

# Grado de concordancia en una serie de informes de electroencefalogramas ambulatorios del Departamento de Neurofisiología Clínica del Hospital de Clínicas

Coefficient of agreement in a series of reports for ambulatory electroencephalograms at the Clinical Neurophysiology department of Clinicas Hospital

Grau de concordância em uma série de relatórios de eletroencefalograma ambulatório do Departamento de Neurofisiologia Clínica do Hospital de Clínicas.

C. Mezquita<sup>1</sup>, M. Legnani<sup>2</sup>, L. Urban<sup>3</sup>, H. Jochen Hackembruch<sup>4</sup>

## Resumen

El electroencefalograma (EEG) es una técnica neurofisiológica encargada de analizar la actividad cerebral utilizada con fines diagnósticos en la epilepsia, pero también en pacientes con encefalopatías agudas y crónicas no epilépticas. Su interpretación debe realizarse por médicos especializados en el área con una formación correcta, actualizada y homogénea para evitar conclusiones disímiles y términos en desuso. Para conocer dentro de una unidad de Neurofisiología Clínica de manera objetiva cómo se interpreta un EEG y su concordancia, comparamos una serie de estudios de EEG ambulatorios a través del grado de concordancia o Kappa entre los observadores. Creemos que es importante conocer las similitudes o diferencias inter observador a fines de corregir los problemas observados y mejorar la calidad asistencial.

**Palabras clave:** Electroencefalograma  
Concordancia  
Kappa

**Key words:** Electroencephalogram  
Concordance  
Kappa

## Introducción

El informe del electroencefalograma (EEG), como en cualquier procedimiento diagnóstico, requiere del conocimiento teórico-práctico de la técnica a realizar como también de las patologías neurológicas para lo cual se solicita el estudio. De ambos hechos surge la interpretación final del médico.

Cuanto más homogénea sea la adquisición de dichos conocimientos en un grupo, perteneciente a un mismo

servicio, mayor será la concordancia entre ellos de las interpretaciones de los hallazgos del EEG. Esto resultará en un informe final correcto (para dicho grupo) y con menos probabilidades de un infra o sobrediagnóstico. Pero también es importante para la comunidad médica que los exámenes complementarios tengan la menor variabilidad diagnóstica posible.

La técnica de EEG valora dos grandes aspectos: las características del ritmo de fondo y la presencia

1. Licenciada en Neurofisiología Clínica. Departamento de Neurofisiología Clínica del Hospital de Clínicas.

2. Neuróloga. Asistente de Neurofisiología Clínica. Departamento de Neurofisiología Clínica del Hospital de Clínicas.

3. Neurólogo. Asistente de Neurofisiología Clínica. Departamento de Neurofisiología Clínica del Hospital de Clínicas.

4. Neurólogo. Profesor Agregado de Neurofisiología Clínica. Departamento de Neurofisiología Clínica del Hospital de Clínicas.

Correspondencia: Dr. H. Jochen Hackembruch. Correo electrónico: hackembruch@gmail.com

Los autores declaran no tener conflicto de interés.

Los autores declaran que no recibieron financiación específica para este trabajo.

Trabajo aprobado por el Comité de Ética de la Investigación del Hospital de Clínicas.

Recibido: 2/9/2022

Aprobado: 28/2/2023



**Figura 1.** EEG en vigilia. Época de 10 segundos. Ritmo alfa posterior. Montaje bipolar. Registros del autor.



**Figura 2.** EEG en sueño. Etapa N2. Época de 10 segundos. Se observan husos de sueño y ondas de vértex. Montaje bipolar longitudinal. Registros del autor.

