

Proyecto Human Brain



Human Brain Project





Human Brain Project

HUMAN BRAIN PROJECT





SUBPROYECTO 1 (SP1): STRATEGIC MOUSE BRAIN DATA

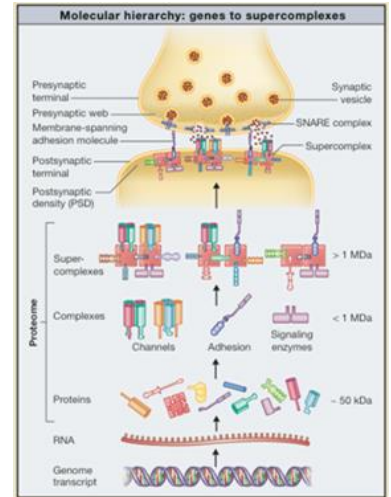
El objetivo general del SP1 es obtener conjuntos de datos estratégicos celulares y moleculares de cerebro de ratón y alinearlos con información de cerebro humano.

OBJETIVOS DEL SP1

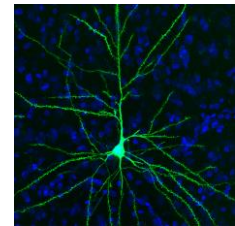
El objetivo general del SP1 es obtener conjuntos de datos estratégicos celulares y moleculares de cerebro de ratón, y alinearlos con información del cerebro humano. Los mapas del cerebro de ratón y humano permitirán a los científicos investigar sobre un amplio rango de problemas médicos y biológicos y aportará la base para las simulaciones computacionales del sistema nervioso.

MÉTODOS CLAVE DEL SP1

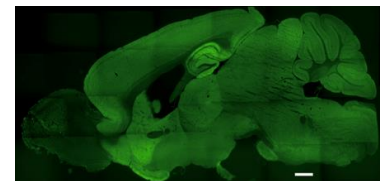
Los científicos del SP1 utilizarán las técnicas más avanzadas a nivel celular y molecular. Por ejemplo, se medirá el nivel de expresión de cada gen en células nerviosas individuales; métodos avanzados de microscopía electrónica se utilizarán para mapear la arquitectura específica de neuronas y sus conexiones, revelando así los circuitos del sistema nervioso. Por último, el SP1 integrará estos datos en bases de datos y en el atlas del cerebro en 3D, que luego se utilizarán para el modelado y simulación del cerebro humano y se pondrán a disposición de toda la comunidad científica.



Moléculas



Célula



Cerebro

CONTRIBUCIONES AL HBP

Un objetivo clave del HBP es construir simulaciones reales del cerebro humano. Esto requerirá datos de la jerarquía de la organización molecular y celular abarcando desde el genoma a todo el cerebro. Así, serán compilados los datos de los niveles de ADN, ARN, proteína, estructura subcelular y celular, células y circuitos, y toda la neuroanatomía del cerebro. Las bases moleculares de las simulaciones del cerebro permitirán al HBP simular cientos de enfermedades cerebrales causadas por mutaciones en el ADN. Los principios de organización molecular, como las redes de proteínas y el ARN, y sus propiedades computacionales, proporcionarán nuevos diseños a los ordenadores neuromórficos. Los principios de la organización a nivel celular y de circuitos proveerán datos adicionales para estas simulaciones y para la robótica.

PARTICIPANTES



求真 求實
Make Efforts and Seek Truth



Universität
Zürich



SUBPROYECTO 2 (SP2): STRATEGIC HUMAN BRAIN DATA

El objetivo del subproyecto 2 (SP2) es generar información estratégica a varios niveles sobre la estructura del cerebro humano, utilizando análisis de alta resolución de cerebros post mortem, y análisis de neuroimagen del cerebro humano vivo, para asociar los principios de organización estructural con la función cognitiva.

