

2016

Volumen 11, Nº 2

ISSN 0716-677X



Universidad de
Playa Ancha



VISIONES CIENTÍFICAS



Imagen de portada: Viña del Mar

ÍNDICE

- 5 ESTIMACIÓN NO PARAMÉTRICA DE FUNCIONES PERIÓDICAS USANDO EL ANÁLISIS DE FOURIER, CON APLICACIÓN A DATOS BIOMÉDICOS
- 12 VALPARAÍSO Y SUS QUEBRADAS: SU VALORACIÓN COMO RECURSO NATURAL, SU SENTIDO PATRIMONIAL Y CONSIDERACIONES PARA SU RECUPERACIÓN
- 18 RESPUESTA DE BACTERIAS AMONIO-OXIDANTES NATURALES A DISTINTOS RANGOS DE RADIACIÓN EN UN HUMEDAL ALTIPLÁNICO (SALAR DE HUASCO)
- 25 MATRIZ DE PERMUTACIÓN DE UN GRAFO
PERMUTATION MATRIX OF A GRAPH
- 29 PROMOCIÓN DE APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO Y DESARROLLO DE COMPETENCIAS EN AMBIENTE DE BLENDED LEARNING PARA UN CURSO DE INTRODUCCIÓN A LA FÍSICA EN EL PREGRADO UNIVERSITARIO

Representante legal: Patricio Sanhueza Vivanco
Decano: José Rubio Valenzuela
Director: Dr. Carlos Silva Córdova
Subdirector: Dr. Mauricio Valenzuela Harrington

Consejo Editorial:

Dr. Guillermo Díaz Fleming UPLA Chile
Dr. Jorge Galbati R. P.U.C.V Chile
Dr. Carlos Silva Córdova UPLA Chile
Dr. Mauricio Valenzuela H. UPLA Chile

Cuerpo Consultivo Nacional:

Dr. Raúl Benavides Gallardo UFRO Chile
Dra. Lorena Gerli Candía UCSC, Chile
Dr. Arturo Mena Lorca P.U.C.V Chile
Dra. Rosa Montaña Espinoza USACH Chile
Dr. Andrei N. Tchernitchin U. DE CHILE Chile
Dra. Cecilia Rivera Castro UPLA Chile
Dr. Guillermo Riveros Gómez UPLA Chile
Dr. Carlos H. Worner O. P.U.C.V Chile

Cuerpo Consultivo Internacional

Dr. Jorge Fiallo Rodríguez IPLAC Cuba
Dr. Caio Naberezny Azevedo UNICAMP Brasil
Dr. Ramón Pérez Pérez UNIOVI España
Dr. David Power Clarkson University N.Y. USA
Dra. Alma Rosa Hernández M. ULSA México
Dr. Antonio Rodríguez M. U. Pablo de Olavide, Sevilla, España

Portada / Carlos Silva Córdova

Diseño Editorial / Carolina Delgado Raggio

Impresión / Servicio de Imprenta Universidad de Playa Ancha

Frecuencia de Publicación / Semestral

Tiraje / 350 ejemplares

Dirección de la Revista / Director Revista «Visiones Científicas» / Casilla 34-V / Fax (32) 2500546 Fonos (32) 2205545 2500513

E-mail: visionescientificas@upla.cl

Facultad de Ciencias Naturales y Exactas / UPLACED / Valparaíso-Chile

REVISTAS VISIONES CIENTÍFICAS

Facultad de Ciencias Naturales y Exactas / Universidad de Playa Ancha Ciencias de la Educación, Valparaíso
ISSN 0716-677X