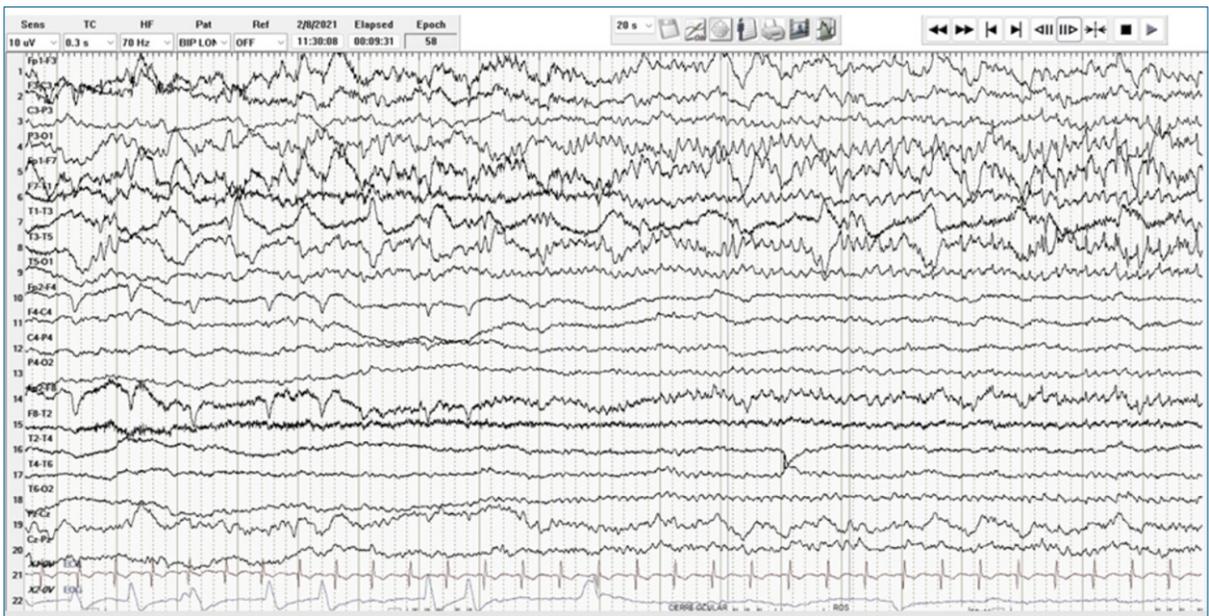
de eventos transitorios patológicos (por ejemplo: actividad epileptiforme). Dentro del ritmo de fondo, la actividad cerebral en un paciente ambulatorio (dejaremos de lado a los pacientes confusos y/o en estado crítico) se compone básicamente de dos estados: vigilia y sueño. Durante la vigilia, en un adulto observamos una actividad cortical o “ritmo de fondo” con un gradiente anteroposterior en base a ritmos en la banda de frecuencia beta-alfa. A la actividad cortical posterior normal, que posee ciertas características definidas, la denominamos “ritmo posterior alfa”. La actividad además debe ser continua, sincrónica entre hemisferios y

de amplitud normal. Cuando el individuo se duerme, pueden ser identificadas en el EEG las diferentes etapas de sueño. Las etapas más habituales que se consiguen en un laboratorio de neurofisiología son las etapas N1 y N2 del sueño NREM<sup>(1)</sup> (figuras 1 y 2).

El reconocimiento de eventos transitorios patológicos y no patológicos puede ser un desafío y a veces depende de ciertas condiciones técnicas provocadoras llamadas “activaciones” (hiperventilación, fotoestimulación, sueño, etcétera). Además, es muy importante distinguir un transitorio patológico de uno no patológico. Dentro de los no patológicos encontramos actividad



**Figura 3.** EEG en vigilia. Época de 10 segundos. Transitorio patológico: actividad epileptiforme focal e interictal en hemisferio izquierdo y en hemisferio derecho. Montaje bipolar. Registros del autor.



**Figura 4.** EEG en vigilia. Época de 20 segundos. Transitorio patológico: actividad epileptiforme ictal, crisis electroclínica focal en región frontal inferior y temporal anterior de hemisferio izquierdo. Montaje bipolar. Registro del autor.

cortical transitoria del sueño (por ejemplo ritmos hipnagógicos) y variantes fisiológicas. Dentro de los patológicos encontramos actividades rítmicas sin claro valor epileptógeno (por ejemplo actividad Delta intermitente frontal o FIRDA, por sus siglas en inglés) y actividades epileptiformes, ya sea interictales (por ejemplo ondas agudas esporádicas) o ictales (crisis electrográficas o electroclínicas)<sup>(1-4)</sup> (figuras 3 y 4).

De esto se desprende que el conocimiento teórico adecuado (aprendizaje en centros académicos autori-

zados), el conocimiento práctico que desarrolla el médico (la revisión tutorizada de un número importante de estudios) y la actualización de los conocimientos ya adquiridos, permiten minimizar el error y aumentar la concordancia entre un mismo grupo de médicos (si su formación, reiteramos, es homogénea).