NÚMEROS Y DISTRIBUCIONES DE NEURONAS Y CÉLULAS GLIALES EN EL CEREBRO HUMANO

- Generar secciones histológicas teñidas de células del cerebro humano completo
- Series complementadas por una serie de secciones etiquetadas por marcadores celulares (neuronas, neuroglia)
- Números y distribución de las neuronas y glía calculados mediante microscopía óptica y electrónica

DISTRIBUCIÓN DE LOS RECEPTORES DE LA CORTEZA CEREBRAL HUMANA

- Mapas 3D que muestran la distribución espacial de al menos veinte receptores clave de neurotransmisores
- Análisis cuantitativo de la densidad de los receptores y sus distribuciones en diferentes clases de células
- Información específica de las capas en el equilibrio entre receptores excitadores e inhibidores

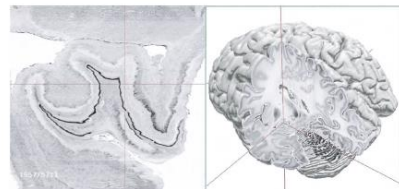
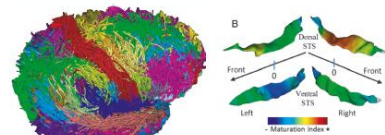
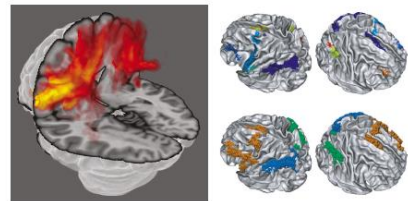
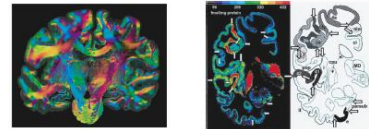
CONEXIONES ENTRE REGIONES CEREBRALES

- Mapas de las principales vías entre regiones cerebrales clave corticales y subcorticales
- Estimaciones del número total de fibras de proyección entre ellas y en cada uno de las vías principales
- Determinar los principios clave de la arquitectura de las fibras dentro la corteza cerebral

EL CEREBRO HUMANO EN DESARROLLO INTEGRACIÓN DE MICRO- Y MACROANATOMÍA CARACTERIZACIÓN *IN-VIVO* Y *POST-MORTEM* ESTRUCTURA DEL CEREBRO, FUNCIÓN Y CONECTIVIDAD

MORFOLOGÍA DE LAS NEURONAS HUMANAS EN DIFERENTES REGIONES CEREBRALES

- Síntesis de la morfología de las neuronas a partir de datos del transcriptoma (SCT)
- Intercambio de datos con los grupos de los que son grabados y reconstrucción de neuronas humanas de partes del cerebro extirpado con neurocirugía
- Coincidencia con neuronas de ratón conocidas



PARTICIPANTES



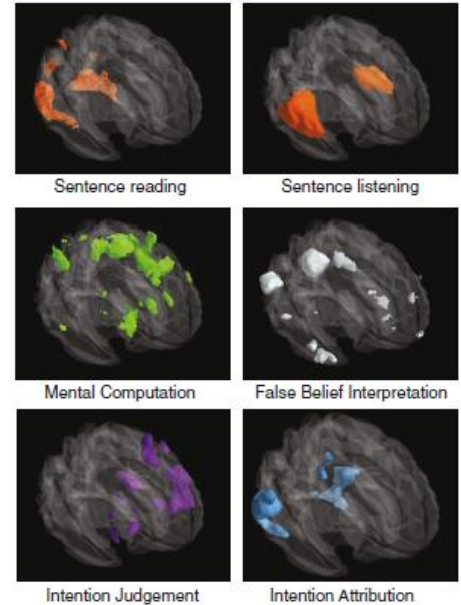


SUBPROYECTO 3 (SP3): COGNITIVE ARCHITECTURES

El SP3 describe las regiones del cerebro y las interacciones entre las regiones del cerebro que favorecen las funciones cognitivas específicas. Capturar una función cognitiva requiere la delimitación de las áreas del cerebro involucradas, el formato en que el ensamblaje de neuronas representa la información, y las interconexiones que les permite intercambiar esta información y convergen en una decisión o un resultado.

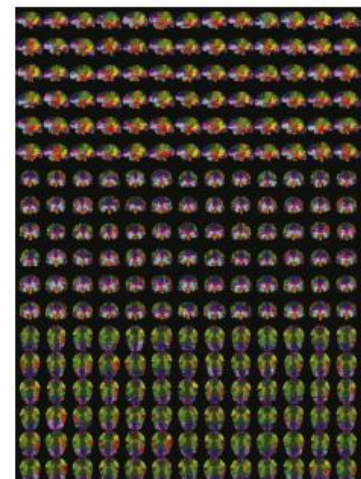
OBJETIVOS DEL SP3

- Clarificar la arquitectura cognitiva subyacente de funciones específicas del cerebro, mediante la combinación de un enfoque teórico con la generación de datos originales de los circuitos neuronales que median dichas funciones
- Conectar el comportamiento humano y la organización cerebral de datos en los primates no-humanos realizando tareas análogas
- Recoger datos innovadores de alta resolución
- Dirigir la definición de un modelo de circuitos adecuado para implementarlo en la Plataforma de Simulación Cerebral (SP6) o en la de Computación Neuromórfica (SP9)



