

## Guia docent

### Identificació de l'assignatura

|                             |                                            |
|-----------------------------|--------------------------------------------|
| <b>Assignatura / Grup</b>   | 11248 - Introducció a la Neurodinàmica / 1 |
| <b>Titulació</b>            | Màster Universitari de Neurociències       |
| <b>Crèdits</b>              | 5                                          |
| <b>Període d'impartició</b> | Segon semestre                             |
| <b>Idioma d'impartició</b>  | Català                                     |

### Professors

| Professor/a                                                                                       | Horari d'atenció als alumnes |            |          |              |            |                   |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|------------|----------|--------------|------------|-------------------|
|                                                                                                   | Hora d'inici                 | Hora de fi | Dia      | Data d'inici | Data de fi | Despatx / Edifici |
| Francesc Xavier Bornas Agusti<br><a href="mailto:xavier.bornas@uib.cat">xavier.bornas@uib.cat</a> | 09:00                        | 12:00      | Dimarts  | 17/09/2019   | 17/12/2019 | 014/IUNICS        |
|                                                                                                   | 16:00                        | 18:00      | Dimecres | 05/02/2020   | 13/05/2020 | 014/IUNICS        |

### Contextualització

Aquesta assignatura optativa pretén oferir una finestra relativament nova per la qual mirar l'activitat cerebral. El marc d'aquesta finestra és la Teoria dels Sistemes Dinàmics (nom genèric en el qual s'inclou la Teoria del Caos, potser més coneguda popularment). Aquestes teories ens han donat eines per a l'estudi de la complexitat, i difícilment trobaríem un sistema més complex que el cervell humà. Són eines conceptuals i també metodològiques, que ens permeten fugir de les visions reduccionistes de la realitat i obtenir coneixements més globals i alhora amb importants repercussions pràctiques. Pel que fa als conceptes, la fractalitat, per exemple, ocuparà un lloc central. Una senzilla búsqueda per Internet del terme "fractal" permet donar una ullada a aquest món fascinant que es va estenent pels camps més diversos de la ciència i la cultura. Quant als mètodes, s'han desenvolupat algorismes i procediments per a quantificar la complexitat de l'activitat cerebral en condicions molt diverses. Com ja indica el nom de l'assignatura, es tracta d'una INTRODUCCIÓ i l'objectiu és proporcionar conceptes i mètodes essencials que serveixin de base per a l'aprofundiment posterior en la matèria.

Nota: els continguts d'aquesta assignatura no tenen res a veure amb la Neurodinàmica entesa des del punt de vista de la fisioteràpia i la rehabilitació. Tampoc tenen a veure amb el que s'anomena Neurodinàmica de la Personalitat. Per saber de què tracta exactament cal llegir aquesta guia docent, específicament la secció 4 (Continguts).

### Requisits

## Guia docent

Poder llegir textos científics en Anglès amb fluïdesa és molt convenient, així com estar familiaritzat amb l'ús de programari tipus Excel.

### Competències

#### Específiques

- \* CE23 Ser competente en análisis no lineal de series temporales, y específicamente de señales de EEG
- \* CE27 Aproximación al análisis no lineal

#### Genèriques

- \* CG4 Capacidad de comprender los procesos cognitivos desde la perspectiva neurocientífica.

#### Transversals

- \* CT4 Adquirir los conocimientos necesarios que sirvan de base para el desarrollo de y/o la aplicación de ideas en un contexto de investigación.

#### Bàsiques

- \* Podeu consultar les competències bàsiques que l'estudiant ha d'haver assolit en acabar el màster a l'adreça següent: [http://estudis.uib.cat/master/comp\\_basiques/](http://estudis.uib.cat/master/comp_basiques/)

### Continguts

Els continguts es divideixen en quatre blocs o temes. El primer és de caire introductori i pretén fer reflexionar sobre la Neurodinàmica contrastant-la amb visions més tradicionals. El segon i el tercer tracten conceptes bàsics sobre els quals es construeix la Neurodinàmica. El quart presenta algunes àrees d'aplicació; aquest quart bloc es podrà enfocar cap a alguna àrea d'especial interès per l'alumnat, ja sigui per motius acadèmics o professionals.

#### Continguts temàtics

##### Tema 1. Què ens aporta la Neurodinàmica'

Aquest primer tema mira de contrastar la Neurodinàmica amb la visió més tradicional de l'estudi de l'activitat cerebral. La idea d'activitat "induced" contrasta amb la d'activitat "ongoing"; l'estudi de la resposta cerebral als estímuls/tasques experimentals contrasta amb l'estudi de l'activitat cerebral en "resting"; les anàlisis espectrals de bandes de freqüències contrasta amb les anàlisis de les senyals an bandes molt més amples; etc.

