

Les processus psychologiques de la
recherche scientifique
L'harmonieuse complexité du monde

Anna Curir

Observatoire Astrophysique de Turin
ITALIE



HENRI POINCARÉ DANS SON CABINET DE TRAVAIL. — PHOT. DORNAC.

Henri Poincaré (1854-1912)

(1908). *L'Invention Mathématique*, «Revue générale des sciences pures et appliquées», vol. 19, pp. 521-526.

- Inventer, c'est discerner, c'est choisir.
- Les faits mathématiques dignes d'être étudiés, ce sont ceux qui par leur analogie avec d'autres faits, sont susceptibles de nous conduire à la connaissance d'une loi mathématique de la même façon que les faits expérimentaux nous conduisent à la connaissance d'une loi physique.

- Inventer, c'est choisir ; mais le mot n'est peut être pas tout à fait juste, il fait penser à un acheteur à qui on présente un grand nombre d'échantillons et qui les examine l'un après l'autre de façon à faire son choix. Ce n'est pas ainsi que les choses se passent. Les combinaisons stériles **ne se présenteront même pas** à l'esprit de l'inventeur

- Le moi inconscient, ou, comme on dit, le moi subliminal, joue un grand rôle dans l'invention mathématique.[...] **Il n'est nullement inférieur au moi conscient** ; il n'est pas purement automatique, il est **capable de discernement**, il a du **tact**, de la **délicatesse** ; il sait choisir, il **sait deviner**. [...] il sait mieux deviner que le moi conscient, puisqu'il réussit là où celui-ci avait échoué. –
- En un mot, le moi subliminal n'est-il-pas supérieur au moi conscient ?

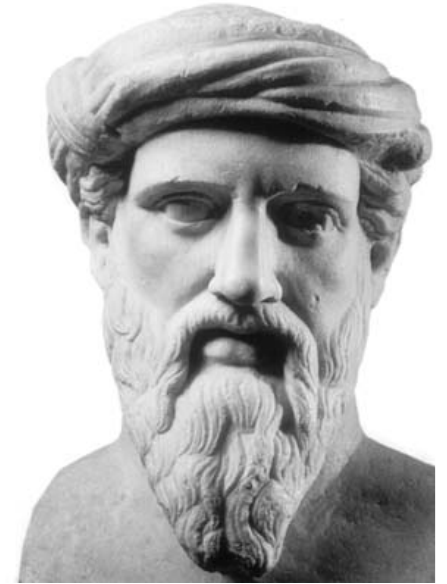
- Quelle est la cause qui fait que parmi les mille produits de notre activité inconsciente, il y en a qui sont appelés à franchir le seuil tandis que d'autres restent en deçà ?
- les phénomènes inconscients privilégiés, ceux qui sont susceptibles de devenir conscients, ce sont ceux qui, directement ou indirectement, **affectent le plus profondément notre sensibilité.**
- Les combinaisons utiles, ce sont précisément **les plus belles**

- Donc, le processus cognitif, quel qu'il soit, n'est **pas un fait purement technique**, même le raisonnement mathématique est **lié à un ordre émotionnel**
- René Thom: la recherche scientifique peut être considérée comme une espèce de « dévoilement » de structures qui existent déjà à l'intérieur de nous-mêmes : **une sorte de psychanalyse**

- Notre esprit est infirme comme le sont nos sens ; il se perdrait dans la complexité du monde *si cette complexité n'était harmonieuse*.[...]Les seuls faits dignes de notre attention sont ceux qui introduisent de l'ordre dans cette complexité et la rendent ainsi accessible.
- Cf. H. Poincaré (1908), Ch. II, p. 15.