En relación con la metodología utilizada a nivel internacional y para analizar la concordancia o “acuerdo” de variables nominales u ordinales, esta puede establecerse mediante el análisis de grado de concordancia o

**Tabla 1.** Características de los pacientes y registros de EEG

Edad	Media 41 años (rango 17-76 años)
Sexo	1/1 (50%/50%)
Motivo de solicitud	Evento único y paroxístico 46,6% Control de paciente epiléptico 43% Por antecedente personal 1,4%
Activaciones	HVP 43% FEI 30% Sueño 66,6%
Duración del registro	56 min (rango 30 – 120 min)

índice Kappa. Este análisis propuesto por Jacob Cohen en 1960<sup>(5)</sup>, mide el grado de concordancia entre dos observadores y asegura que además dicha concordancia no se deba al azar. Desde allí se han implementado algunas variantes, de las que destacaremos a Fleiss, quien describe un método de análisis de concordancia para más de dos observadores. Así, conocer la concordancia permite reconocer en forma objetiva las debilidades y fortalezas de un servicio.

El objetivo de este trabajo es determinar el grado de concordancia entre los médicos que informan electroencefalogramas de un servicio de Neurofisiología, el Departamento de Neurofisiología Clínica del Hospital de Clínicas.

### Metodología

Durante el año 2022 se analizaron 30 registros de electroencefalografía en pacientes ambulatorios adultos que fueron referidos de distintos servicios clínicos del hospital. Se excluyeron pacientes internados en sala o CTI. El procedimiento fue realizado en dos equipos de EEG (Nihon Kodhen 9100 *Neurofax* y Nicolet Natus *One*). Se colocaron los electrodos de registro según lo establecido por el sistema 10-20 propuesto por la Federación Internacional<sup>(6,7)</sup>. Se redujo la impedancia evitando un *miss-match* elevado y se registró con filtros en 0,5–70 Hz. La duración de los registros fue de 30 minutos como mínimo y se realizaron las activaciones solicitadas. La etapa de análisis del trazado se realizó con montajes de revisión en referencia Cz, referencia mastoides, referencia nariz y bipolar longitudinal con épocas de 10 segundos. Tres observadores analizaron los registros en forma independiente, no accediendo a los informes finales de los otros médicos, ni informes previos en caso de existir, previo a completar cada protocolo. Solo era posible acceder a los datos clínicos de cada paciente.

Se recolectaron variables como edad, sexo, duración del registro, motivo de solicitud y antecedentes.

En cuanto a las variables del registro utilizadas para

**Tabla 2.** Ritmo de fondo (normal vs anormal)

Method	Fleiss' Kappa for m Raters
Subjects	30
Raters	3
Agreement %	97
Kappa	0,904
p-value	< 0,001

**Tabla 3.** Disfunción focal (sí/no)

Method	Fleiss' Kappa for m Raters
Subjects	30
Raters	3
Agreement %	77
Kappa	0,468
p-value	< 0,001

analizar la concordancia se categorizaron y evaluaron las siguientes:

- Ritmo de fondo normal. Variable nominal. Definiendo el mismo como un ritmo que posea un gradiente anteroposterior, beta-alfa, sincrónico, simétrico y reactivo ante el cierre y apertura ocular. De amplitud normal mayor a 20  $\mu$ V.
- Presencia de un enlentecimiento difuso o focal: disfunción cortical. Variable nominal. Lo definimos como un ritmo en donde se pierde el gradiente anteroposterior normal y comienzan a observarse ritmos más lentos, en la banda Theta – Delta. Siendo un ritmo Theta un enlentecimiento leve, Delta moderado y Delta de baja amplitud, monomorfo y con poca variabilidad o arreactivo, severo.
- Sueño. Variable nominal. El sueño NREM, el más frecuentemente observado en la práctica del EEG, lo definimos como el momento en que desaparece el ritmo de vigilia y aparecen los hallazgos característicos de sus etapas N1 (aparición de ondas de Vértex) y/o N2 (aparición de husos de sueño).
- Etapas logradas de sueño. Variable ordinal. Etapas N1 o N2.
- Presencia de actividad epileptiforme. Variable nominal. Aparición de transitorios agudos (onda aguda, espigas, complejos onda aguda – onda lenta). Ya sea interictal (lo más frecuentemente hallado en el paciente ambulatorio) o bajo la forma de crisis electroclínicas o electrográficas.
- Tipo de distribución del a actividad epileptiforme: sea esta focal o generalizada. Variable nominal.

