



## Corso di studi: Neuroscience (Laurea magistrale)

**Denominazione:** Neuroscience

**Dipartimento :** BIOLOGIA

**Classe di appartenenza:** LM-6 BIOLOGIA

**Interateneo:** No

**Interdipartimentale:** No

**Obiettivi formativi:** Il Corso di Laurea Magistrale in Neuroscience completa la formazione nelle discipline biologiche iniziata con il Corso di Laurea di primo livello in Scienze Biologiche. Questo corso di laurea magistrale ha l'obiettivo di formare laureati che abbiano una solida preparazione culturale biologica di base ed una formazione specifica per la comprensione e l'indagine sperimentale dei molteplici aspetti legati al funzionamento del sistema nervoso sia a livello molecolare e cellulare, che a livello di circuiti integrati, in condizioni fisiologiche o di alterazione genetica o patologica. Verrà fornita una preparazione altamente multidisciplinare, le cui competenze centrali nella formazione in neurobiologia molecolare e cellulare, neurobiologia dello sviluppo, neurobiologia dei sistemi, neurofisiologia, dovranno essere integrate formando gli studenti al ragionamento quantitativo-matematico, esponendo gli studenti ad approcci biofisici avanzati, computazionali, e ad approcci, di neuropsicologia, scienze cognitive e brain imaging. Lo scopo del corso di Laurea Magistrale è quindi quello di formare studenti che, indipendentemente dall'indirizzo di ricerca che sceglieranno, siano in grado di dialogare proficuamente e di interagire con specialisti che utilizzano altri approcci in modo da poter affrontare domande biologiche complesse. Nel percorso didattico del Corso di Laurea Magistrale in Neuroscience particolare attenzione sarà dedicata agli strumenti culturali e metodologici per l'acquisizione di conoscenze avanzate su:

- biologia cellulare delle cellule nervose, neurobiologia e neurochimica della comunicazione intercellulare, sviluppo morfologico e funzionale delle strutture neurali, organizzazione dei comportamenti stereotipati a base ereditaria, funzioni cognitive e fisiologia delle emozioni, meccanismi d'azione delle sostanze naturali endogene ed esogene che agiscono sul sistema nervoso e sul comportamento.
- conoscenza delle metodologie matematiche e statistiche necessarie per un corretto utilizzo e valutazione dei dati sperimentali.

Nel secondo anno del corso di laurea è previsto un notevole impegno dello studente nello svolgimento della tesi di laurea. L'obiettivo è quello di fornire allo studente, attraverso una significativa esperienza di lavoro sperimentale, la possibilità di acquisire sia gli strumenti culturali sia la capacità di analisi critica necessari allo svolgimento di attività di ricerca o ad assumersi la responsabilità di progetti e strutture. La tesi di Laurea Magistrale costituisce un elaborato originale collegato all'esperienza di lavoro sperimentale svolta dallo studente presso le strutture dell'Università o in laboratori o centri di ricerca convenzionati. Per acquisire le competenze descritte il corso di laurea prevede lezioni frontali, esercitazioni e attività di laboratorio inserite nei corsi. La Laurea magistrale in Neuroscience rappresenta una base culturale ideale per il proseguimento della formazione avanzata attraverso il dottorato di ricerca. La laurea magistrale in Neuroscience rappresenta anche una base formativa ideale per svolgere attività di ricerca ed applicative nell'ambito di discipline neurobiologiche attualmente in rapida espansione e soggette a continue innovazioni tecnologiche, tenendo in considerazione comunque anche i requisiti richiesti per l'accesso alla professione di biologo.

**Numero stimato immatricolati:** 40

**Requisiti di ammissione e modalità di verifica:** Per essere ammesso al Corso di Laurea Magistrale in Neuroscience, i candidati dovranno essere in possesso di specifici requisiti curriculari e di un'adeguata preparazione iniziale, che verrà valutata da un'apposita commissione.

Prima di inviare la domanda di partecipazione alla verifica della preparazione iniziale, ciascun candidato è tenuto a verificare il possesso dei requisiti curriculari previsti.

I requisiti curriculari sono i seguenti:

1. diploma di laurea triennale appartenente alla classe 12 o L-13;
2. diploma di laurea quadriennale o quinquennale in Scienze Biologiche;
3. diploma di laurea triennale in una classe diversa da quelle indicate al punto 1 e 2, laurea specialistica, laurea magistrale, laurea appartenente all'ordinamento previgente, a condizione di avere acquisito almeno 60 cfu nelle seguenti discipline di base della tabella della classe L-13 di Scienze Biologiche:
  - sia SSD di biologia: BIO/01, BIO/02, BIO/04, BIO/05, BIO/06, BIO/07, BIO/09, BIO/10, BIO/11, BIO/18, BIO/19, BIO/14, BIO/16, BIO/17, MPSI/02, MPSI/03, MED/03, MED/04, MED/07, MED/26, MED/37, MED/39.
  - che altri SSD: FIS/01 - FIS/08, INF/01, ING-INF/05, MAT/01 - MAT/09, CHIM/01, CHIM/02, CHIM/03, CHIM/06, MED/01, SECS/01-02, MPSI/03.
- Di tali 60 cfu, almeno 24 devono essere acquisiti in tre differenti settori scientifico/disciplinari BIO indicati e almeno 18 nei settori scientifico/disciplinari MAT, FIS, CHIM.
4. titolo conseguito all'estero e riconosciuto idoneo.

La verifica della preparazione iniziale consiste in una prova orale, svolta con una commissione apposita, per verificare il possesso di un'adeguata conoscenza delle discipline che fanno riferimento ai settori scientifico disciplinari BIO sopraindicati. La prova orale ha inoltre l'obiettivo di verifica del livello di conoscenza della lingua inglese, pertanto si svolgerà interamente in lingua inglese.

