA ARTIFICIAL SUPERARÀ  
EL CERVELL HUMÀ I ELS ORDINADORS  
ARRIBARAN A LA CONSCIÈNCIA I TINDRAN  
CAPACITATS IL·LIMITADES.



SENYOR, NO CONSTA  
CAP CÉLINE DAWN A LA NÓMINA  
DE TREBALLADORS DE L'ESCOLA.  
POTSER QUE PARLEM AMB LA DIRECTORA,  
CORDELIA NAPHTA?

PARLEM-HI.  
COMUNIQUEM  
AMB ELLA.



NO TENIM CAP  
PROF. CÉLINE DAWN  
A L'ESCOLA, PERÒ CREC  
QUE LA DESCRIPCIÓ QUE FA  
ES PODRIA REFERIR A LA  
PROFESSORA BACH.



PARLEM D'UNA PERSONA  
MOLT PERILLOSA. VAGI  
AMB MOLT DE COMPTA.  
ARRIBAREM AVIAT.

ENTESOS!  
JA HO SABIA JO, QUE  
AQUESTA DONA ERA  
SOSPITOSA.











# FLASH!!

OSTRES, QUIN ARBRE!!  
TROBO QUE S'HI ASSEMBLA A  
L'ARBRE DE L'EVOLUCIÓ DE LES  
ESPÈCIES ANIMALS QUE ENS VAN  
ENSENYAR LA SAÏDA AL VOLUM 2.

SÍ, PERO COM  
PASSEM D'UNA  
LLENGUA A SET MIL?  
NO EM RESPONEU.

PER ENTENDRE AIXÒ  
HEM DE PENSAR CAP ENRERE.  
EL QUE VEIEM A LA PART ALTA  
DE L'ARBRE D'AQUÍ SOTA SÓN  
LES FULLES, CADA FULLA  
REPRESENTA UN PARLANT  
D'UNA LLENGUA  
INDOEUROPEA.

CADA FULLA TÉ  
FULLES VEÏNES A LA MATEIXA  
BRANCA, SÓN LES LLENGÜES...  
SI US HI FIXEU, PERO,  
MOLTES LLENGÜES TENEN  
UNA ARREL COMUNA. PER EXEMPLE EL  
CATALÀ, L'ESPANYOL, EL PORTUGUÈS,  
I ALTRES LLENGÜES  
PROVENEN DEL LLATÍ.

ÉS A DIR,  
A PARTIR D'UNA LLENGUA,  
EN VAN SORTIR COM A  
MÍNIM SIS (I AIXÒ ÉS NOMÉS  
UNA SIMPLIFICACIÓ).