Se realizó un análisis cuantitativo y cualitativo de las variables mencionadas.

En el caso del análisis de concordancia kappa este fue realizado con la prueba de Fleiss para más de dos

**Tabla 4.** Sueño (sí/no)

Method	Fleiss' Kappa for m Raters
Subjects	30
Raters	3
Agreement %	83
Kappa	0,741
p-value	< 0,001

**Tabla 5.** Sueño etapas (N1,N2, somnolencia)

Method	Fleiss' Kappa for m Raters
Subjects	30
Raters	3
Agreement %	63
Kappa	0,596
p-value	< 0,001

**Tabla 6.** Actividad epileptiforme (sí/no)

Method	Fleiss' Kappa for m Raters
Subjects	30
Raters	3
Agreement %	83
Kappa	0,625
Z	6,26
p-value	< 0,001

**Tabla 7.** Actividad epileptiforme (focal vs generalizado)

Method	Fleiss' Kappa for m Raters
Subjects	30
Raters	3
Agreement %	87
Kappa	0,706
p-value	< 0,001

observadores. Los valores k resultantes se clasificaron según los siguientes intervalos: menor a 0,21 (mala); entre 0,21–0,40 (débil); entre 0,41–0,60 (moderada); entre 0,61–0,80 (buena) y más de 0,80 (muy buena). Escala propuesta por Altman en 1999 adaptado de Landis y Koch en 1977<sup>(8-11)</sup>.

Se utilizó el programa Jamovi, software libre y de código abierto, para el análisis de datos.

## Resultados

Se obtuvieron 30 registros, con una proporción de 50% mujeres y 50% de hombres. La media de edad fue de 41 años (rango de 17-76 años) y la media de duración del registro fue de 56 minutos (rango de 30–120 min). El motivo de solicitud del estudio fue: por un evento transitorio y paroxístico en el 46,6 %; control de un paciente con diagnóstico de epilepsia en el 43% y el restante 1,4% se remitía para el estudio solo con el dato de un antecedente personal neurológico (ACV o trauma craneal grave). En cuanto a las activaciones, se realizó al menos una activación en el 80%, de ellas la hiperventilación se realizó en el 43% de los casos, fotoestimulación en el 30% de los casos y el sueño espontáneo o inducido se alcanzó en el 66,6% de los registros. Dichas características se resumen en la tabla 1.

### Concordancia. Kappa. Método de Fleiss.

La concordancia en el ritmo de fondo fue muy buena, solo en un paciente no hubo acuerdo y en un observador. Debemos mencionar que dicha discordancia fue entre consignar un ritmo de fondo levemente enlentecido (banda de frecuencia Theta 7 Hz) vs un ritmo de fondo normal (Alfa 8 Hz) (tabla 2).

**Tabla 8.** Intensidad de frecuencia de la actividad epileptiforme

Method	Fleiss' Kappa for m Raters
Subjects	30
Raters	3
Agreement %	83
Kappa	0,657
z	8,12

La concordancia en catalogar una disfunción focal fue moderada. La discordancia ocurrió en dos pacientes y con disfunciones leves (ritmo Theta) (tabla 3).