##### Tema 2. Característiques dels sistemes dinàmics

###### 2.1. Què són els sistemes dinàmics?

###### 2.2. Com es comporten els sistemes dinàmics? Sensibilitat, impredictibilitat, autoorganització.

##### Tema 3. L'estudi dels sistemes dinàmics

###### 3.1. L'espai de fase (*phase space* o *state space*): el concepte.

###### 3.2. La reconstrucció de l'espai de fase. Mètode de demores temporals (*time-delay*).

## Guia docent

3.3. Atractors i trajectòries en l'espai de fase.

3.4. Mesures: entropia, fractalitat i *scaling*, sensibilitat a les condicions inicials, complexitat i sincronització.

Tema 4. Aplicacions de la Neurodinàmica

4.1. Psicopatologia: depressió, ansietat, esquizofrènia.

4.2. Regulació emocional.

4.3. Dolor.

4.4. Processos psicològics bàsics.

4.5. Altres aplicacions.

## Metodologia docent

La metodologia expositiva es limitarà als conceptes essencials. En funció dels coneixements dels estudiants a l'inici de les classes, es dedicarà més o menys temps a les exposicions magistrals. Però en qualsevol cas la metodologia principal serà participativa, mitjançant seminaris de debat de lectures seleccionades i activitats pràctiques.

## Volum de treball

És molt mal de preveure la distribució del volum de treball quan encara no se sap ni quants estudiants hi haurà ni, més important, quin nivell inicial tindran. A continuació s'ofereix, per tant, una aproximació que cal entendre amb molta cautela.

## Activitats de treball presencial (1,4 crèdits, 35 hores)

| Modalitat           | Nom                  | Tip. agr.      | Descripció                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Hores |
|---------------------|----------------------|----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| Classes teòriques   | Sessions expositives | Grup gran (G)  | Presentació i comentari dels continguts temàtics de l'assignatura. L'objectiu és facilitar la comprensió inicial dels conceptes de la Teoria dels Sistemes Dinàmics.                                                                                                                                                                                                                           | 15    |
| Seminaris i tallers | Seminaris de debat   | Grup mitjà (M) | Els seminaris es dedicaran al debat d'idees a partir de les lectures (en anglès) recomanades per cada seminari. Aquestes lectures s'indicaran oportunament a campus extens i sempre que sigui possible s'hi penjaran.                                                                                                                                                                          | 10    |
| Classes pràctiques  | Pràctiques           | Grup mitjà (M) | La finalitat de les pràctiques és doble:<br>* 1. obtenir una comprensió clara de conceptes essencials, p.ex. el concepte de fractal.<br>* 2. aprendre a calcular alguns índexs de complexitat en senyals reals.<br>Específicament les activitats pràctiques que pensam fer són:<br>* Demostració del caos determinístic mitjançant l'equació logística (requereix full de càlcul tipus Excel). | 10    |

## Guia docent

| Modalitat | Nom | Tip. agr. | Descripció                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Hores |
|-----------|-----|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
|           |     |           | <ul style="list-style-type: none"> <li>* Determinar la dimensió fractal de la costa d'una zona de Mallorca.</li> <li>* Elaboració d'un objecte fractal, amb paper.</li> <li>* Reconstrucció de l'espai de fase d'un sistema a partir d'un dels seus outputs (sèrie temporal).</li> <li>* Examen de la invariància d'escala en sèries temporals de dades fisiològiques (requereix full de càlcul tipus Excel).</li> </ul> |       |

A començament del semestre hi haurà a disposició dels estudiants el cronograma de l'assignatura a través de la plataforma UIBdigital. Aquest cronograma inclourà almenys les dates en què es faran les proves d'avaluació contínua i les dates de lliurament dels treballs. A més, el professor o la professora informará els estudiants si el pla de treball de l'assignatura es durà a terme a través del cronograma o per una altra via, inclosa la plataforma Aula digital.

Activitats de treball no presencial (3,6 crèdits, 90 hores)

| Modalitat                           | Nom    | Descripció                                          | Hores |
|-------------------------------------|--------|-----------------------------------------------------|-------|
| Estudi i treball autònom individual | Estudi | Lectures recomanades, de preparació dels seminaris. | 90    |

### Riscs específics i mesures de protecció

Les activitats d'aprenentatge d'aquesta assignatura no comporten riscos específics per a la seguretat i salut dels alumnes i, per tant, no cal adoptar mesures de protecció especials.

### Avaluació de l'aprenentatge dels estudiants

L'avaluació es farà de forma continuada (seminaris i pràctiques), amb una petita prova de resposta breu sobre conceptes bàsics al final de l'assignatura.