PRINCIPALES DOMINIOS COGNITIVOS

- Percepción-Acción
- Motivación, decisión y recompensa
- Aprendizaje y memoria
- Espacio, tiempo y números
- Desde el proceso sensorial a la percepción multimodal
- Capacidades características del cerebro humano



PARTICIPANTES



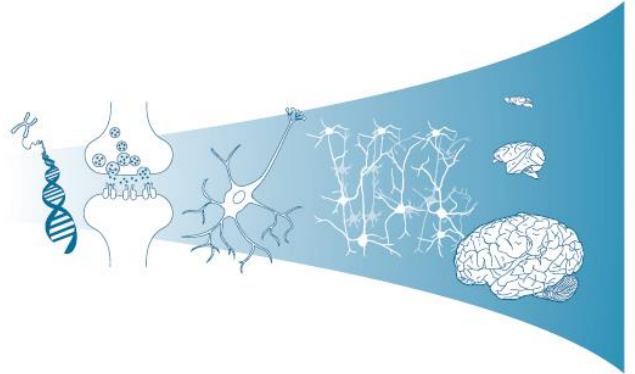


SUBPROYECTO 4 (SP4): THEORETICAL NEUROSCIENCE

El subproyecto 4 (SP4) investigará los principios matemáticos subyacentes de las relaciones entre los diferentes niveles de la organización del cerebro y los mecanismos de plasticidad que favorecen la adquisición, representación y memorización a largo plazo de la información sobre el mundo exterior.

OBJETIVOS DEL SP4

- Proporcionar modelos y enfoques teóricos para enlazar las escalas de investigación
- Proporcionar modelos de mecanismos de plasticidad y el aprendizaje
- Proporcionar modelos y teorías de funciones cognitivas
- Investigar los principios de cálculo de las neuronas y circuitos e implementar estos principios en hardware neuromórficos
- Establecer un Instituto Europeo de Neurociencia Teórica para aportar nuevas ideas para HBP



La teoría del cerebro también necesita explorar ideas poco convencionales, que tienen más probabilidades de provenir de fuera del proyecto. Para fomentar la interacción con científicos externos, el HBP establecerá un **Instituto Europeo de Neurociencia Teórica**, que proporcionará un hogar para los investigadores postdoctorales, y atraerá a teóricos que actualmente no participan en el proyecto, pero actúan como una incubadora de planteamientos que retan a la sabiduría tradicional.



El instituto estará alojado en el *Vision Institute* de Paris

PARTICIPANTES





SUBPROYECTO 5 (SP5): NEUROINFORMATICS

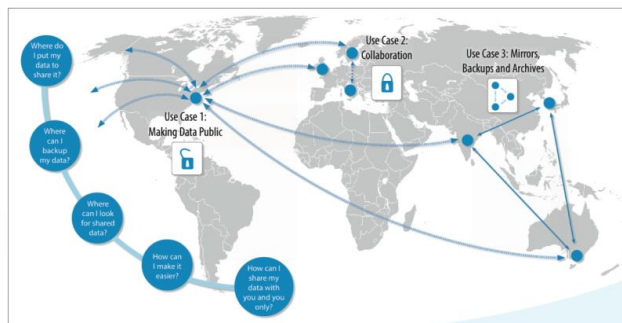
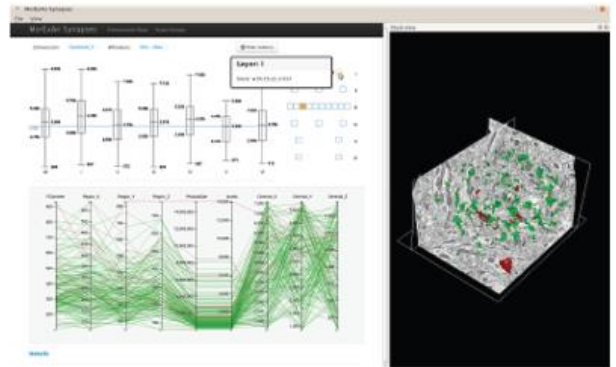
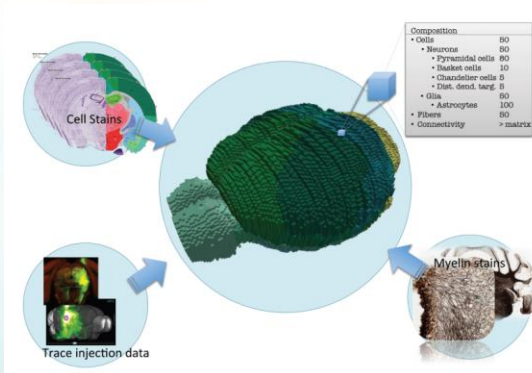
El objetivo general del subproyecto 5 (SP5) es el desarrollo de herramientas de neuroinformática para el análisis de la estructura y el funcionamiento del cerebro