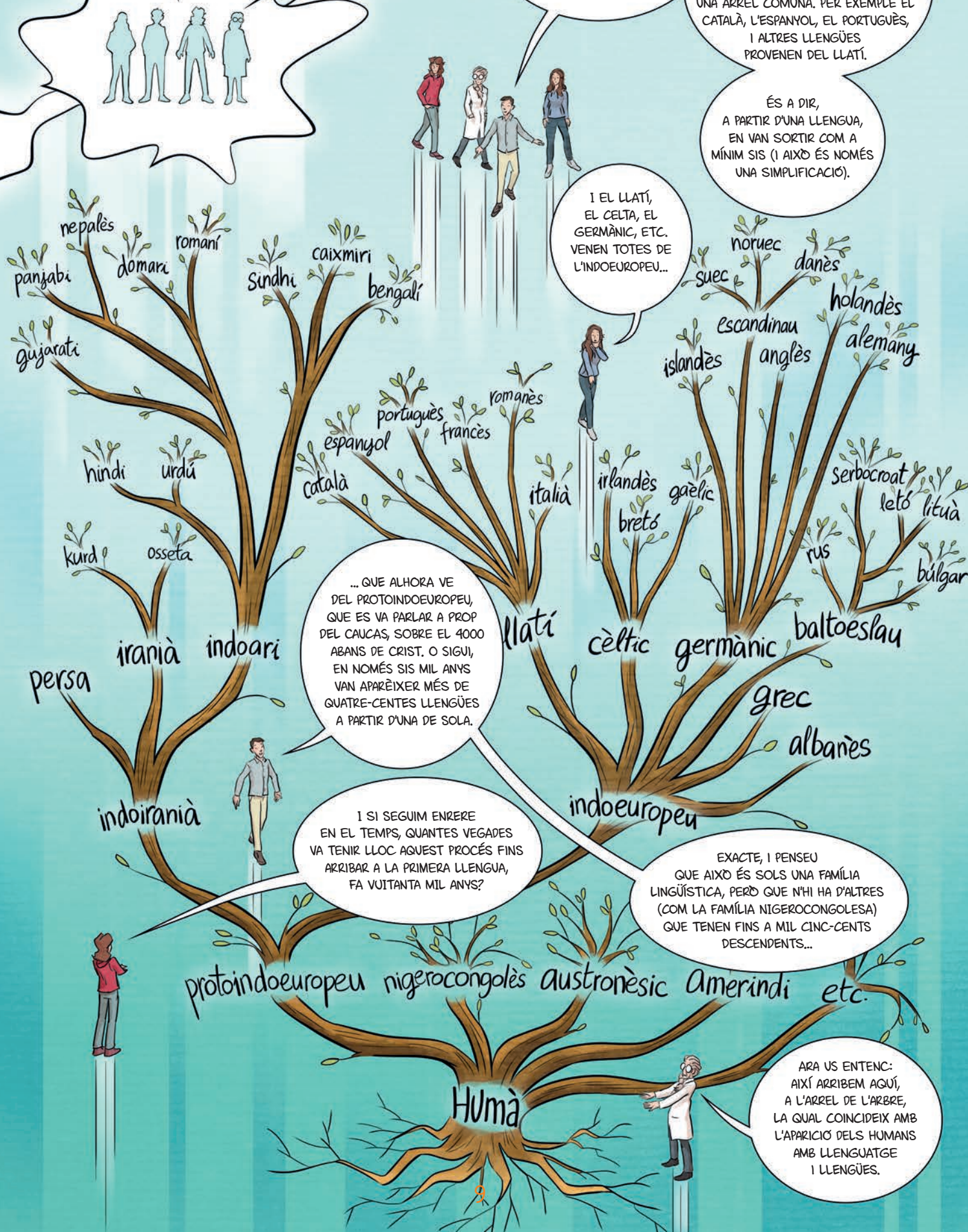
I EL LLATÍ,  
EL CELTA, EL  
GERMÀNIC, ETC.  
VENEN TOTES DE  
L'INDOEUROPEU...

... QUE ALHORA VE  
DEL PROTOINDOEUROPEU,  
QUE ES VA PARLAR A PROP  
DEL CAUCAS, SOBRE EL 4000  
ABANS DE CRIST. O SIGUI,  
EN NOMÉS SIS MIL ANYS  
VAN APARÈIXER MÉS DE  
QUATRE-CENTES LLENGÜES  
A PARTIR D'UNA DE SOLA.

I SI SEGUIM ENRERE  
EN EL TEMPS, QUANTES VEGADES  
VA TENIR LLOC AQUEST PROCÉS FINS  
ARRIBAR A LA PRIMERA LLENGUA,  
FA VUITANTA MIL ANYS?

EXACTE, I PENSEU  
QUE AIXÒ ÉS SOLS UNA FAMÍLIA  
LINGÜÍSTICA, PERO QUE N'HI HA D'ALTRES  
(COM LA FAMÍLIA NIGEROCONGOLESA)  
QUE TENEN FINS A MIL CINC-CENTS  
DESCENDENTS...

ARA US ENTENC:  
AIXÍ ARRIBEM AQUÍ,  
A L'ARREL DE L'ARBRE,  
LA QUAL COINCIDEIX AMB  
L'APARICIÓ DELS HUMANS  
AMB LLENGUATGE  
I LLENGÜES.