L'harmonie du monde

- L'idée d'harmonie universelle et la vision géométrique de l'univers ont été depuis toujours essentielles pour étudier la nature
- Au VI^e siècle avant J.C. les pythagoriciens ont développé une théorie du cosmos basée sur les nombres, les proportions et les rapports musicaux

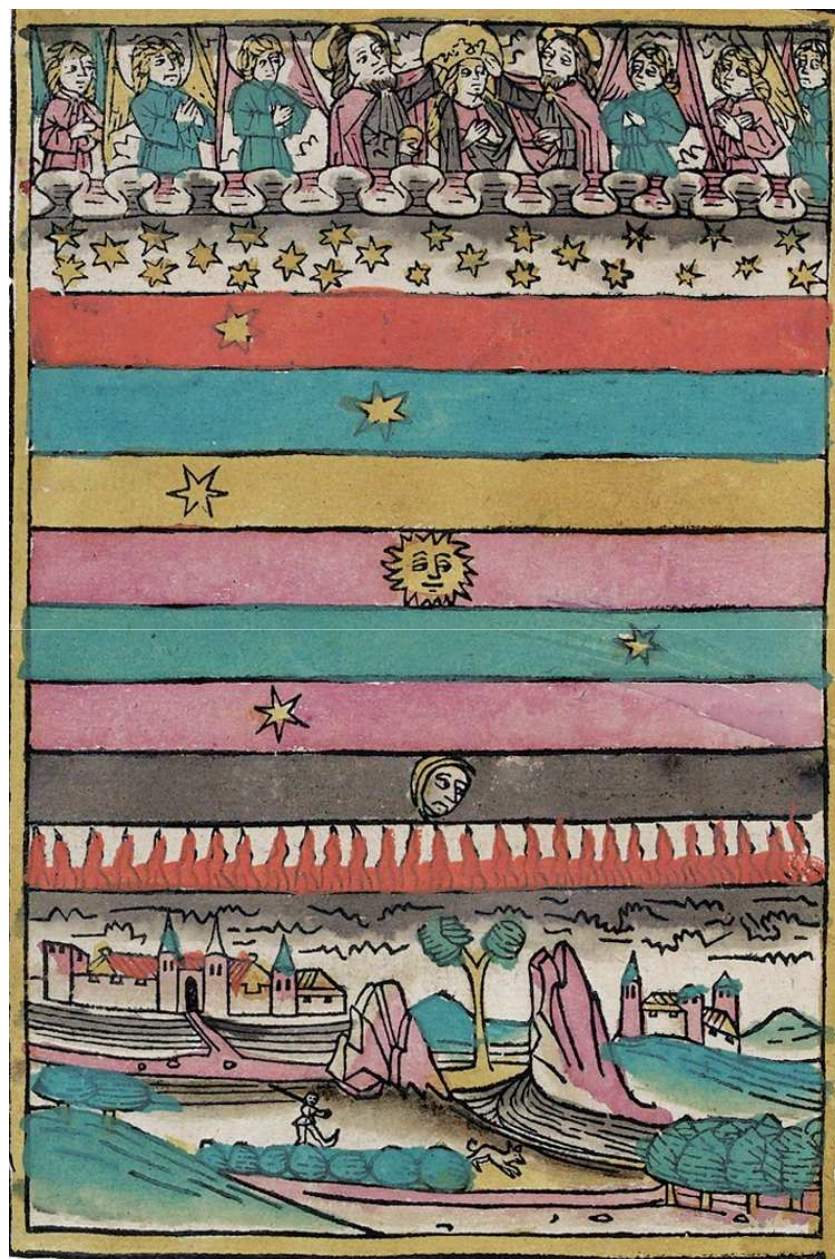




Les idées de Pythagore ont été reprises par Platon et Aristote, qui représentaient l'Univers comme étant partagé en deux : un monde supralunaire, parfait et harmonieux (constitué de sphères cristallines) et un monde sublunaire moins harmonieux, composé de quatre éléments représentés par des polyèdres réguliers (moins parfaits que la sphère)