### Frau en elements d'avaluació

D'acord amb l'article 33 del Reglament acadèmic, "amb independència del procediment disciplinari que es pugui seguir contra l'estudiant infractor, la realització demostradorament fraudulenta d'algun dels elements d'avaluació inclosos en guies docents de les assignatures comportarà, a criteri del professor, una menysvaloració en la seva qualificació que pot suposar la qualificació de «suspens 0» a l'avaluació anual de l'assignatura".

## Guia docent

### Sessions expositives

|                      |                                                                                                                                                                      |
|----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Modalitat            | Classes teòriques                                                                                                                                                    |
| Tècnica              | Proves de resposta breu ( <b>no recuperable</b> )                                                                                                                    |
| Descripció           | Presentació i comentari dels continguts temàtics de l'assignatura. L'objectiu és facilitar la comprensió inicial dels conceptes de la Teoria dels Sistemes Dinàmics. |
| Criteris d'avaluació | Claredat en la definició de conceptes                                                                                                                                |

Percentatge de la qualificació final: 25%

### Seminaris de debat

|                      |                                                                                                                                                                                                                       |
|----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Modalitat            | Seminaris i tallers                                                                                                                                                                                                   |
| Tècnica              | Informes o memòries de pràctiques ( <b>no recuperable</b> )                                                                                                                                                           |
| Descripció           | Els seminaris es dedicaran al debat d'idees a partir de les lectures (en anglès) recomanades per cada seminari. Aquestes lectures s'indicaran oportunament a campus extens i sempre que sigui possible s'hi penjaran. |
| Criteris d'avaluació | Exactitud a l'hora d'informar del que s'ha tractat al seminari<br>Aportacions personals fonamentades                                                                                                                  |

Percentatge de la qualificació final: 25%

### Pràctiques

|                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Modalitat            | Classes pràctiques                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Tècnica              | Informes o memòries de pràctiques ( <b>no recuperable</b> )                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Descripció           | La finalitat de les pràctiques és doble: *1. obtenir una comprensió clara de conceptes essencials, p.ex. el concepte de fractal.*2. aprendre a calcular alguns índexs de complexitat en senyals reals. Específicament les activitats pràctiques que pensam fer són: *Demostració del caos determinístic mitjançant l'equació logística (requereix full de càlcul tipus Excel).*Determinar la dimensió fractal de la costa d'una zona de Mallorca.*Elaboració d'un objecte fractal, amb paper.*Reconstrucció de l'espai de fase d'un sistema a partir d'un dels seus outputs (sèrie temporal).*Examen de la invariància d'escala en sèries temporals de dades fisiològiques (requereix full de càlcul tipus Excel). |
| Criteris d'avaluació | Correcció en la realització de les pràctiques<br>Presentació clara dels resultats                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |

Percentatge de la qualificació final: 25%

### Estudi

|                      |                                                     |
|----------------------|-----------------------------------------------------|
| Modalitat            | Estudi i treball autònom individual                 |
| Tècnica              | Proves de resposta breu ( <b>no recuperable</b> )   |
| Descripció           | Lectures recomanades, de preparació dels seminaris. |
| Criteris d'avaluació | Claredat en la definició de conceptes               |



## Guia docent

Concisió de les respostes

Percentatge de la qualificació final: 25%

### Recursos, bibliografia i documentació complementària

En funció dels coneixements a l'inici de l'assignatura cada estudiant haurà de fer unes lectures de caire més bàsic, on es defineixen els conceptes essencials, i més especialitzat. Les primeres estan a l'apartat de Bibliografia bàsica mentre les segones (algunes relatives a aplicacions) es troben en la Complementària. S'ha fet una selecció fins a un cert punt (i òbviament) esbiaixada per la recerca que el grup al qual pertany el professor de l'assignatura està duent a terme. De totes maneres, s'aconsellaran lectures individualment, a partir dels interessos de cada estudiant.

#### Bibliografia bàsica

- \* Bak, P., & Paczuski, M. (1995). Complexity, comtingency, and criticality. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, 92, 6689-6696.
- \* Bhattacharya, J. (2000). Complexity analysis of spontaneous EEG. *Acta Neurobiologiae Experimentalis*, 60, 495-501.
- \* Bornas, X. (2016). *Psicopatología y caos* (2ªed.). Madrid: Bubok Publishing ([www.bubok.es](http://www.bubok.es))
- \* Freeman, W. J. (1999). *How brains make up their minds*. London: Phoenix.
- \* Gleick, J. *Chaos. Making a new science*. New York: Penguin Books, 1987.
- \* Linkenkaer-Hansen, K., Nikouline, V. V., Palva, J. M., & Ilmoniemi, R. J. (2001). Long-range temporal correlations and scaling behavior in human brain oscillations. *The Journal of Neuroscience : The Official Journal of the Society for Neuroscience*, 21(4), 1370-1377.
- \* Mandelbrot, B. B. (1967). How long is the coast of Britain? statistical self-similarity and fractal dimension. *Science*, 156(156.3775.636), 636-638.
- \* Mandelbrot, B. B. (1982). *The fractal geometry of nature*. New York: W. H. Freeman and Co.
- \* West, B.J. (2006). *Where medicine went wrong. Rediscovering the path to cpmplexity*. Singapore: World Scientific.