Se terminó de imprimir esta edición en el mes de Diciembre de 2016

IMPRESO EN CHILE/PRINTED IN CHILE

PRESENTACIÓN

Estimada y estimado lector

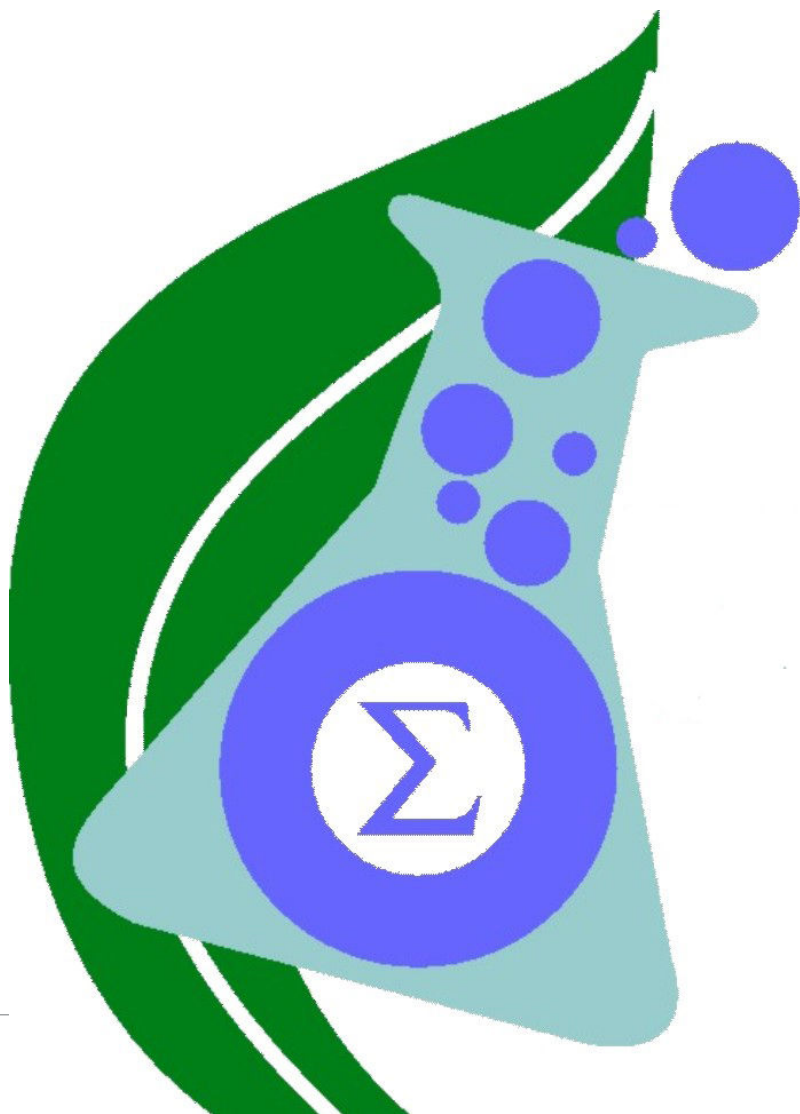
Nos es motivo de profunda satisfacción, presentar este nuevo número de la revista Visiones Científicas, dedicado a temas de evidente interés en las áreas del conocimiento a las cuales se relaciona.

Queremos agradecer a quienes han colaborado, con su trabajo a hacer posible este nuevo número. Encontraremos artículos de académicos y académicas de nuestra Facultad y de otras Facultades de nuestra casa de estudios, así como también de otras instituciones amigas.

Como hemos dicho en ediciones anteriores, nuestro objetivo es contribuir, a través de nuestra revista, a la difusión de conocimiento relacionado con distintos ámbitos de la ciencia. La revista pretende mostrar la importancia de generar conocimiento en estas áreas, sirviendo de orientación tanto a problemas nacionales como a realidades similares.