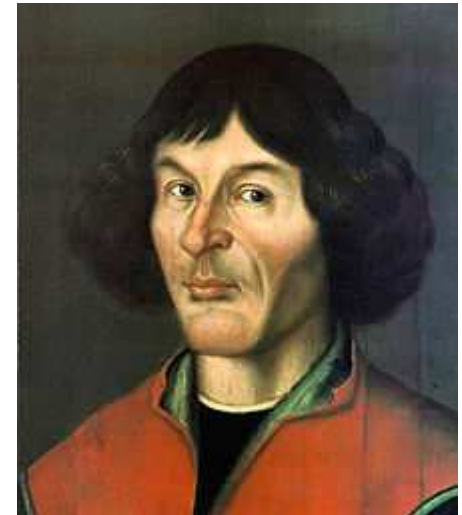


Tableau médiéval.
Le monde selon Aristote:
Le monde supralunaire
et sublunaire



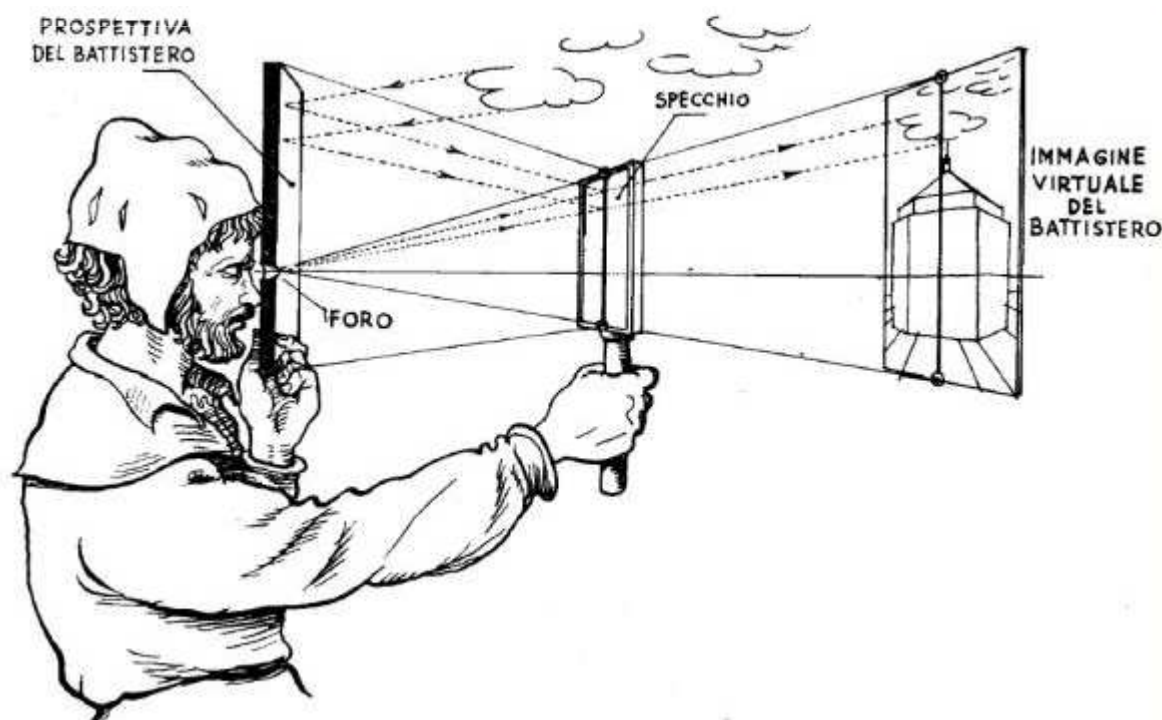
L'ART ET LA SCIENCE SE NOURRISSENT RÉCIPROQUEMENT

- Nicolas Copernic fut un des premiers scientifiques humanistes
- Il s'intéressait à l'astronomie, la médecine, la politique, la peinture ...
- Il est resté dix ans en Italie et durant cette période il a été fortement influencé par les artistes italiens qui se posaient le problème de la perspective : la représentation des trois dimensions spatiales dans un tableau.



Copernic (1473-1543)

- Grâce à ces influences, Copernic comprit que notre vision de l'Univers change continuellement à cause du mouvement de la terre. Il a appliqué à l'astronomie ce nouveau concept de perspective.
- Son intuition était analogue à celle de Brunelleschi avec sa « tablette ». Le mouvement de la Terre a joué le rôle de la tablette pour Copernic.