OBJETIVOS DEL SP5

- Integrar un conjunto global de datos, modelos y literatura sobre neurociencia en una plataforma neuroinformática
- Establecer el atlas del cerebro en 3D, accesible a través de Internet, para el acceso y la búsqueda de datos, modelos y literatura en neurociencia
- Contribuir a la definición de métodos de análisis de datos, protocolos, flujos de trabajo y ontologías estándar para la investigación en neurociencias
- Desarrollar nuevas técnicas de predicción en neuroinformática

ORGANIZACIÓN DE LOS TRABAJOS

- Desarrollo de herramientas: para la construcción del atlas del cerebro y herramientas para el análisis de los datos estructurales (anatómicos del cerebro) y funcionales (procedentes de experimentación y simulaciones)
- Desarrollo de modelos estadísticos e informáticos que permitan predecir funcionalidades del cerebro
- Plataforma neuroinformática: integración y operación, soporte a usuarios y coordinación científica



PARTICIPANTES





SUBPROYECTO 6 (SP6): BRAIN SIMULATION PLATFORM

El objetivo general del subproyecto 6 (SP6) es el desarrollo de una plataforma colaborativa accesible en Internet para construir y simular modelos del cerebro integrando los grandes volúmenes de datos dispersos existentes actualmente.

OBJETIVOS DEL SP6

- Desarrollar un Constructor del Cerebro (*Brain Builder*) para la especificación y construcción de modelos del cerebro
- Desarrollar las funcionalidades que permitan simular esos modelos
- Conectar el Brain Builder y las otras plataformas del proyecto: Neuroinformática, Neurorobótica y Computación de Alto Rendimiento (*HPC - High Performance Computing*)



CONTRIBUCIÓN AL HBP

Esta plataforma permitirá reconstruir y simular modelos a diferentes niveles de descripción, permitiendo que teóricos y experimentalistas elijan el nivel de detalle más apropiado para las preguntas que se plantean en cada caso y de su disponibilidad de recursos de computación. Los modelos serán cada vez más precisos y detallados ya que la plataforma estará diseñada para soportar la integración continuada de datos biológicos y la implementación de principios biológicos.

MÉTODOS

Las herramientas y servicios desarrollados en este subproyecto permitirán a los investigadores reconstruir y simular de forma colaborativa modelos del cerebro. De esta manera se dispondrá de modelos que representen la estructura multinivel de un cerebro, estando cada nivel en una determinada etapa de desarrollo. Se parte de parámetros basados en datos estadísticos procedentes de experimentos y neuroinformática predictiva, validados frente a datos de experimentos biológicos.

PARTICIPANTES





SUBPROYECTO 7 (SP7): HIGH PERFORMANCE COMPUTING PLATFORM

El objetivo general del subproyecto 7 (SP7) es suministrar capacidades de supercomputación, Big Data y Cloud a nivel de exaFLOPS, así como del software, middleware y herramientas para el soporte de interacción y visualización, necesarios para crear y simular modelos multiescala del cerebro y afrontar los retos de escalado que plantea el modelado total del cerebro.

OBJETIVOS DEL SP7

- Desarrollar capacidades de computación y gestión de datos para simular el cerebro humano.
- Desplegar sistemas en diferentes instituciones participantes, quedando disponibles para la comunidad científica.
- Orientar el desarrollo de la computación de alto rendimiento y las tecnologías de computación del futuro.

CONTRIBUCIÓN AL HBP

La plataforma de computación de alto rendimiento HPC permitirá disponer de la tecnología e infraestructura esenciales para el modelado, simulación y gestión de datos del cerebro. Trabajando en colaboración con la industria, se desarrollarán nuevas técnicas que permitan a los neurocientíficos utilizar la supercomputación de forma interactiva, llevando a cabo concurrentemente en la misma máquina simulaciones multiescala, visualización y análisis de datos. Se analizará el comportamiento del cerebro para aplicarlo al desarrollo de supercomputadores, abriendo así nuevas perspectivas para el desarrollo de tecnologías de computación inspiradas en el cerebro.