Estamos seguros de que los artículos que están contenidos en este número nos entregan alternativas innovadoras que serán de gran utilidad e inspiración para todos los lectores, ya sean del mundo académico, profesionales o personas con curiosidad científica, haciendo honor al célebre enunciado Aristotélico: «*Todos los hombres desean por naturaleza saber*»

José Rubio Valenzuela
Decano Facultad de Ciencias Naturales y Exactas



ESTIMACIÓN NO PARAMÉTRICA DE FUNCIONES PERIÓDICAS USANDO EL ANÁLISIS DE FOURIER, CON APLICACIÓN A DATOS BIOMÉDICOS

Carvajal Muquillaza, Cristian¹

Resumen

En este trabajo se mostrará un estimador semiparamétrico de la frecuencia fundamental de una señal periódica desconocida, desarrollado por los autores Marc Lavielle y Céline Lévy-Leduc, asociado a un modelo de regresión con ruido aditivo. Este estimador maximiza una versión penalizada del periodograma acumulado, una vez obtenido el estimador de la frecuencia se utilizará las bases de Fourier para desarrollar y estimar la señal asociado al modelo. Por otro lado, implementaremos los algoritmos de ambos estimadores, utilizando el software Scilab, y lo aplicaremos a datos reales de imágenes cerebrales.

Palabras claves: Estimación no paramétrica, Estimación de frecuencias, Análisis de Fourier, Periodograma.

Abstract

In this paper we will present a semiparametric estimator of the fundamental frequency of an unknown periodic signal, developed by Marc Lavielle and Céline Lévy-Leduc, associated to a regression model with additive noise. This estimator maximizes a penalized version of the accumulated periodogram, once the frequency estimator is obtained, the Fourier bases will be used to develop and estimate the signal associated with the model. On the other hand, we will implement the algorithms of both estimators, using the Scilab software, and we will apply to real data of cerebral images.

Keywords: Non-parametric estimation, Frequency estimation, Fourier analysis, Periodogram.

¹ Académico del Departamento de Matemática y Estadística, Facultad de Ciencias Naturales y Exactas, Universidad de Playa Ancha. cristian.carvajal@upla.cl

1. Introducción

La estimación no paramétrica de funciones periódicas en modelos de regresión, se realizará utilizando la teoría de Fourier. Es importante decir que existen otros estimadores noparamétricos, tales como los estimadores de Kernel, sin embargo los estimadores basados en el desarrollo de series de funciones trigonométricas, se adaptan de mejor forma a las funciones periódicas.

Para esto se observa un conjunto de datos $x_1, \dots, x_n$, en el siguiente modelo de regresión:

$$x_j = s(j\Delta) + \varepsilon_j, \quad 1 < j < n \quad (1)$$

Donde s es una función de regresión periódica, con forma desconocida, Δ es el periodo de muestreo (tiempo entre una observación y otra) y los ε_j son variables gaussianas independientes.

El objetivo en este modelo, es estimar la función s a partir de las observaciones $x_1, \dots, x_n$, adoptando un enfoque no paramétrico, es decir sin hacer supuestos sobre la forma de la función s .

En la resolución de este problema, nos podemos enfrentar a dos situaciones, a saber:

- El periodo de la señal es conocido.
- El periodo de la señal es desconocido.

En el primer caso, la estimación se transforma en un problema semiparamétrico, siguiendo las definiciones dadas por A.W. Van der Vaart [2], dado que hay que estimar, a la vez, un parámetro (el periodo) y la función de regresión s . En el segundo caso el problema es no paramétrico, ya que solo debemos estimar la función.

2. Estimación de la función s con periodo conocido

Supongamos que la función s es de clase C^1 y periódica de periodo T , además asumamos que $s \in L^2([0, T])$. Por otro lado si las observaciones x_j son tales que $j\Delta \in [0, T]$ y el periodo de muestreo Δ depende de n , de la forma $\Delta = \frac{T}{n}$, de manera de obtener n observaciones sobre el intervalo $[0, T]$, entonces el modelo (1) es de la forma:

$$x_j = s\left(j\frac{T}{n}\right) + \varepsilon_j \quad 1 < j < n \quad (2)$$

Ahora bien, se sabe que bajo condiciones de regularidad, la función s puede ser representada como una serie de Fourier, de la forma

$$s(t) = \sum_{k=-\infty}^{\infty} C_k \varphi_k(t) \quad (3)$$

Donde

$$\varphi_k(t) = \exp\left(ikt \frac{2\pi}{T}\right) \quad \text{y}$$

$$C_k = C_k(s) = \frac{1}{T} \int_0^T s(\theta) e^{-ik\theta \frac{2\pi}{T}} d\theta.$$