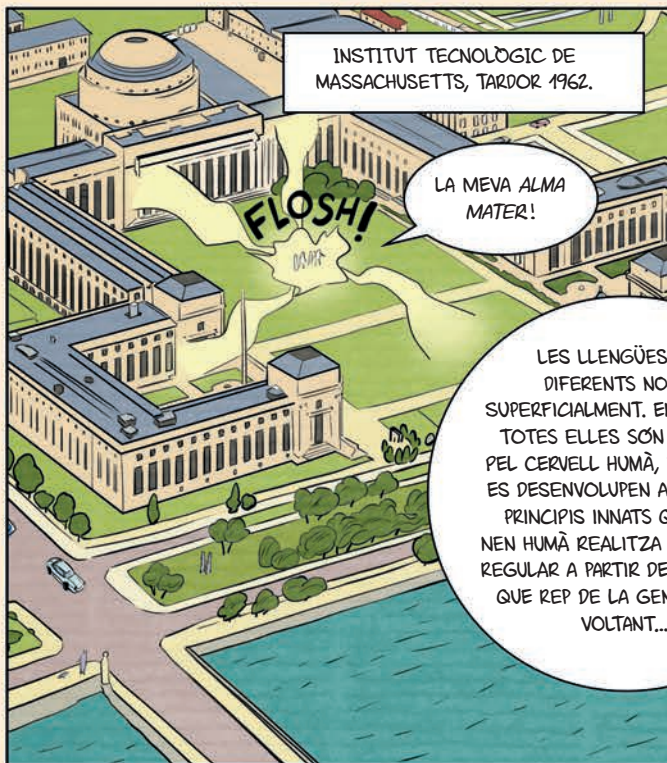




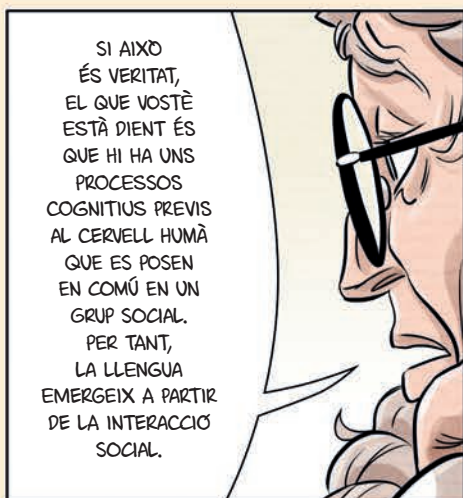


















MMM, ÉS UNA SIMPLIFICACIÓ QUE POT SER ÚTIL: L'ADN ES CONSTRUEIX SOBRE QUATRE LLETRES (G, A, T, C), QUE FORMEN MORFEMES (CODONS, GRUPS DE TRES LLETRES) QUE S'AGRUPEN PER FORMAR PARAULES (AMINOÀCIDS) I QUE, AL SEU TORN, FORMEN LA VIDA.

EL QUE IMPORTA, PERÒ, SÓN LES REGLES GRAMATICALS QUE PERMETEN AJUNTAR PARAULES, TANT A LA GENÈTICA COM A LES LLENGÜES.

I SI COMPAREM LES GRAMÀTIQUES DE LES LLENGÜES I DELS TRES GENÈTICS DELS GRUPS HUMANS, PODEM CREAR ARBRES GENÈTICS I ARBRES LINGÜÍSTICS.

COM VEIEU, ELS DOS ARBRES SÓN MOLT SEMBLANTS. UN ARBRE REFORÇA L'ALTRE I L'ALTRE ARBRE REFORÇA L'UN.

### ARBRE LINGÜÍSTIC

rus, serbocroat, polonès, grec, alemany, anglès, irlandès, portuguès, italià, espanyol, francès, romanès, finès, hongarès, basc

### ARBRE GENÈTIC

Alemanya, Anglaterra, França, Irlanda, Sèrbia-Croàcia, Hongria, Romaniaa, Rússia, Polònia, Itàlia, Grècia, Espanya, Portugal, Finlàndia, País Basc

PERÒ HI HA ALGUNES DIFERÈNCIES, COM ARA L'HONGARÈS, NO? COM HO EXPLIQUEU, AIXÒ?

PERÒ GRÀCIES A COMPARAR TOTES DUES, HEM POGUT DESCOBRIR AIXÒ.

ARA BÉ, AQUESTA MINORIA ERA GENÈTICAMENT DIFERENT DE LA MAJORIA I COM QUE EREN MENYS, ELS SEUS GENS ES VAN ACABAR PERDENT. PER AIXÒ, EN AQUEST PUNT, LA GENÈTICA I LA LINGÜÍSTICA NO COINCIDEIXEN.

PERÒ HI HA ALGUNES DIFERÈNCIES, COM ARA L'HONGARÈS, NO? COM HO EXPLIQUEU, AIXÒ?

PERÒ GRÀCIES A COMPARAR TOTES DUES, HEM POGUT DESCOBRIR AIXÒ.