#### Bibliografia complementària

- \* Bak, P., Tang, C., & Wiesenfeld, K. (1987). Self-organized criticality: An explanation of the 1/f noise. *Physical Review Letters*, 59(4), 381-384
- \* Berthouze, L., James, L. M., & Farmer, S. F. (2010). Human EEG shows long-range temporal correlations of oscillation amplitude in theta, alpha and beta bands across a wide age range. *Clinical Neurophysiology*, 121(8), 1187-1197. doi:10.1016/j.clinph.2010.02.163
- \* Bornas, X., Llabres, J., Noguera, M., Lopez, A. M., Gelabert, J. M., & Vila, I. (2006). Fear induced complexity loss in the electrocardiogram of flight phobics: A multiscale entropy analysis. *Biological Psychology*, 73(3), 272-279. doi:10.1016/j.biopsycho.2006.05.004
- \* Bornas, X., Muehlberger, A., Llabres, J., Wiedemann, G., & Pauli, P. (2009). Looking for traces of phylogenetic fears: Differences in EEG slow oscillations and complexity between spider- and flight phobic subjects. *International Journal of Clinical and Health Psychology*, 9(1), 37-49.
- \* Bornas, X., Noguera, M., Balle, M., Morillas-Romero, A., Aguayo-Siquier, B., Tortella-Feliu, M., & Llabres, J. (2013). Long-range temporal correlations in resting EEG its associations with depression-related emotion regulation strategies. *Journal of Psychophysiology*, 27(2), 60-66. doi:10.1027/0269-8803/a000087
- \* Bornas, X., Tortella-Feliu, M., Balle, M., & Llabres, J. (2013). Self-focused cognitive emotion regulation style as associated with widespread diminished EEG fractal dimension. *International Journal of Psychology*, 48(4), 695-703. doi:10.1080/00207594.2012.671945



## Guia docent

- \* Klonowski, W., Stepien, P., & Stepien, R. (2010). Complexity measures of brain electrophysiological activity in consciousness, under anesthesia, during epileptic seizure, and in physiological sleep. *Journal of Psychophysiology*, 24(2), 131-135. doi:10.1027/0269-8803/a000024
- \* Linkenkaer-Hansen, K., Smit, D. J., Barkil, A., van Beijsterveldt, T. E., Brussaard, A. B., Boomsma, D. I., . . . de Geus, E. J. (2007). Genetic contributions to long-range temporal correlations in ongoing oscillations. *The Journal of Neuroscience : The Official Journal of the Society for Neuroscience*, 27(50), 13882-13889. doi:10.1523/JNEUROSCI.3083-07.2007
- \* Linkenkaer-Hansen, K., Monto, S., Rytisälä, H., Suominen, K., Isometsä, E., & Kähkönen, S. (2005). Breakdown of long-range temporal correlations in theta oscillations in patients with major depressive disorder. *The Journal of Neuroscience*, 25(44), 10131-10137. doi:10.1523/JNEUROSCI.3244-05.2005
- \* Palva, J. M., Zhigalov, A., Hirvonen, J., Korhonen, O., Linkenkaer-Hansen, K., & Palva, S. (2013). Neuronal long-range temporal correlations and avalanche dynamics are correlated with behavioral scaling laws. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 110(9), 3585-3590. doi:10.1073/pnas.1216855110
- \* Raghavendra, B. S., Dutt, D. N., Halahalli, H. N., & John, J. P. (2009). Complexity analysis of EEG in patients with schizophrenia using fractal dimension. *Physiological Measurement*, 30(8), 795-808. doi:10.1088/0967-3334/30/8/005

### Altres recursos

Actualment la quantitat de recursos disponibles a Internet és enorme. L'estudiant pot trobar interessantíssims vídeos, per exemple, que il·lustren conceptes bàsics com el d'autoorganització, impredictibilitat, caos... O espectaculars imatges de fractals, tant artificials com naturals, i explicacions i tutorials sobre mètodes i tècniques d'anàlisi. S'aconsella que l'estudiant navegui per la Xarxa i cerqui aquests recursos pel seu compte a fi de comentar-los, si vol, a les sessions presencials de l'assignatura.