2.1. Definición del estimador de la función de regresión:

Una idea intuitiva para construir un estimador de s , es usar la representación (3). Observemos que en (3), los coeficientes de Fourier C_k son desconocidos, por lo tanto la idea prima es estimarlos, para esto y tomando en cuenta la condición de continuidad de s , aproximamos la integral por una suma de Riemann, luego se tiene

$$C_k \approx \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n \left(\frac{jT}{n}\right) \overline{\varphi_k\left(\frac{jT}{n}\right)}$$

es entonces natural estimar C_k por

$$\widehat{C}_k = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n x_j \overline{\varphi_k} \left(\frac{jT}{n} \right).$$

Por lo tanto, un estimador de s , viene dado por

$$\sum_{k=-\infty}^{\infty} \widehat{C}_k \varphi_k(t) \quad (4)$$

El problema de este estimador, es que es imposible usarlo, ya que es una suma infinita de términos. Es por esto que en la práctica se utiliza el estimador

$$\widehat{s}_N(t) = \sum_{k=-N}^N \widehat{C}_k \varphi_k(t) \quad (5)$$

Donde N es elegido, dependiendo del número de observaciones [1].

2.2. Estudio del riesgo cuadrático

Denotamos

$$\widehat{s}_N(t) = \sum_{k=-N}^N \widehat{C}_k \varphi_k(t) \quad (6)$$

El estimador $\widehat{s}_N$, tiene múltiples propiedades, pero para medir su rendimiento, utilizaremos el riesgo cuadrático medio integrado, el cual lo definiremos por:

$$R_n = MISE = E \left(\int_0^T (\widehat{s}_N(t) - s(t))^2 dt \right) \quad (7)$$

Diremos que el estimador de s es convergente en media cuadrática, si su riesgo cuadrático converge en 0 cuando $n \rightarrow \infty$. En lo que sigue, estudiamos la velocidad de convergencia de la MISE y las propiedades del estimador (6).

2.3. Riesgo cuadrático

Para estudiar el riesgo R_n , nos apoyaremos en la descomposición (sesgo-varianza) de la MISE, desarrollado por Tsybakov(2004).

$$MISE = E \left(\int_0^T (\widehat{s}_N(t) - s(t))^2 dt \right) = v_n + b_n$$

Donde

$$b_n = \int_0^T |b|^2(t) dt$$

$$v_n = \int_0^T |\sigma|^2(t) dt$$

Y

$$b(t) = E(\widehat{s}_N(t)) - s(t)$$

$$\sigma^2(t) = E(\widehat{s}_N(t) - E[\widehat{s}_N(t)])^2$$

son respectivamente el sesgo y la varianza del estimador $\widehat{s}_N(t)$.

Lema 1.

Sean b_n y v_n los elementos de la descomposición de la MISE, entonces se puede demostrar que

$$b_n = \sum_{j=-N}^N |E[\widehat{C}_j] - c_j|^2 + \sum_{|j|>N} |c_j|^2$$

$$v_n = \sum_{j=-N}^N E(|\widehat{C}_j - E[\widehat{C}_j]|^2)$$

Varianza

Teorema 1:

Sea $\widehat{s}_N$ el estimador de la función de regresión s , entonces si v_n es la integral de la varianza de $\widehat{s}_N$, tenemos

$$v_n = \frac{\sigma^2}{n} (2N + 1)$$

Luego por teorema (1) se puede concluir que $\sigma^2 \rightarrow 0$ para que cuando $n \rightarrow \infty$, hay que suponer un $N = o(n)$.