ORGANIZACIÓN DE LOS TRABAJOS

- Evaluación de tecnologías.
- Métodos matemáticos, modelos de programación y herramientas.
- Visualización, análisis y control interactivos.
- Gestión de datos a nivel de exaFLOPS.
- Integración y operación de plataformas.
- Puesta en marcha y soporte de la comunidad de usuarios.
- Coordinación científica.



PARTICIPANTES





SUBPROYECTO 8 (SP8): THE MEDICAL INFORMATICS PLATFORM

OBJETIVOS DEL SP8

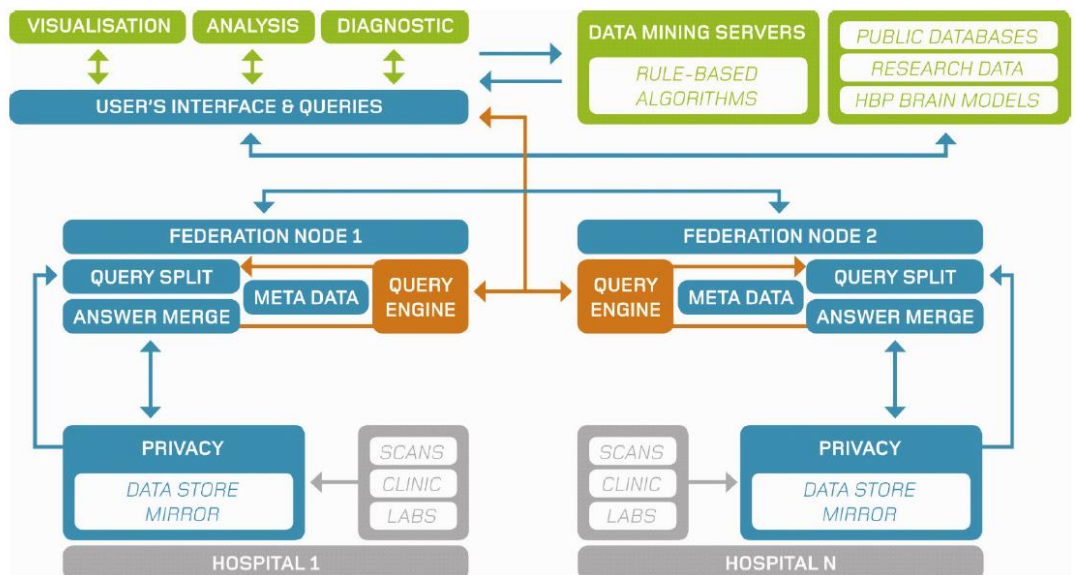
- Integración de datos clínicos heterogéneos en las enfermedades del cerebro
- Acceso directo a través de la plataforma a Terabytes de datos de diferentes hospitales
- Utilización de técnicas de minería de datos y clustering para identificar firmas únicas de la enfermedad cerebral
- Clasificación y caracterización de trastornos neurológicos y psiquiátricos

RETOS DEL SP8

- Recopilación de datos accesibles para datos clínicos a nivel terabytes en cientos de hospitales
- Los datos clínicos serán anónimos
- Consulta y análisis eficiente de datos de imágenes
- Herramientas para la obtención de información de relevancia clínica a partir de los datos recolectados
- Herramientas matemáticas para la caracterización y clasificación de trastornos neurológicos y psiquiátricos

ESTRUCTURA GENERAL DE LA PLATAFORMA

Infraestructura conjunta: los datos permanecen en los hospitales
Las consultas se envían a los hospitales pertinentes