Possono partecipare alla verifica anche studenti dei corsi di laurea triennale che prevedono di laurearsi entro la prima sessione utile dopo la verifica, purché il numero di CFU ancora da acquisire tramite esami non sia superiore a 10 (esclusi i CFU previsti per la prova finale) e che il candidato sia già in possesso dei requisiti curriculari indicati al punto 1.c.

In base al risultato della prova orale potranno verificarsi le seguenti situazioni:

- ammissione al corso di laurea magistrale;
- ammissione al corso di laurea magistrale con un piano di studi personalizzato;
- non ammissione motivata.

In ogni caso, qualora nel corso del colloquio ne emerga la necessità, la commissione può individuare discipline da acquisire prima di iscriversi con i corsi singoli di transizione, fino ad una massimo di 40 cfu.

**Specifiche CFU:** Per le attività formative che prevedono lezioni frontali ogni CFU corrisponde a 8 ore di didattica formale e 17 ore di studio individuale. Per le attività che prevedono esercitazioni in aula ogni CFU corrisponde a 12 ore di lezione e 13 ore di studio individuale. Per le attività che prevedono esperienze condotte in laboratorio ogni CFU corrisponde a 16 ore di laboratorio e 9 ore di studio individuale.

**Modalità determinazione voto di Laurea:** La prova finale può avere due modalità di svolgimento:

- può essere previsto un internato di tesi di 48 cfu
- può essere previsto un tirocinio di 25 cfu a cui si somma un internato di tesi di 23 cfu.

La discussione dell'elaborato scritto della tesi di laurea magistrale avviene in presenza di una commissione ufficiale composta da 5-7 docenti. La commissione comprende alcuni membri fissi con diritto di voto (il presidente e 1-3 commissari), il relatore e i due correlatori. L'elenco degli 8 membri permanenti (fra cui vengono nominati il presidente e gli altri commissari) viene definito ogni anno dal Consiglio del Corso di Studi su proposta della Commissione Lauree e rimane in carica dal 1 giugno al 31 maggio dell'anno successivo.

La commissione prende visione dei giudizi espressi da relatore e correlatori e consegnati alla Segreteria didattica 20 giorni



prima della sessione di laurea; il relatore, sulla base dei criteri di valutazione utilizzati durante lo svolgimento della tesi, della sua stesura e della sua discussione, propone il voto dell'esame di laurea e i correlatori si esprimono in merito alla congruità del voto proposto sulla base dei giudizi espressi in sede di colloquio e di discussione della tesi di laurea magistrale, in merito ai seguenti aspetti:

- acquisizione dei concetti fondamentali alla base del lavoro svolto
- capacità di atteggiamento critico anche rispetto all'approccio sperimentale
- autonomia nelle attività di laboratorio anche in considerazione delle metodologie utilizzate
- autonomia nella valutazione ed interpretazione dei risultati
- autonomia nella elaborazione del manoscritto e competenze linguistiche
- proprietà di linguaggio tecnico-scientifico, chiarezza espositiva, correttezza nella presentazione del manoscritto

Viene quindi letto il curriculum e si procede alla votazione segreta indipendentemente dagli esiti precedenti.

Il voto di laurea magistrale è determinato dal curriculum complessivo degli studi, dalla Tesi e dalla sua discussione, nel rispetto del Regolamento Didattico di Ateneo e seguendo i criteri generali di valutazione dei candidati formulati dal Consiglio del Corso di Studi. Il voto viene espresso in centodecimali. Per l'attribuzione della lode occorre il voto unanime della commissione. Il voto finale è quindi determinato dalla commissione davanti alla quale il candidato discute la tesi di laurea magistrale. Il voto massimo è 110/110 eventualmente qualificato con lode. Il voto finale, salva la lode, risulta dalla somma delle seguenti componenti:

A) media dei voti in trentesimi, ponderata coi crediti, sugli esami di profitto superati nell'ambito del Corso di laurea magistrale (75% del peso totale);

B) media dei voti attribuiti in trentesimi da ciascuno dei 5-7 membri (2-4 membri fissi, il relatore e i due correlatori) della Commissione di Laurea dopo avere valutato l'esito della prova e le valutazioni del relatore e dei correlatori (25% del peso totale).

Il voto finale viene definito in base alla seguente formula  $(A \times 3 + B) \times 115/120$

E' facoltà del relatore o del presidente (sentito anche il parere dei correlatori) proporre, nel caso in cui il candidato raggiunga una valutazione finale di 110/110, l'assegnazione della lode; per proporre il conferimento della lode è necessario che lo studente abbia conseguito la votazione di 110/110 senza arrotondamenti in eccesso, e che abbia conseguito la votazione di 30/30 con lode in almeno 2 esami fondamentali del corso di laurea magistrale o che abbia una media curricolare di almeno 29/30.

**Attività di ricerca rilevante:** Il corso di laurea è focalizzato sullo studio del sistema nervoso sia a livello molecolare e cellulare, che a livello di circuitaria integrata. I docenti coinvolti svolgono attività di ricerca di base e applicata in questi settori:

Macri S et al & Vignali R. Hmga2 is required for neural crest cell specification in xenopus laevis. Dev Biol. 2016 Jan 21.