ARA BÉ, AQUESTA MINORIA ERA GENÈTICAMENT DIFERENT DE LA MAJORIA I COM QUE EREN MENYS, ELS SEUS GENS ES VAN ACABAR PERDENT. PER AIXÒ, EN AQUEST PUNT, LA GENÈTICA I LA LINGÜÍSTICA NO COINCIDEIXEN.

LES LLENGÜES, PER TANT, EVOLUCIONEN COM LES ESPÈCIES, I AQUEST MÈTODE PERMET RECONSTRUIR LA SEVA HISTÒRIA MIRANT LES SEVES GRAMÀTIQUES. QUÈ INTERESSANT!

DE NOU, TOT APUNTA QUE L'EVOLUCIÓ DE LES LLENGÜES ES FA EN PARAL·LEL A L'EVOLUCIÓ BIOLÒGICA, PER SELECCIÓ NATURAL, SIGUI D'ESPÈCIES O DE POBLACIONS HUMANES.

SÍ, PERÒ HI HA DIFERENTS TIPUS DE SELECCIÓ, EN BIOLOGIA, I AIXÒ POT OBRIR LA PORTA A LA SEM, CREC.

COM?

ALEX, SISPLAU, ANEM A BARCELONA A PARLAR AMB JORGE WAGENSBERG, DEL MUSEU DE LA CIÈNCIA COSMOCAIXA.

BARCELONA M'ESBORRONA... IGNICIÓ!



MUSEU COSMOCAIXA,  
BARCELONA, ANY 2008.

VOLDRIEM  
PARLAR DELS TRES  
TIPUS DE SELECCIÓ  
QUE HI HA  
A L'UNIVERS.

LA IDEA ÉS FÀCIL  
I ES RELACIONA AMB TRES  
GRANS MOMENTS DE LA  
HISTÒRIA DE L'UNIVERS.

L'APARICIÓ DE LA MATÈRIA,  
AMB EL BIG BANG,  
FA 13.500 MILIONS D'ANYS.

L'EMERGÈNCIA DEL PRIMER  
ÉSSER VIU, FA 3.800  
MILIONS D'ANYS.

I L'EMERGÈNCIA DE LA  
INTEL·LIGÈNCIA ABSTRACTA,  
FA UNS 200.000 ANYS.



I AIXÍ CADA TIPUS  
DE SELECCIÓ TÉ A VEURE AMB  
L'EMERGÈNCIA D'UN D'AQUESTS  
ESDEVENIMENTS, OI?

BÉ, NO TANT AMB  
L'EMERGÈNCIA COM AMB LA SEVA  
PERMANÈNCIA. LES COSES EMERGEIXEN  
UNA MICA PER ATZAR, PERÒ ROMANEN  
A LA REALITAT PER SELECCIÓ, QUE VOL  
DIR QUE UNA OPCIÓ ENTRE MOLTES  
ÉS ESCOLLIDA.

AQUESTA  
ÉS LA IDEA DE LA  
SELECCIÓ NATURAL  
DE DARWIN, OI?

LA SELECCIÓ NATURAL  
S'APLICA ALS ÉSSERS VIUS, NOMÉS.  
ES BASA EN L'ADAPTACIÓ A L'ENTORN.  
ELS QUE S'ADAPTEN, SEGUEIXEN VIUS  
I PASSEN ELS SEUS GENS A LA  
PROPERA GENERACIÓ.

I ELS ALTRES TIPUS  
DE SELECCIÓ?