PARTICIPANTES





SUBPROYECTO 10 (SP10): THE NEUROBOTICS PLATFORM

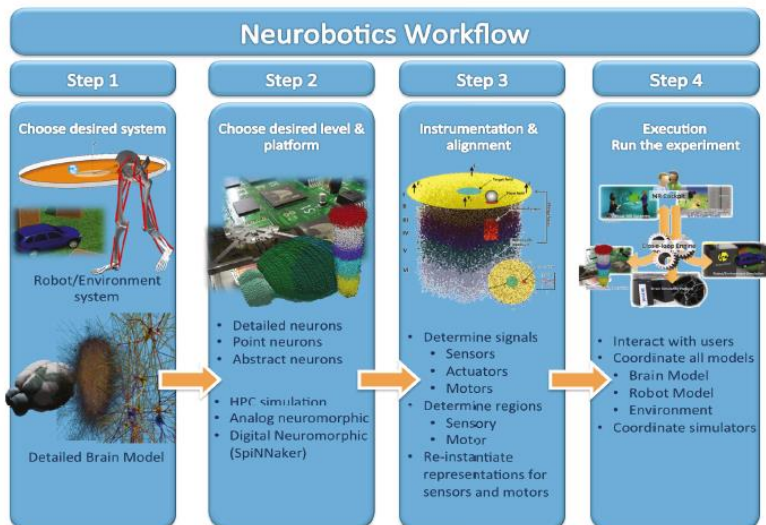
El SP10 permitirá a los investigadores llevar a cabo experimentos, en los que un robot virtual está conectado a un modelo del cerebro, a través de la Plataforma HPC (SP7) o de la Plataforma de Computación Neuromórfica (SP9)

La Plataforma de Neurorobótica será el primer entorno de robótica que nos permitirá vincular robots y modelos detallados y explorar los vínculos entre la actividad neuronal y funciones del cerebro de alto nivel.

El SP10 estará compuesto por cuatro módulos principales que estarán disponibles para su lanzamiento a la comunidad científica al final de la fase inicial del proyecto:

- Cockpit de Neurorobótica
- Simulación de robots
- Ambientes simulados
- Motor de ejecución

Por primera vez los científicos serán capaces de observar cada neurona y cada potencial de acción mientras el cerebro está involucrado en una tarea del comportamiento. Al final, la comunidad científica tendrá acceso al estado detallado de la totalidad del sistema nervioso.



PARTICIPANTES





Human Brain Project

SUBPROYECTO 11 (SP11): APPLICATIONS

El SP11 representa el primer paso hacia la consecución de los ambiciosos objetivos del HBP para la segunda fase, la fase de operaciones. El objetivo en esta primera fase, la fase Ramp-Up, es probar y refinar las versiones de las plataformas ICT para aportar demostraciones tempranas a pequeña escala de su potencial para la investigación en Neurociencia, Medicina y Computación, y así preparar una investigación más ambiciosa en la fase operativa.





SUBPROYECTO 11 (SP11): APPLICATIONS FUTURE NEUROSCIENCE

NEUROCIENCIA DEL FUTURO

La neurociencia moderna todavía no ha desentrañado cómo funciona el cerebro. Podemos describir genes, células, circuitos, patrones de actividad a gran escala, cognición.

Pero seguimos sin comprender los mecanismos causales que conectan las interacciones de bajo nivel entre los genes y las células con nuestra capacidad de percibir, comprender y actuar.

La neurociencia está fragmentada.

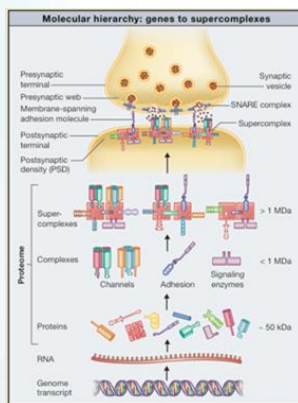
Distintos laboratorios utilizan métodos diferentes para estudiar diversas áreas del cerebro en animales dispares con niveles de descripción heterogéneos.

El Human Brain Project ha desarrollado el primer plan de integración global.

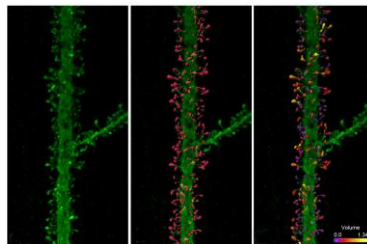
La primera parte de este plan consiste en crear un atlas centralizado del cerebro y proporcionar un acceso a escala mundial a todos los datos recogidos. Cualquier laboratorio podrá vincular sus datos con el atlas, lo que posibilitará que cualquier investigador pueda encontrar fácilmente los datos generados por otros.

Pero los datos por sí solos no son suficientes.

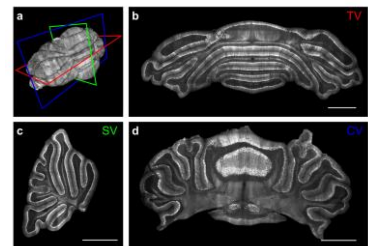
Para comprender los mecanismos causales que relacionan los distintos niveles de organización del cerebro necesitamos experimentos que son difíciles o imposibles de realizar con muestras de tejido o animales vivos.