Pelosi B et al & Pasqualetti M. Generation of a Tph2 Conditional Knockout Mouse Line for Time- and Tissue-Specific

Depletion of Brain Serotonin. PLoS One. 2015 Aug 20

Giannini M et al & Raffa V. Sheets of vertically aligned BaTiO3 nanotubes reduce cell proliferation but not viability of NIH-3T3 cells. PLoS One. 2014 Dec 15

Filoni DN et al & Tozzi MG. A native electrophoretic technique to study oligomerization and activity of cytosolic 5'-nucleotidase II. Anal Bioanal Chem. 2013 Nov;405

Quaranta P et al & Longoni B. Co-transplantation of endothelial progenitor cells and pancreatic islets to induce long-lasting normoglycemia in streptozotocin-treated diabetic rats. PLoS One. 2014 Apr 14;

Pellé L et al & Landi S. Association between CYP2E1 polymorphisms and risk of differentiated thyroid carcinoma. Arch Toxicol. 2016 Jan 19.

D'Alessandro A et al. & Casini G. Protective effects of the neuropeptides PACAP, substance P and the somatostatin analogue octreotide in retinal ischemia: a metabolomic analysis. Mol Biosyst. 2014 Jun;

Dal Monte M, et al. Antiangiogenic Effectiveness of the Urokinase Receptor-Derived Peptide UPARANT in a Model of Oxygen-Induced Retinopathy. Invest Ophthalmol Vis Sci. 2015 Apr;

Tamietto M, Morrone MC. Visual Plasticity: Blindsight Bridges Anatomy and Function in the Visual System. Curr Biol. 2016 Jan 25;

Natale G et al & Fornai F. Compartment-dependent mitochondrial alterations in experimental ALS, the effects of mitophagy and mitochondriogenesis. Front Cell Neurosci. 2015 Nov 6;9

Ruffoli R, et al Ultrastructural studies of ALS mitochondria connect altered function and permeability with defects of mitophagy and mitochondriogenesis. Front Cell Neurosci. 2015 Sep 1;9

Ferri G et al & Bizzarri R. Organization of inner cellular components as reported by a viscosity-sensitive fluorescent Bodipy probe suitable for phasor approach to FLIM. Biophys Chem. 2016 Jan;208

Bertacchi M et al & Cremisi F. Activin/Nodal Signaling Supports Retinal Progenitor Specification in a Narrow Time Window during Pluripotent Stem Cell Neuralization. Stem Cell Reports. 2015 Oct 13;5

Ng'oma E et al & Cellerino A. Transcriptome profiling of natural dichromatism in the annual fishes *Nothobranchius furzeri* and *Nothobranchius kadleci*. BMC Genomics. 2014 Sep 2;15

De Nadai T et al. & Cattaneo A. Precursor and mature NGF live tracking: one versus many at a time in the axons. Sci Rep. 2016 Feb 1;6

de Vivo L et al. & Ratto GM. Extracellular matrix inhibits structural and functional plasticity of dendritic spines in the adult visual cortex. Nat Commun. 2013;4

Capsoni S. From genes to pain: nerve growth factor and hereditary sensory and autonomic neuropathy type V. Eur J Neurosci. 2014 Feb;39

Gagliardo A, et al. Evidence for perceptual neglect of environmental features in hippocampal-lesioned pigeons during homing. Eur J Neurosci. 2014 Oct;40

Caleo M. Rehabilitation and plasticity following stroke: Insights from rodent models. Neuroscience. 2015 Dec 17;311

Guadagni V et al & Strettoi E. Pharmacological approaches to retinitis pigmentosa: A laboratory perspective. Prog Retin Eye Res. 2015 Sep;48

**Rapporto con il mondo del lavoro:** Durante la progettazione del percorso formativo in questione, come accaduto per gli altri percorsi afferenti al Dipartimento di Biologia dell'Università di Pisa, si è tenuto conto anche di quanto emerso nelle riunioni del Comitato di Indirizzo del Dipartimento, recentemente riorganizzato con l'adesione di rappresentanti di diverse associazioni e figure professionali che operano in ambito biologico. Il Comitato di Indirizzo ha sostenuto fortemente la proposta di istituzione del Corso di Laurea Magistrale in Neuroscience sottolineando che i contenuti scientifici e culturali proposti e la collaborazione tra Dipartimento di Biologia e Scuola Normale Superiore, possono permettere la formazione di laureati magistrali esperti in neuroscienze con ottime ricadute anche sul territorio dove tali laureati potrebbero trovare notevoli possibilità di impiego.

Si è tenuto conto inoltre di quanto emerso nelle riunioni del C.B.U.I. (Collegio dei Biologi delle Università Italiane), a cui partecipano i presidenti dei corsi di laurea in Scienze Biologiche delle Università Italiane nonché altre parti interessate fra cui rappresentanti dell'Ordine Nazionale dei Biologi, svolte al fine di armonizzare l'offerta formativa triennale e magistrale nell'area delle Scienze Biologiche.

**Informazioni aggiuntive:** le proposte fatte per la scelta guidata sono facoltative; lo studente interessato a diversificare la scelta può presentare le proprie proposte al consiglio di corso di laurea per l'approvazione. I corsi di 6 cfu saranno tenuti su base semestrale o annuale in base alle esigenze didattiche. I corsi di 3 cfu saranno tenuti su base semestrale. Sulla base di quanto approvato dal cbui (collegio dei biologi delle università italiane) il corso di laurea ha messo a punto una scheda tuning contenente una matrice delle competenze versus unità didattiche.