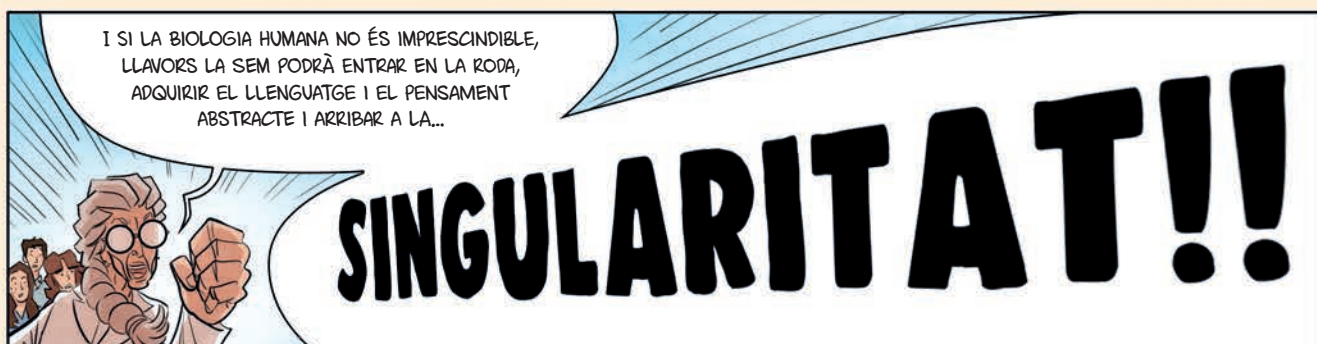
LA SELECCIÓ MÉS  
FONAMENTAL ÉS LA DE LA  
MATÈRIA, LA QUE FA QUE UNS  
TIPUS DE MATÈRIA, PER EXEMPLE  
L'HIDROGEN, SIGUIN MÉS ABUNDANTS  
A L'UNIVERS PERQUÈ SÓN MÉS  
ESTABLES.

I FINALMENT  
LA SELECCIÓ  
CULTURAL...

LA SELECCIÓ  
CULTURAL ÉS LA DELS  
ÉSSERS INTEL·LIGENTS,  
LA QUE ELS PERMET CREAR  
UNA CULTURA. ES BASA EN  
L'ANTICIPACIÓ I ELS PERMET  
SUPERAR LA SELECCIÓ  
NATURAL.

PERDÓ? AIXO  
M'INTERESSA  
MOLT...









LA HISTÒRIA DE LA TORRE DE BABEL ENS PRESENTAVA LA DIVERSITAT LINGÜÍSTICA COM UNA MALEDICCIO.

PERO EN REALITAT CADA LLENGUA ÉS VALUOSA PERQUÈ REPRESENTA UNA MANERA DE MIRAR EL MÓN QUE ENS PERMET ENTENDRE LA MENT HUMANA, OI?



VOLS DIR QUE LA LLENGUA QUE PARLES ET FA PENSAR DIFERENT DE COM PENSEA GENT QUE PARLA ALTRES LLENGÜES?



AQUESTA ÉS LA IDEA DEL RELATIVISME LINGÜÍSTIC, TAMBÉ CONEGUDA COM HIPÒTESI SAPIR-WHORF. JO CREC QUE HI HA UNA GRAMÀTICA UNIVERSAL QUE DETERMINA LES PROPIETATS DE LA FACULTAT DEL LLENGUATGE HUMÀ, QUE ÉS EXPRESSIÓ D'UNA MENT HUMANA UNIVERSAL.

MENT HUMANA UNIVERSAL? SONA AL DÉU QUE VA FER CREAR AQUESTA TORRE...



NO! LLENGÜES DIFERENTS EXPRESSEN PROPIETATS DIFERENTS, PERÒ TOTES SÓN REGULADES PER LA GRAMÀTICA UNIVERSAL PERQUÈ EN REALITAT LA MENT HUMANA ÉS ESSENCIALMENT SIMILAR PER A TOTS ELS HUMANS, EXCEPTE EN CASOS DE MALALTIES MENTALS, POTSER.



MMMM, LA NOSTRA MENT ÉS SIMILAR EN MOLTES COSES. SENTIM ONES SONORES FINS A UN CERT RANG, PERQUÈ LA NOSTRA OÏDA TÉ UNA ESTRUCTURA BIOLÒGICA CONCRETA. EN CANVI ELS RATPENATS TENEN UNA ALTRA ESTRUCTURA I PERCEBEN ONES DE SONAR...



EXACTE, NO ÉS QUE LLENGÜES DIFERENTS DETERMININ MANERES DE PENSAR DIFERENTS. ÉS QUE LA MENT HUMANA DETERMINA LA FACULTAT DEL LLENGUATGE POSSIBLE, I AQUESTA DETERMINA ELS TIPUS DE LLENGÜES POSSIBLES.



LA PREGUNTA ÉS SI LA SEM TÉ UN TIPUS DE MENT DIFERENT, BASAT NO EN LA BIOLOGIA SINÓ EN LA FÍSICA. POT ARRIBAR A TENIR UNA FACULTAT DEL LLENGUATGE COM LA NOSTRA I PARLAR UNA LLENGUA HUMANA?