- La perspective, c'est-à-dire le point de vue avec lequel l'homme voit l'Univers était fondamentale pour le développement du système copernicien.
- *(J. P. Luminet- Science, art and geometrical imagination(2009))*

- Mais, encore une fois, l'une des motivations fortes du travail de Copernic était esthétique !
- « *Dans cette configuration (celle héliocentrique) nous découvrons une merveilleuse symétrie dans l'Univers qui ne peut pas être découverte autrement* »
(De revolutionibus orbis celestis)

Wolfgang Pauli (Psyché et nature)



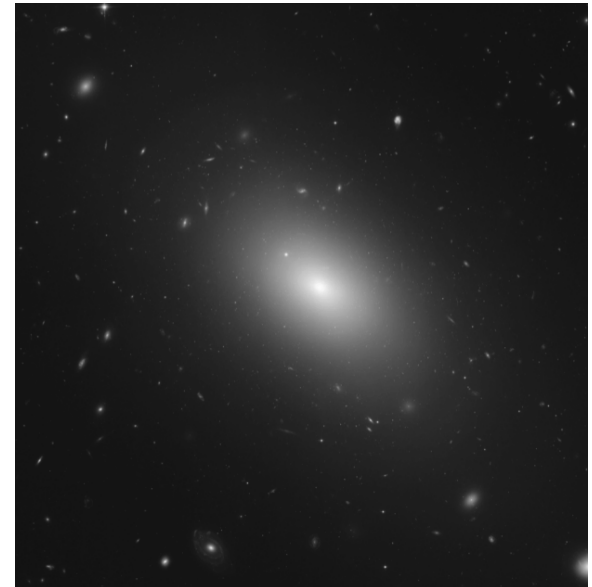
Pauli (1900-1958)

- Le processus de compréhension de la nature et le **plaisir** que l'homme ressent lorsqu'il la comprend, donc dans la réalisation consciente d'une nouvelle connaissance, semble être basé sur une **correspondance entre les images internes préexistantes dans la psyché humaine** avec les objets externes et leur comportement.

Correspondance entre les images internes préexistantes dans la psyché humaine avec les objets externes

- Pensons à la théorie de la Relativité générale : l'intuition einsteinienne, d'après laquelle la gravité peut courber l'espace-temps trouve sa formulation rigoureuse dans l'utilisation des variétés géométriques introduites par Riemann, presque un siècle avant

- le bulbe (en anglais *bulge*) des galaxies, est un sphéroïde formé d'étoiles qu'on observe dans le cœur des galaxies spirales et qui dans le cas des galaxies elliptiques coïncide avec la galaxie elle-même : les galaxies elliptiques sont des sphéroïdes stellaires purs.



- Les sphéroïdes sont des formes géométriques déjà reconnues, mises en équations et étudiées dans leurs diverses variétés, asymétriques et tri-axiales par les mathématiciens du 19^e siècle (Maclaurin, Dedekind et Jacobi). Voilà donc un des nombreux cas **où les astronomes reconnaissent dans les figures d'équilibre de la nature, les formes que l'esprit humain avait déjà imaginées il y a des siècles.**
- Cela s'était déjà produit pour les **courbes coniques** calculées par les mathématiciens grecs et que Kepler reconnût comme décrivant les orbites des planètes. L'esprit mathématise la nature avant même de pouvoir l'observer.
Le cerveau humain a en lui la précognition de l'expérience



Wilfred Bion (1897-1979)

- Sa théorie est révolutionnaire. Elle inverse l'idée que la pensée est le « produit » du fait de penser. Selon lui, les pensées, en ce qui concerne la « vérité », la « chose en soi », préexistent avant le penseur et sont indépendantes de lui.
- De là, la nécessité pour chaque individu de développer l'esprit en tant qu' « outil à penser les pensées ».
D'après Bion, tous les processus cognitifs se développent, dans une première phase, sous la forme d'élaborations inconscientes.