**Primo anno (60 CFU)**

**Development and Differentiation of the nervous System (6 CFU)**

	CFU	SSD	Tipologia	Ambito
Development and Differentiation of the nervous System	6	BIO/06	Caratterizzanti	Discipline del settore biodiversità e ambiente

**Nanotechnology for neurosciences (6 CFU)**

	CFU	SSD	Tipologia	Ambito
Nanotechnology for neurosciences	6	BIO/11	Caratterizzanti	Discipline del settore biomolecolare

**Neurobiology I (6 CFU)**

	CFU	SSD	Tipologia	Ambito
Neurobiology I	6	BIO/09	Caratterizzanti	Discipline del settore biomedico

**Neurobiology II (9 CFU)**

	CFU	SSD	Tipologia	Ambito
Neurobiology II	9	BIO/09	Caratterizzanti	Discipline del settore biomedico
<i>Segmento Neurobiology - 2 modulo</i>	3	BIO/16 ANATOMIA UMANA		<i>lezioni frontali</i>

**Neurogenomics (6 CFU)**

	CFU	SSD	Tipologia	Ambito
Genetics	3	BIO/18	Caratterizzanti	Discipline del settore biomolecolare
Physiological genomics	3	BIO/09	Caratterizzanti	Discipline del settore biomedico

**Neuropharmacology and Biochemistry of Signalling (6 CFU)**

	CFU	SSD	Tipologia	Ambito
Biochemistry of Signalling	3	BIO/10	Caratterizzanti	Discipline del settore biomolecolare
Neuropharmacology	3	BIO/14	Caratterizzanti	Discipline del settore biomedico

**Transgenic models and molecular methods for Neurosciences (6 CFU)**

	CFU	SSD	Tipologia	Ambito
Transgenic models and molecular methods for Neurosciences	6	BIO/06	Caratterizzanti	Discipline del settore biodiversità e ambiente

**Mathematics for neurosciences (6 CFU)**

	CFU	SSD	Tipologia	Ambito
Mathematics for neurosciences	6	MAT/07	Affini o integrative	Attività formative affini o integrative

**Gruppo: Attività a scelta ( 9 CFU)**

Descrizione	Tipologia	Ambito
-------------	-----------	--------



## Regolamento Neuroscience

Descrizione	Tipologia	Ambito
Attività consigliate per la scelta dello studente		
<b>Note:</b> Le attività formative a scelta dello studente debbono essere approvate dal Consiglio di Corso di Studio, previo parere della Commissione Didattica. Le attività formative elencate nel gruppo non richiedono l'approvazione dei due organi sopramenzionati.		



**Curriculum: CURRICULUM NEUROSCIENCE**

**Secondo anno (60 CFU)**

**Neurobiology III (6 CFU)**

	CFU	SSD	Tipologia	Ambito
Neurobiology III	6	BIO/09	Caratterizzanti	Discipline del settore biomedico

**Sensory and Cognitive Neuroscience (6 CFU)**

	CFU	SSD	Tipologia	Ambito
Sensory and Cognitive Neuroscience	6	M-PSI/02	Affini o integrative	Attività formative affini o integrative

**Gruppo: Master degree Thesis ( 48 CFU)**

Descrizione	Tipologia	Ambito
In questo gruppo si propone una scelta tra una tesi di laurea che prevede un tirocinio di 25 CFU e 23 CFU per il completamento della tesi ed una tesi di laurea che prevede un internato di tesi di 48 CFU totali.		

**Gruppo Attività a scelta (9 CFU)**

**Descrizione:** Attività consigliate per la scelta dello studente

**Note:**

Le attività formative a scelta dello studente debbono essere approvate dal Consiglio di Corso di Studio, previo parere della Commissione Didattica. Le attività formative elencate nel gruppo non richiedono l'approvazione dei due organi sopramenzionati.

**Attività contenute nel gruppo**

**Analysis of temporal series (3 CFU)**

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Analysis of temporal series	3	BIO/09 FISIOLOGIA	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali	A scelta dello studente

**Biological basis of neurodegeneration and of neurodevelopmental diseases (6 CFU)**

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Biological basis of neurodegeneration and of neurodevelopmental diseases	6	BIO/09 FISIOLOGIA	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali+laboratorio	A scelta dello studente

**Comparative Neurobiology (3 CFU)**

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Comparative Neurobiology	3	BIO/06 ANATOMIA COMPARATA E CITOLOGIA	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali	A scelta dello studente

**Environmental experience and brain plasticity (3 CFU)**

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Environmental experience and brain plasticity	3	BIO/09 FISIOLOGIA	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali	A scelta dello studente

**Human Functional Imaging (3 CFU)**

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Human Functional Imaging	3	BIO/09 FISIOLOGIA	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali + esercitazioni	A scelta dello studente

**Neural stem cells (3 CFU)**

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Neural stem cells	3	BIO/06 ANATOMIA COMPARATA E CITOLOGIA	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali	A scelta dello studente

**Neurobiology of animal behaviour (6 CFU)**

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Modulo1	3	BIO/09 FISIOLOGIA	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali	A scelta dello studente
Modulo 2	3	BIO/05 ZOOLOGIA	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali	A scelta dello studente

**Omics technologies for Neurosciences (3 CFU)**

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Omics technologies for Neurosciences	3	BIO/09 FISIOLOGIA	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali+laboratorio	A scelta dello studente

**Gruppo Master degree Thesis (48 CFU)**  
**Regolamento Neuroscience**

**Descrizione:** In questo gruppo si propone una scelta tra una tesi di laurea che prevede un tirocinio di 25 CFU e 23 CFU per il completamento della tesi ed una tesi di laurea che prevede un internato di tesi di 48 CFU totali.