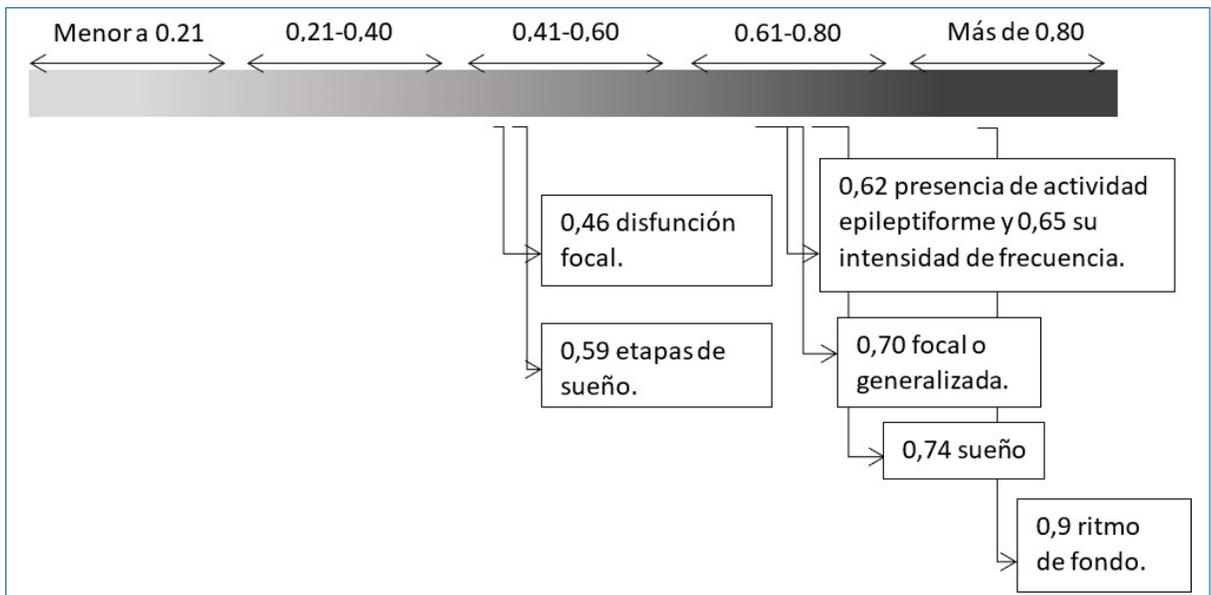
Con relación a consignar si se logró sueño, la concordancia fue buena entre los observadores (tabla 4).

Cuando se intenta diferenciar las etapas alcanzadas, la concordancia descende, siendo moderada (tabla 5), la concordancia en detectar una actividad epileptiforme, así como clasificarla en focal o generalizada y su intensidad de frecuencia fue buena (tablas 6, 7 y 8).

Los hallazgos de concordancia, Kappa, para todas las variables en su conjunto se resumen en la figura 5.

## Discusión

Obtuvimos una proporción de sexo equilibrada 1/1, con un rango de edad amplio. Destacamos que el tiempo de duración del registro nunca fue menor a 30 minutos, lo cual es una exigencia a nivel internacional. En cuanto a las activaciones, son solicitadas por el médico tratante, pero en algún caso, cuando no son solicitadas, el servicio y dependiendo del cuadro clínico realizó la activación que consideró necesaria. De todas formas, debemos recalcar que es de indicación del médico tra-



**Figura 5.** Resumen de los hallazgos de concordancia. Kappa, método Fleiss para más de dos observadores.

tante qué activación debemos realizar, ya que es quién cuenta con toda la información clínica para sospechar el tipo de epilepsia y sus principales activadores.

En relación con la concordancia entre los observadores queremos destacar que no hubo una concordancia débil y todas fueron desde concordancias moderadas a muy buenas con Kappas mayores a 0,40. Destacamos además que dos de las variables para la cual se utiliza el EEG, como es evaluar el ritmo de fondo en un paciente ambulatorio (encefalopático vs. normal) y la presencia o no de transitorios epileptiformes y su intensidad de frecuencia alcanzaron índices Kappa mayores a 0,60 (buena concordancia).

Observar una disfunción focal fue la variable de menor concordancia, lo que atribuimos a que es difícil evaluar una disfunción focal dado que cuando se presenta de forma leve (Theta) y abarca pocos electrodos de nuestro montaje, puede dar a lugar a dudas en cuanto a la técnica (artefacto atribuido a un electrodo que no está bien adherido) o que cuando el enlentecimiento es leve (ritmos Theta altos: 6-7 Hz) el reconocimiento es más difícil y es una consigna en nuestro servicio no sobrediagnosticar patrones dudosos. Los ritmos más lentos (Delta) son más notorios y fáciles de detectar (lo cual no ocurrió en nuestra muestra). También debe conocer el lector que una disfunción *focal permanente* es debido generalmente a lesiones estructurales, las cuales pueden ser corroboradas por otros métodos diagnósticos (imagen). De todas formas, creemos que es una debilidad detectada y que debemos corregir en el futuro.