Le fait choisi

- Bion reprend le terme de « fait choisi », introduit par Poincaré (souvenez-vous, Poincaré dit que *inventer c'est choisir*), et le définit comme un fait qui donne une cohérence aux objets de l'expérience.
- Un fait choisi est à l'origine d'une idée qui donne une cohérence à ce qui est brouillon ou dispersé et introduit un ordre dans le désordre de la pensée. Le fait choisi donne un nom à une expérience émotive, à un sentiment de découverte

- Pour comprendre la théorie bionienne de la pensée, nous devons partir du concept de *préconception*. D'après Bion, la préconception du sein existe déjà en nous à la naissance.
- Quand la mère répond au besoin du nourrisson et lui donne à manger, alors survient la possibilité d'arriver à une conception, que l'on atteint quand l'expérience réelle se conjugue avec la préconception

- Dans la période de temps qui s'écoule entre le besoin et l'apparition du sein, l'insatisfaction du besoin génère frustration et douleur mentale. La capacité à tolérer cette douleur est le fondement de l'équilibre émotionnel et de la santé mentale ; la capacité de penser est liée à la capacité de tolérer la frustration ; la pensée naît de l'absence de la satisfaction désirée



Thomas Kuhn (1922-1996)

- Thomas Kuhn décrit l'évolution de la science comme un processus qui se déroule par des révolutions et non d'une façon cumulative.
- Science normale/révolution
- Kuhn définit, d'une manière incisive, la science normale comme le fait de *résoudre des casse-tête*
- le changement de paradigme implique une transformation de la totalité de la structure conceptuelle avec laquelle les scientifiques voient la réalité.

- Dans la science, la nouveauté n'émerge qu'avec des difficultés qui se manifestent par des résistances, en contradiction avec les attentes sous-jacentes. Au début, on ne perçoit que ce à quoi on s'attend, une observation successive, pourtant, peut permettre de se rendre compte que quelque chose ne va pas

- La description que nous fait Kuhn de l'alternance des paradigmes suggère la présence d'un « vide » durant l'inter règne entre l'ancien paradigme et le nouveau. Ce vide doit être toléré par les scientifiques, exactement comme il a été dit pour le nourrisson quand il attend la mère absente. Le scientifique en attente de la révolution éprouve, en fait, une souffrance mentale,
- Mais c'est bien cette souffrance qui cause la naissance des idées neuves :
- Comme les artistes, les scientifiques créatifs doivent de temps en temps être capables de vivre dans un monde détraqué : cette nécessité est la tension indispensable implicite dans la recherche scientifique.

Existe-t-il une personnalité des scientifiques?

- Le trait cardinal de personnalité exprime ce qui est particulier chez une personne, ses passions, ses sentiments prédominants. Il est tellement dominant que presque toutes les manifestations de l'individu sont soumises à son influence

Les traits de la personnalité que l'inventaire ITAPI-G se propose de déterminer sont les suivants :

- le trait-facteur 1 : DYNAMISME ;
- le trait-facteur 2 : VULNÉRABILITÉ ;
- le trait-facteur 3 : EMPATHIE ;
- le trait-facteur 4 : MINUTIE ;
- le trait-facteur 5 : IMAGINATION
- le trait-facteur 6 : DÉFENSIVITÉ ;
- le trait-facteur 7 : INTROVERSION

l'échantillon des scientifiques apparaît dans son ensemble, par rapport aux résultats moyens qui définissent la norme de la population adulte , dans la moyenne du point de vue de l'introversion, un peu moins dynamiques , plus vulnérables, ou plus anxieux , moins empathiques .

La différence plus nette par rapport à la moyenne de la population adulte se trouve dans la présence drastiquement plus faible de défensivité (-5,31).

Est ce que il y a des differences de genre ?

On découvre en fait que les scientifiques femmes sont clairement **plus dynamiques** et **moins vulnérables** par rapport à la moyenne de la population féminine, mais aussi **plus introverties** .

À l'inverse les scientifiques hommes sont indubitablement **plus vulnérables**, ou craintifs que le reste de la population masculine, bien moins dynamiques mais **moins introvertis** .