**Attività contenute nel gruppo**

**Master degree Thesis A (48 CFU)**

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Master degree Thesis A	47	PROFIN_S Prova finale per settore senza discipline	Prova finale	prova finale	Per la prova finale
Altre attività per l'inserimento nel mondo del lavoro	1	NN No settore	Altre attività - Altre conoscenze utili per l'inserimento nel mondo del lavoro	seminario	Altre Conoscenze Utili per l'Inserimento Nel Mondo del Lavoro

**Master degree Thesis B (23 CFU)**

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Master degree Thesis B	22	PROFIN_S Prova finale per settore senza discipline	Prova finale	prova finale	Per la prova finale
Altre attività per l'inserimento nel mondo del lavoro	1	NN No settore	Altre attività - Altre conoscenze utili per l'inserimento nel mondo del lavoro	seminario	Altre Conoscenze Utili per l'Inserimento Nel Mondo del Lavoro

**Stage (25 CFU)**

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Stage	25	NN No settore	Altre attività - Tirocini formativi e di orientamento	tirocinio	Tirocini formativi e di orientamento

### Analysis of temporal series (3 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Analysis of temporal series

**Obiettivi formativi:** The course will provide the programming basis for a quantitative approach to the analysis of the neurobiological signals and teach how to formulate, solve and interpret matlab programming language. Programming statistical analysis of experimental data.

Introduction to the Matlab development environment

Scalars, vectors, matrices and relative operators

Creation of graphic user interfaces (GUIs)

How to share and exchange data between different GUIs.

Spectral and statistical analysis of temporal series applied to the study of electrophysiological signals and calcium imaging

**CFU:** 3

**Reteirabilità:** 1

**Modalità di verifica finale:** Oral Exam

**Lingua ufficiale:** Inglese

#### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Analysis of temporal series	3	BIO/09 FISIOLOGIA	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali	A scelta dello studente

### Biological basis of neurodegeneration and of neurodevelopmental diseases (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Biological basis of neurodegeneration and of neurodevelopmental diseases

**Obiettivi formativi:** Common molecular and cellular mechanisms in neurodegeneration. Physiology and pathology of amyloid precursor protein and of microtubule associated protein tau. Physiology of the cholinergic system and Alzheimer's disease and Down Syndrome. Physiology of the dopaminergic nigrostriatal pathway and Parkinson disease. Physiology and pathology of the huntingtin and fmr proteins in Huntington and Fragile X syndrome. Physiology and pathology of MeCP2 in Rett Syndrome. Neuroinflammation and pathophysiology of myelination in Multiple Sclerosis. Pathophysiology of chronic pain. Molecular and neurodevelopmental basis of neuropsychiatric disorders

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** no

**Modalità di verifica finale:** Prova orale

**Lingua ufficiale:** Inglese

#### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Biological basis of neurodegeneration and of neurodevelopmental diseases	6	BIO/09 FISIOLOGIA	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali+laboratorio	A scelta dello studente

### Comparative Neurobiology (3 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Comparative Neurobiology

**Obiettivi formativi:** Analisi dei principi strutturali e funzionali dell'encefalo dei Vertebrati discussi in chiave evolutiva.

Sviluppo e struttura dell'encefalo dei vertebrati. Evoluzione del telencefalo dei vertebrati. La corticogenesi nell'embrione e nell'adulto. Principi di sviluppo ed evoluzione del cervello come paradigmi per lo studio delle patologie neuro-psichiatriche.

**Obiettivi formativi in Inglese:** Analysis of the structural and functional principles of brain development and evolution.

Development and structure of the vertebrate brain. Vertebrate telencephalon evolution. Embryonic and adult corticogenesis.

Principles of brain development and evolution as paradigms for the study of the molecular etiology of neuro-psychiatric pathologies.

**CFU:** 3

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** no

**Modalità di verifica finale:** Prova orale

**Lingua ufficiale:** Inglese

#### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Comparative Neurobiology	3	BIO/06 ANATOMIA COMPARATA E CITOLOGIA	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali	A scelta dello studente

### Development and Differentiation of the nervous System (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Development and Differentiation of the nervous System

**Obiettivi formativi:** Morphogenesis of the central nervous system: neurulation and neural tube formation. Molecular mechanisms of neural induction and neural patterning. Neural genesis and migration. Neural cell determination and differentiation; molecular control of gene transcription and translation in cell determination. Molecular mechanisms of cell





cycle and cell death in the developing nervous system. Axon growth and guidance; target selection; map formation. Neural stem cells. Epigenetic control of neuronal commitment: molecular mechanisms of cell memory, chromatin structure and function.

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Modalità di verifica finale:** Prova orale

**Lingua ufficiale:** Inglese

**Moduli**

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Development and Differentiation of the nervous System	6	BIO/06 ANATOMIA COMPARATA E CITOLOGIA	Caratterizzanti	lezioni frontali	Discipline del settore biodiversità e ambiente

**Environmental experience and brain plasticity (3 CFU)**

**Denominazione in Inglese:** Environmental experience and brain plasticity

**Obiettivi formativi:** Knowledge and understanding: the course aims to provide students with up-to-date knowledge concerning the impact of environmental stimulation on brain plasticity at the behavioural, electrophysiological and molecular level. Particular attention will be paid to paradigms of early sensory deprivation (e.g. monocular deprivation, maternal separation, stress) enrichment (environmental enrichment, handling, infant massage) and their long-lasting effects for the developing subject. A special focus will be the study of paradigmatic cases of neurodevelopmental disorders (e.g. amblyopia, Down syndrome, Rett syndrome). Moreover, the course will cover the study of the mechanisms underlying brain critical periods, together with the possibility to reopen windows of enhanced cerebral plasticity in both the adult and aging brain.