Molecules



Cells



Whole Brain



SUBPROYECTO 11 (SP11): APPLICATIONS FUTURE NEUROSCIENCE

NEUROCIENCIA DEL FUTURO

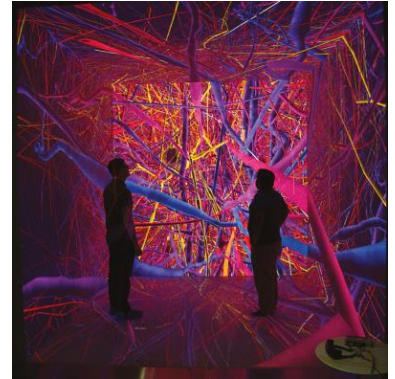
La Plataforma de Simulación Cerebral del Human Brain Project (SP6) proporcionará a la comunidad neurocientífica mundial una forma completamente nueva de hacer experimentos. La plataforma integrará todos nuestros conocimientos y datos en modelos unificados, abarcando los diferentes niveles de organización del cerebro.

Vamos a reproducir el comportamiento de estos modelos utilizando potentes superordenadores y los mejoraremos progresivamente con nuevos datos según los vayamos obteniendo.

La Plataforma de Neurorrobótica del Human Brain Project (SP10) combinará las simulaciones con robots virtuales. Esto permitirá a los investigadores manipular detalles de bajo nivel del modelo del cerebro y estudiar los efectos analizando el comportamiento de los robots.

A través de esta nueva neurociencia *in silico* no habrá nada que no podamos medir ni ningún aspecto del modelo que no podamos manipular. No habrá ninguna cuestión que no podamos plantear.

En resumen, el Human Brain Project ofrece un enfoque completamente nuevo para entender el cerebro. Esta estrategia servirá para impulsar el desarrollo de la medicina y la tecnología del futuro.



From virtual to physical robots

We tested the neurorobotics workflow in a simple prototype. Starting from the detailed model of the neocortical column, we produced a point-neuron model and a population model. The point-neuron column was used in simulations to balance a ball on a tray. The population model was implemented on SpiNNaker to control a physical instance of the task.

Ball-balancer courtesy of Prof. J. Conrad, TU Munich
SpiNNaker Board courtesy of Prof. S. Furber, U Manchester
Silicon Retina courtesy of Prof. T. Delbruck, ETH/Univ. Zürich



SUBPROYECTO 11 (SP11): APPLICATIONS FUTURE MEDICINE

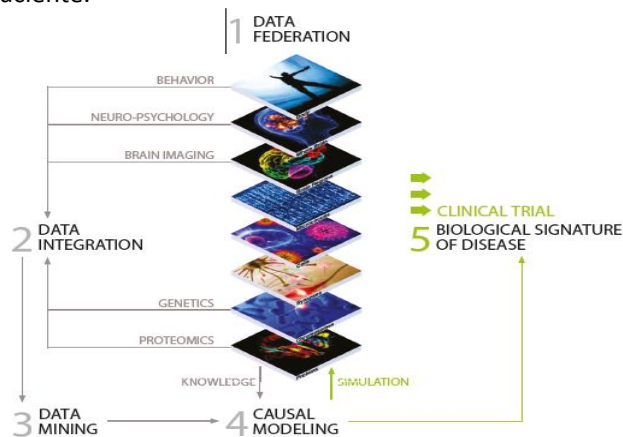
MEDICINA DEL FUTURO

Cada año decenas de millones de ciudadanos europeos padecen migrañas, depresión, Alzheimer, Parkinson y cientos de otras enfermedades cerebrales. Estas enfermedades le cuestan a Europa más que el cáncer y las enfermedades cardíacas juntas: más de 800.000 millones de euros al año.

Lo que necesitamos es una estrategia radicalmente nueva.

Las enfermedades del cerebro son diferentes de otras enfermedades. No hay pruebas de laboratorio objetivas y los tratamientos eficaces son escasos. El desarrollo de nuevos medicamentos es lento y costoso; tanto que muchas compañías farmacéuticas han cerrado sus laboratorios.

En la nueva estrategia del Human Brain Project el primer paso es recopilar los datos de pacientes hospitalarios de todo el mundo, permitiendo a los investigadores buscar patrones singulares de la enfermedad y del paciente.