### Conclusión

Los servicios de diagnóstico y tratamiento, pero también clínicos, debemos conocer el grado de concordancia para con las variables que se utilizan en la práctica diaria. Esto permite conocer el funcionamiento del servicio en forma *objetiva* y reforzar las debilidades que puedan surgir de este análisis y así mejorar la certeza diagnóstica y el grado de confiabilidad hacia la técnica, en este caso, el electroencefalograma.

### Abstract

An electroencephalogram (EEG) is a neurophysiological technique that measures electrical activity in the brain for diagnostic purposes in epilepsy, and in patients with non-epileptic acute and chronic encephalopathies. This test must be performed by physicians who are specialized in the area and have the appropriate updated and uniform training, in order to avoid dissimilar conclusions and outdated terms. We compared a series of ambulatory EEG by analyzing the Kappa or coefficient of agreement rate among observers to objectively learn how an EEG is interpreted and about agreement rates at the Neurophysiology Clinic. We believe it is important to learn about inter-observer similarities and differences to allow for the correction of problems noticed and improve the quality of care.

### Resumo

O eletroencefalograma (EEG) é uma técnica neurofisiológica utilizada no estudo da atividade cerebral

utilizada no diagnóstico em epilepsia, mas também em pacientes com encefalopatias não epiléticas agudas e crônicas. Sua interpretação deve ser realizada por médicos especialistas na área com formação correta, atualizada e homogênea para evitar conclusões díspares e termos obsoletos. Para conhecer como um EEG e sua concordância são interpretados objetivamente dentro de uma unidade de Neurofisiologia Clínica, comparamos uma série de estudos EEG ambulatoriais através do grau de concordância ou Kappa entre observadores. Acreditamos que é importante conhecer as semelhanças ou diferenças interobservadores para corrigir os problemas observados e melhorar a qualidade do atendimento.

### Bibliografía

1. Ebersole J, Husain A, Nordli D. Current Practice of Clinical Electroencephalography. 4th ed. Lippincott Williams & Wilkins: Philadelphia, 2014.
2. McKay JH, Tatum WO. Artifact mimicking ictal epileptiform activity in EEG. *J Clin Neurophysiol* 2019; 36(4):275-88. doi: 10.1097/WNP.0000000000000597.
3. Mathias SV, Bensalem-Owen M. Artifacts that can be misinterpreted as interictal discharges. *J Clin Neurophysiol* 2019; 36(4):264-74. doi: 10.1097/WNP.0000000000000605.
4. Kang JY, Krauss GL. Normal variants are commonly overread as interictal epileptiform abnormalities. *J Clin Neurophysiol* 2019; 36(4):257-63. doi: 10.1097/WNP.0000000000000613.
5. Cohen J. A coefficient of agreement for nominal scales. *EPM* 1960; 20:37-46. doi: 10.1177/001316446002000104.
6. American Electroencephalographic Society guidelines for standard electrode position nomenclature. *J Clin Neurophysiol* 1991; 8(2):200-2.
7. Kutluay E, Kalamangalam G. Montages for noninvasive EEG recording. *J Clin Neurophysiol* 2019; 36(5):330-6. doi: 10.1097/WNP.0000000000000546.
8. Landis JR, Koch GG. The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics* 1977; 33(1):159-74.
9. Mc Hugh ML. Interrater reliability: the kappa statistic. *Biochem Med (Zagreb)* 2012; 22(3):276-82.
10. Viera AJ, Garrett JM. Understanding interobserver agreement: the kappa statistic. *Fam Med* 2005; 37(5):360-3.
11. Zec S, Soriani N, Comoretto R, Baldi I. High agreement and high prevalence: the paradox of Cohen's Kappa. *Open Nurs J* 2017; 11:211-8. doi: 10.2174/1874434601711010211.eCollection2017.

### Contribución de autores y ORCID:

Carina Mezquita, Ejecución y revisión crítica.

Mariana Legnani, Ejecución, interpretación de los resultados, redacción y revisión crítica.

Luis Urban, Ejecución, interpretación de los resultados, redacción y revisión crítica.

Heber Jochen Hackembruch, Concepción, diseño, ejecución, análisis, interpretación de los resultados, redacción y revisión crítica.

Carina Mezquita, ORCID 0000-0001-5471-3784

Mariana Legnani, ORCID 0000-0002-4695-4577

Luis Urban, ORCID 0000-0003-1377-3777

Heber Jochen Hackembruch, ORCID 0000-0002-6256-3998