**CFU:** 3

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** no

**Modalità di verifica finale:** Prova orale

**Lingua ufficiale:** Inglese

**Moduli**

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Environmental experience and brain plasticity	3	BIO/09 FISIOLOGIA	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali	A scelta dello studente

**Human Functional Imaging (3 CFU)**

**Denominazione in Inglese:** Human Functional Imaging

**Obiettivi formativi:** MRI, EEG and MEG techniques. Designing an fMRI experiment on sensory cortex. Resting state correlation methods and algorithms. Diffusion Tensor Imaging and correlation with anatomical pathways. Comparison between fMRI, EEG and ECoGs studies in human. fMRI techniques for topographic mapping (retinotopy, tonotopy, somatotopy etc). Laboratory Unit for fMRI analysis

**CFU:** 3

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** no

**Modalità di verifica finale:** Prova orale

**Lingua ufficiale:** Inglese

**Moduli**

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Human Functional Imaging	3	BIO/09 FISIOLOGIA	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali + esercitazioni	A scelta dello studente

**Master degree Thesis A (48 CFU)**

**Denominazione in Inglese:** Master degree Thesis A

**Obiettivi formativi:** L'attività formativa prevede la stesura di una tesi di laurea magistrale che descrive un lavoro sperimentale originale svolto dallo studente seguito da un relatore (e da due correlatori (assegnati dal consiglio di corso di laurea).

**Obiettivi formativi in Inglese:** The activity consists in the production of a master thesis regarding an original experimental work done by the student and guided by a main supervisor (chosen by the student within the professors of the course or members of affiliated structures) and two assistant supervisors (assigned by the board of the course).

**CFU:** 48

**Reteirabilità:** 1

**Modalità di verifica finale:** Esame di laurea con discussione della tesi di laurea magistrale in presenza di una commissione formata da 5-7 membri fra cui il relatore e i due correlatori. La commissione valuterà il candidato in base alla discussione della tesi di laurea magistrale e in base ai colloqui pre-laurea svoltisi con i correlatori.

**Lingua ufficiale:** Inglese

## Moduli



### Regolamento Neuroscience

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Master degree Thesis A	47	PROFIN_S Prova finale per settore senza discipline	Prova finale	prova finale	Per la prova finale
Altre attività per l'inserimento nel mondo del lavoro	1	NN No settore	Altre attività - Altre conoscenze utili per l'inserimento nel mondo del lavoro	seminario	Altre Conoscenze Utili per l'Inserimento Nel Mondo del Lavoro

### Master degree Thesis B (23 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Master degree Thesis B

**Obiettivi formativi:** L'attività di internato di tesi prevede lo svolgimento di un tirocinio presso Enti esterni e la stesura di una tesi di laurea magistrale che descrive un lavoro sperimentale originale svolto dallo studente sia durante il tirocinio che nel periodo successivo seguito da un relatore (e da due correlatori (assegnati dal consiglio di corso di laurea).

**Obiettivi formativi in Inglese:** The activity consists in an internship and the production of a master thesis. The master thesis will regard the original experimental work done by the student during the internship. It will be guided by a main supervisor (chosen by the student within the professors of the course or members of affiliated structures) and two assistant supervisors (assigned by the board of the course).

**CFU:** 23

**Reteirabilità:** 1

**Modalità di verifica finale:** Esame di laurea di 23 CFU con discussione della tesi di laurea magistrale in presenza di una commissione formata da 5-7 membri fra cui il relatore e i due correlatori. La commissione valuterà il candidato in base alla discussione della tesi di laurea magistrale e in base ai colloqui pre-laurea svoltisi con i correlatori.

**Lingua ufficiale:** Inglese

## Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Master degree Thesis B	22	PROFIN_S Prova finale per settore senza discipline	Prova finale	prova finale	Per la prova finale
Altre attività per l'inserimento nel mondo del lavoro	1	NN No settore	Altre attività - Altre conoscenze utili per l'inserimento nel mondo del lavoro	seminario	Altre Conoscenze Utili per l'Inserimento Nel Mondo del Lavoro

### Mathematics for neurosciences (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Mathematics for neurosciences

**Obiettivi formativi:** The course will provide the mathematical basis for a quantitative approach to Neurosciences and teach how to formulate, solve and interpret mathematical models for the description of neurobiological systems. Calculus, Differential equations. Linear Algebra. Elements of probability and statistics. Statistical analysis of experimental data. Biostatistics for the planning of experiments.

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** no

**Modalità di verifica finale:** Prova orale

**Lingua ufficiale:** Inglese

## Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Mathematics for neurosciences	6	MAT/07 FISICA MATEMATICA	Affini o integrative	lezioni frontali+laboratorio	Attività formative affini o integrative

### Nanotechnology for neurosciences (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Nanotechnology for neurosciences

**Obiettivi formativi:** Principles of molecular imaging. Principles and strategies for drug delivery, crossing the blood brain barrier and PNS/CNS nerve regeneration. Molecular processes at the basis of chemogenetics, optogenetics and magnetogenetics. Chemical and biochemical sensors for neuroscience-related applications. Molecular basis of the new perspectives in the development of next generation neural interfaces.

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** no

**Modalità di verifica finale:** Prova finale

**Lingua ufficiale:** Inglese

**Moduli**

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Nanotechnology for neurosciences	6	BIO/11 BIOLOGIA MOLECOLARE	Caratterizzanti	lezioni frontali+laboratorio	Discipline del settore biomolecolare

**Neural stem cells (3 CFU)**

**Denominazione in Inglese:** Neural stem cells

**Obiettivi formativi:** Stem cell basics: molecular machinery of stem cells and differentiation into specific cell types. Neural stem cells of the developing nervous system.