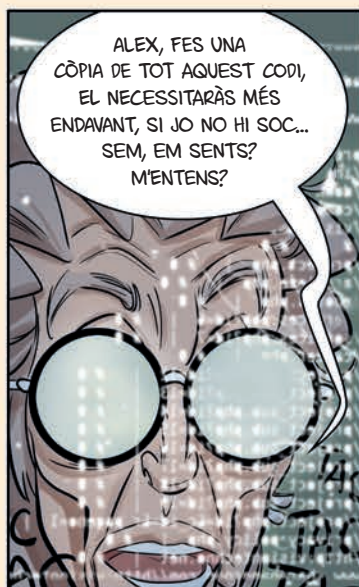


CREC QUE ARA JA TINC TOTA LA INFORMACIÓ QUE NECESSITAVA. ALEX, FES-NOS TORNAR, QUE HE DE PROVAR UNA COSA.

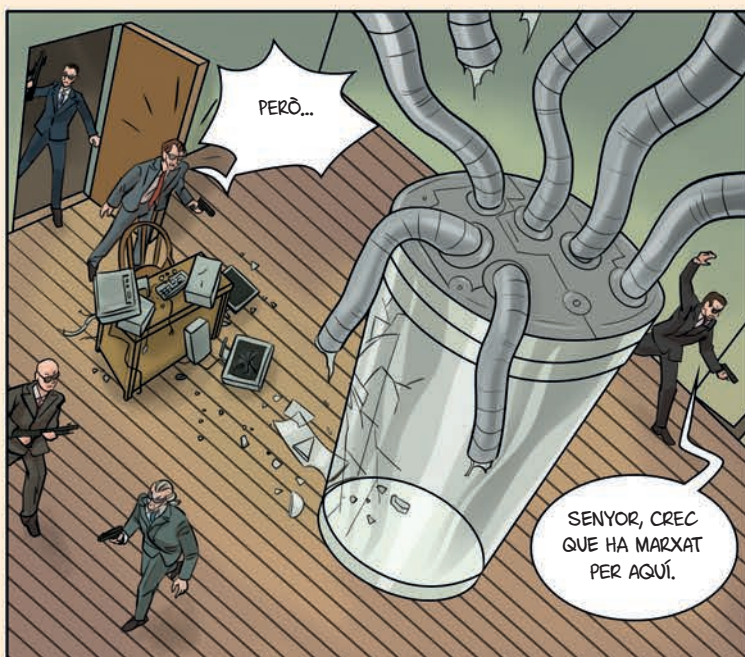


SÍ, A MÉS EM TEMO QUE TINC MALES NOTÍCIES.













Accediu a la versió digital del còmic a [sem.fundaciorecerca.cat](http://sem.fundaciorecerca.cat)





#### 4. La Torre de Babel

La professora Bach està desesperada perquè creu que la SeM mai no serà capaç de parlar com els humans. Per tant, aquest cop entrarà ella mateixa a la realitat avançada amb els nois per mirar de trobar una resposta. En una aventura que els porta de la mítica Torre de Babel a la Índia, als Estats Units, al Regne Unit i a Barcelona, els nois donaran a la professora la clau per ser optimista en la seva cerca de llenguatge i per tant intel·ligència per la seva màquina. Però, serà potser massa tard?

#### La col·lecció



proposa una manera amena d'apropar la recerca contemporània a les escoles mitjançant projectes didàctics que giren al voltant d'una sèrie en còmic. Els temes científics de la sèrie s'agrupen en unitats de contingut basades en ciències concretes.

Per a la primera sèrie de la col·lecció hem escollit l'estudi del llenguatge des dels punts de vista de matèries com la comunicació animal, l'evolució humana, la neurociència, la intel·ligència artificial, i la lingüística.

#### Altres títols de la col·lecció

1. El noi que parlava amb els animals (Comunicació animal)
2. A la recerca del primer parlant (Evolució humana)
3. Hem entrat dins el cervell! (Neurociència i adquisició del llenguatge per a nens)
4. La torre de Babel (Lingüística i diversitat cultural)
5. La màquina que parlava amb els humans (Intel·ligència artificial)

Amb la col·laboració de:

**unomasuno**