Maria Mitchell (1818-1889)



**plus introverties et moins
vulnérables.....**

La donnée négative sur l'empathie tendrait à confirmer une récente étude de Simon Baron-Cohen et d'autres, qui suggère une possibilité d'interférence entre la **capacité d'empathie** et celle de **systématisation**.

L'empathie nous fait **comprendre les idées et les émotions**, et donc de pressentir ce qu'éprouve l'autre et de faire des hypothèses sur son comportement présent et futur.

La capacité de systématisation, elle, est la **capacité à analyser des systèmes inanimés** et de prévoir leur « comportement » non agentif. Pour le dire d'une façon rapide, la systématisation est la capacité d'analyser les relations d'input-output.

Il semble qu'une capacité élevée de systématisation (qualité typique des scientifiques) soit souvent associée à un déficit d'empathie.

Le déficit d'empathie atteint son degré le plus élevé dans les syndromes de l'autisme.

L'autisme atteint des personnes privées d'empathie mais étant souvent surdouées dans les sciences exactes.



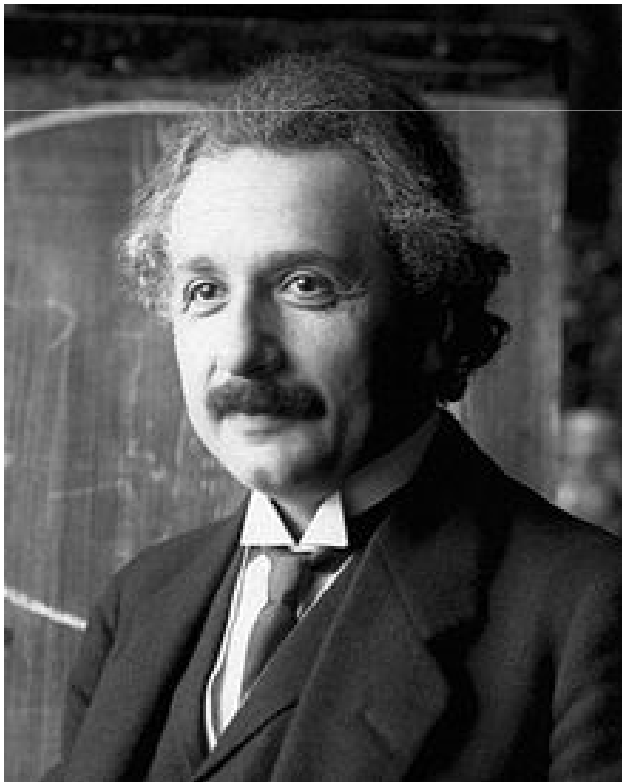
Simon Baron Cohen



Baron-Cohen donne une interprétation convaincante de cette interférence : le mécanisme de systématisation requiert de l'exactitude et une grande quantité de détails. Si on demandait une systématisation extrême à une personne, elle ne serait pas capable de répondre à des questions ayant beaucoup de réponses possibles (qui sont habituelles dans les rapports humains).

Donc l'excès de détails peut être un obstacle à une bonne communication.

Il peut être bon de déterminer des compétences dissociées comme l'empathie et la systématisation, mais on ne peut pas déterminer les formes mentales d'un scientifique simplement à partir de sa grande aptitude à la systématisation.



j'entrevois dans le processus de la connaissance (qu'elle soit découverte scientifique ou intuition artistique) beaucoup plus que la capacité d'analyser input/output. Le *deviner* auquel fait allusion Poincaré quand il parle *du* moi subliminal de celui qui « invente » dans les sciences exactes, est une parole antique qui tire son origine de la communication avec les divinités, et qui donc nous rend plus proches des dieux que des machines.

Einstein se définissait comme « passionnément curieux », mais cette passion qui accompagne la curiosité de comprendre les structures de la nature n'est pas d'une nature diverse de celle qui nous rend amoureux d'une personne et qui nous met en syntonie empathique avec elle.