Neuroprogenitors in cortical development and evolution. Adult neural stem cells and neurogenesis. Neural stem cells and brain tumors. Alternative sources of neural stem cells: induced pluripotent stem cells (iPS) and direct reprogramming. Brain organoids. Clinical application of neural stem cells for neurodegenerative disorders.

**CFU:** 3

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** no

**Modalità di verifica finale:** Prova orale

**Lingua ufficiale:** Inglese

**Moduli**

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Neural stem cells	3	BIO/06 ANATOMIA COMPARATA E CITOLOGIA	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali	A scelta dello studente

**Neurobiology III (6 CFU)**

**Denominazione in Inglese:** Neurobiology III

**Obiettivi formativi:** Synaptic plasticity, learning and memory (3 CFU) Molecular

and cellular mechanisms for synaptic and neuronal plasticity as the basis for learning and memory in the nervous system.

Short term and long term plasticity. Long term potentiation and long term depression, presynaptic and Hebbian mechanisms and Spike time dependent plasticity. Homeostatic plasticity. Activity dependent gene expression. Local translational control of gene expression at synapses. Neuro-epigenetics and long term transcriptional changes. The physiology of memory systems. Memory formation, consolidation, reconsolidation and erasure. Engrams and the nature of memory traces.

Plasticity and critical periods: the visual systems plasticity. Plasticity of neuronal circuits, reorganization and remodeling of circuits. Maladaptive plasticity and drug abuse. Chronic pain as a form of maladaptive plasticity. Adult neurogenesis and aging (3 CFU): mechanisms of adult neurogenesis and its modulation by experience and during aging. Adult neurogenesis, learning and memory. Aging of the brain: morphological and physiological changes. Systemic and metabolic control of aging, role of the hypothalamus calorie restriction and IGF1

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Neurobiology I e II

**Modalità di verifica finale:** Prova orale

**Lingua ufficiale:** Inglese

**Moduli**

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Neurobiology III	6	BIO/09 FISIOLOGIA	Caratterizzanti	lezioni frontali+laboratorio	Discipline del settore biomedico

**Neurobiology I (6 CFU)**

**Denominazione in Inglese:** Neurobiology I

**Obiettivi formativi:** Biophysical basis for neuronal excitability. Molecular and cellular biology of the neuronal and glial cells. Passive transmission of electric signals in neurons and cable equations. Ionic basis of the action potentials.

Frequency coding. Structural biology of ionic channels and receptors. Molecular and subcellular organization of the pre and post synapse.

Neuronal cytoskeleton, axonal transport of proteins and molecular motors. Neuron-glia communication. Axonal and dendritic mRNA transport. Molecular and biophysical mechanisms of synaptic transmission.

Neurotransmitter release. Post synaptic receptors and reversal potential. Quantal analysis of synaptic transmission changes. Biophysical methods for the study of electrical and chemical signalling in the brain.

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** no

**Modalità di verifica finale:** Prova orale

**Lingua ufficiale:** Inglese

**Moduli**



Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Neurobiology I	6	BIO/09 FISIOLOGIA	Caratterizzanti	lezioni frontali+laboratorio	Discipline del settore biomedico

**Neurobiology II (9 CFU)****Denominazione in Inglese:** Neurobiology II**Obiettivi formativi:** Gross anatomy of the central nervous system.

Sensory systems: sensory coding; processing of chemical, somatosensory, visual and acoustic stimuli.

Motor systems: motor cortex, basal ganglia, cerebellum and descending pathways.

Neuronal information processing (examples): gaze control; sleep and dreaming.

Neuroendocrine interactions: regulation of food intake.

Neurovascular interactions: physiology and pathology (retinopathy of prematurity, diabetic retinopathy and age-related macular degeneration as examples of disrupted neurovascular interactions).

**CFU:** 9**Reteirabilità:** 1**Propedeuticità:** no**Modalità di verifica finale:** Prova orale**Lingua ufficiale:** Inglese**Moduli**

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Neurobiology II	9	BIO/09 FISIOLOGIA	Caratterizzanti	lezioni frontali	Discipline del settore biomedico
Segmento Neurobiology - 2 modulo	3	BIO/16 ANATOMIA UMANA		lezioni frontali	

**Neurobiology of animal behaviour (6 CFU)****Denominazione in Inglese:** Neurobiology of animal behaviour**Obiettivi formativi:** The study of the neural bases of behavior: the emergence of neuroethology. Neurobiological processing of key stimuli and organization of a coordinated motor output. Classical studies in neuroethology: electrolocation in fish; echolocation in bats and cetaceans; directional sound localization in owls; vocal learning in songbirds; local navigation and the hippocampus in rodents; large scale navigation and spatial learning in birds**CFU:** 6**Reteirabilità:** 1**Propedeuticità:** no**Modalità di verifica finale:** Prova orale**Lingua ufficiale:** Inglese**Moduli**

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Modulo1	3	BIO/09 FISIOLOGIA	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali	A scelta dello studente
Modulo 2	3	BIO/05 ZOOLOGIA	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali	A scelta dello studente

**Note:**Insegnamento unico che insiste su due SSD**Neurogenomics (6 CFU)****Denominazione in Inglese:** Neurogenomics**Obiettivi formativi:** Students of Neurogenomics course will be provided with robust basis on understanding the functional analysis and molecular mechanisms of the genes and the genomes related to the physiology and pathophysiology of the nervous system. The integrated course is structured in two parts: "Neurogenetics and Neurogenomics" (3CFU) and "Physiopathology and treatments of CNS genetic diseases" (3CFU). Covered topics: from the "monogenic disease" concept to the multi-gene and genome contribution to hereditary neurodegenerative disorders; genotype-phenotype correlations in CNS hereditary disorders, experimental and clinical stage approaches to improve the disease outcome; visual system as a paradigm to illustrate concepts and tools to which other genetic diseases of the CNS will be compared to obtain general notions; the genomic complexity of CNS cancer, how the genetics and the genomics contribute to the definition of cells, mutations heterogeneity, drug resistance and tumor evolution.**CFU:** 6**Reteirabilità:** 1**Propedeuticità:** no**Modalità di verifica finale:** Prova orale (Oral interview)