Cuando podamos determinar la posición de los pacientes en un mapa de todas las enfermedades, podremos ofrecer diagnósticos más precisos y tratamientos personalizados. En algunos casos puede que incluso podamos detener sus enfermedades antes de que afloren.

Pero eso es sólo el primer paso. El siguiente será configurar nuestros modelos del cerebro con estas "signaturas de enfermedades". Luego podremos usar estos modelos para determinar cuál es el mejor tratamiento, lo cual constituye una herramienta revolucionaria para los investigadores que estudian la enfermedad cerebral y el desarrollo de nuevos tratamientos.

Este esfuerzo va mucho más allá del Human Brain Project. Las Plataformas de Informática Médica y Simulación Cerebral del Proyecto serán accesibles a toda la comunidad de investigadores clínicos. Trabajando juntos llegaremos a comprender mejor las enfermedades cerebrales y a desarrollar procedimientos más rápidos y económicos para producir nuevos medicamentos. Y lo que es más importante: podremos ofrecer tratamientos más seguros, eficaces y personalizados.



SUBPROYECTO 11 (SP11): APPLICATIONS FUTURE COMPUTING

COMPUTACIÓN DEL FUTURO

El Human Brain Project necesitará supercomputadores 100 veces más potentes que los actuales para simular el funcionamiento del cerebro humano.

La Plataforma de Computación de Alto Rendimiento del Human Brain Project (SP7) ofrecerá a los científicos posibilidades de simulación con capacidades de computación a *exaescala* nunca vistas.

Las nuevas tecnologías multiescala permitirán hacer el mejor uso posible de estos recursos, modelando las distintas partes del cerebro con el nivel de detalle apropiado.

Las nuevas técnicas de supercomputación interactiva proporcionarán a los científicos las herramientas necesarias para visualizar y realizar simulaciones en tiempo real, igual que si utilizaran un instrumento en el laboratorio.

Las nuevas tecnologías de Computación de Alto Rendimiento del Human Brain Project (SP7) tendrán una repercusión que sobrepasará los límites convencionales de la investigación del cerebro.

Ningún sistema ideado por el ser humano puede compararse con la flexibilidad, robustez y eficiencia energética del cerebro. Nada puede compararse con la habilidad del cerebro para aprender fácilmente nuevas tareas sin necesidad de programación.

Uno de los objetivos más importantes del Human Brain Project es desarrollar una categoría completamente nueva de “sistemas de computación neuromórficos”: chips, dispositivos y sistemas inspirados directamente en modelos detallados del cerebro humano.

La computación neuromórfica tiene un enorme potencial para transformar la industria, los servicios de transporte, la asistencia sanitaria y nuestra vida cotidiana.

La Plataforma de Computación Neuromórfica del Human Brain Project (SP9) puede ofrecer a las empresas y a los desarrolladores una oportunidad para experimentar con estos nuevos sistemas y explorar las posibilidades de aplicaciones radicalmente nuevas.





SUBPROYECTO 12 (SP12): ETHICS & SOCIETY

Los objetivos del SP12 son reconocer los aspectos éticos, sociales y filosóficos derivados del proyecto HBP, y ayudar a abordarlos de forma abierta y transparente



MISIONES CLAVE PARA LA ÉTICA Y SOCIEDAD EN EL HBP

- Examinar las implicaciones sociales, éticas y filosóficas del HBP, los beneficios de la investigación sobre el cerebro y sus aplicaciones tecnológicas
- Identificar cualquier riesgo potencial o implicaciones preocupantes para su discusión temprana
- Servir como interfaz entre la comunidad HBP y las percepciones y preguntas del público
- Fomentar la participación de los científicos HBP en el razonamiento ético y asegurar que el HBP sigue una política de innovación responsable
- Estar atento a las modificaciones nacionales y regionales relativas a la investigación ética

INVESTIGADORES CONCIENCIADOS

El objetivo de este estudio es estimular y fomentar la ética y reflexión social dentro del Consorcio HBP, sobre todo, entre jóvenes investigadores, médicos y programadores de tecnología. Se estudiará la ética y la percepción social de los científicos en el HBP, comenzando con un estudio de los puntos de vista éticos y sociales de los investigadores HBP y sus percepciones de la investigación y la innovación responsable en sus esferas de competencia. Al estudio le seguirá una investigación específica en áreas de interés, usando entrevistas y grupos de expertos.



PARTICIPANTES





Human Brain Project

<https://www.humanbrainproject.eu/es>