## Regolamento Neuroscience

**Lingua ufficiale:** Inglese

### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Genetics	3	BIO/18 GENETICA	Caratterizzanti	lezioni frontali+laboratorio	Discipline del settore biomolecolare
Physiological genomics	3	BIO/09 FISILOGIA	Caratterizzanti	lezioni frontali	Discipline del settore biomedico

**Note:** Insegnamento unico che insiste su due SSD

### Neuropharmacology and Biochemistry of Signalling (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Neuropharmacology and Biochemistry of Signalling

**Obiettivi formativi:** SIGNALING THROUGH G-PROTEIN-COUPLED RECEPTORS Trimeric G Proteins Relay Signals From GPCRs Cyclic-AMP/mediated signaling, some G Proteins Signal Via Phospholipids, Ca<sup>2+</sup>/mediated signaling, G Proteins Directly Regulate Ion Channels  
SIGNALING THROUGH ENZYME-COUPLED RECEPTORS Signaling through Receptor Tyrosine Kinases (RTKs), Signaling through Ras and MAP Kinase, Rho Family GTPases, PI-3-Kinase–Akt/mTOR Signaling Pathway, JAK–STAT Signaling Pathway, TGF β Signaling  
ALTERNATIVE SIGNALING ROUTES IN GENE REGULATION Notch, Wnt, Hedgehog pathways, NF κ B-Dependent Signaling Pathway, Nuclear Receptors

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** no

**Modalità di verifica finale:** Prova finale

**Lingua ufficiale:** Inglese

### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Biochemistry of Signalling	3	BIO/10 BIOCHIMICA	Caratterizzanti	lezioni frontali	Discipline del settore biomolecolare
Neuropharmacology	3	BIO/14 FARMACOLOGIA	Caratterizzanti	lezioni frontali	Discipline del settore biomedico

**Note:** Insegnamento unico che insiste su due SSD

### Omics technologies for Neurosciences (3 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Omics technologies for Neurosciences

**Obiettivi formativi:** Introduction to analysis of RNA-seq data. ChIP-seq, Ribosome profiling . Proteomics. Elements of network theory. Application of network theory to connectomics. Weighted gene co-expression network analysis (WGCNA). Construction of networks with Cytoscape and WGCNA in R. Integration of different -omics data. Examples of applications of WGCNA to the Neurosciences

**CFU:** 3

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** no

**Modalità di verifica finale:** Prova orale

**Lingua ufficiale:** Inglese

### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Omics technologies for Neurosciences	3	BIO/09 FISILOGIA	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali+laboratorio	A scelta dello studente

### Sensory and Cognitive Neuroscience (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Sensory and Cognitive Neuroscience

**Obiettivi formativi:** Psychophysical and behavioural methods; Coding and decoding mechanisms of Sensory Stimuli; neuronal networks model of sensory processing; Topographical Representation and Representation of Space and Time; Sensory Motor interactions; Multisensory Integration; Higher Cortical Functions and Processing; Attention; Memory; Consciousness. Development of human sensory system. Laboratory Unit on psychophysical methods.

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** no

**Modalità di verifica finale:** Prova orale



**Lingua ufficiale:** Inglese

## Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Sensory and Cognitive Neuroscience	6	M-PSI/02 PSICOBIOLOGIA E PSICOLOGIA FISIOLOGICA	Affini o integrative	lezioni frontali	Attività formative affini o integrative

## Stage (25 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Stage

**Obiettivi formativi:** L'attività formativa prevede un tirocinio di 25 CFU propedeutico alla tesi di laurea da svolgersi sotto la guida di un tutor interno che sarà anche relatore della tesi.

**Obiettivi formativi in Inglese:** The course provides a training activity of 25 ects, mandatory for the preparation of the master thesis, to be held under the supervision of the thesis tutor.

**CFU:** 25

**Reteirabilità:** 1

**Modalità di verifica finale:** Giudizio sulla base della valutazione del Tutor interno che sarà anche relatore della tesi di laurea.

Il giudizio acquisito contribuirà alla valutazione della Tesi di laurea.

**Lingua ufficiale:** Inglese

## Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Stage	25	NN No settore	Altre attività - Tirocini formativi e di orientamento	tirocinio	Tirocini formativi e di orientamento

## Transgenic models and molecular methods for Neurosciences (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Transgenic models and molecular methods for Neurosciences

**Obiettivi formativi:** Generation of transgenic organisms (C.elegans, Drosophila, Danio rerio, Xenopus, mouse); in vivo gene targeting (RNA interference, mouse gene KO and knock-in and Conditional KO); viral vectors for gene mis-expression and inactivation in vivo and in vitro; viral tracing of neuronal connections, genome editing, CRISPR Cas9; antibody and peptide libraries.

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** no

**Modalità di verifica finale:** Prova orale

**Lingua ufficiale:** Inglese

## Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica	Ambito
Transgenic models and molecular methods for Neurosciences	6	BIO/06 ANATOMIA COMPARATA E CITOLOGIA	Caratterizzanti	lezioni frontali+laboratorio	Discipline del settore biodiversità e ambiente