Sesgo

Partiremos éste estudio, definiendo la clase de Sobolev, ya que para obtener propiedades sobre el sesgo, hay que suponer que la función s posee alguna regularidad.

Definición 1:

Sea $\beta \in \{1, 2, \dots\}$ y $L > 0$, entonces la clase de Sobolev $W(\beta, L)$, se define por

$$W(\beta, L) = \left\{ s: [0, T] \rightarrow \mathbb{C} \quad s^{(\beta-1)} \text{ es continua y } \int_0^T (s^{(\beta)}(x))^2 dx \leq L^2 \right\}$$

Definición 2:

Sea $\beta \in \{1, 2, \dots\}$ y $L > 0$, entonces la clase de Sobolev $W^{per}(\beta, L)$, se define por

$$W^{per} = \left\{ s \in W(\beta, L) \text{ tal que } s^{(j)}(0) = s^{(j)}(T), \quad \forall j \in \{0, 1, \dots, \beta - 1\} \right\}$$

Teorema 2:

Sea b_n el sesgo, entonces si $W^{per}(\beta, L)$ y $N = o(n)$, tenemos que

con Q y $C(\beta)$ dos constantes positivas.

Luego por el teorema (1) y teorema (2), podemos establecer que si $s \in W^{per}(\beta, L)$, $N = o(n)$, $\beta > 1$ y n es suficientemente grande, entonces

$$MISE \leq 2\sigma^2 \frac{2N+1}{n} + \frac{Q}{n^{2\beta}}$$

2.4. Velocidad de convergencia

Si $s \in W^{per}(\beta, L)$, entonces el estimador $\widehat{s}_N$, con $N = \left(\frac{Q\beta}{\sigma^2}\right)^{1/2\beta+1} n^{1/2\beta+1}$ converge a s con velocidad $n^{-\frac{2\beta}{2\beta+1}}$.

Entonces, para estimar la función s de regularidad β , debemos elegir N de orden $\frac{1}{n^{2\beta+1}}$.

3. Estimación de la función s con periodo desconocido

Lo más Probable es que en el problema de estimar la función de regresión s , se desconozca el valor del parámetro T (periodo de la función), es por esto que antes de realizar la estimación descrita en la sección anterior, debemos estimar T . Existen variados métodos en la literatura que resuelven este problema, en este trabajo se utilizará un estimador, consistente y asintóticamente eficiente, propuesto por Marc Lavielle y Céline Lévy-Leduc, este estimador está basado en maximizar el periodograma acumulado, el cual es asintóticamente equivalente al estimador de mínimos cuadrados en el dominio del tiempo.

3.1. Definición del estimador

Estimar s en el sentido de los mínimos cuadrados, corresponde a encontrar los (a_k) y f que minimi-

$$\text{cen } \mathfrak{N} = \sum_{j=1}^n \left| x_j - \sum_{k=-N}^N a_k e^{2ik\pi j f \Delta} \right|^2$$

Quinn and Thomson(1991), han demostrado que los (a_k) que minimizan $\mathfrak{N}$ son aproximadamente

$$\widehat{c}_k(f) = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n e^{-2ik\pi j f \Delta} x_j, \text{ entonces, en vez de}$$

minimizar en términos de (a_k) y f , se hará solo en

funcion de la frecuencia f .

Por otro lado, $\mathbf{x}$ puede ser descompuesto por:

$$\sum_{j=1}^n \left| x_j - \sum_{k=-N}^N \widehat{c}_k(f) e^{2ik\pi j f \Delta} \right|^2 \approx \sum_{j=1}^n |x_j|^2 - n \sum_{k=-N}^N |\widehat{c}_k(f)|^2$$

Por lo tanto, minimizar $\mathbf{x}$ en f es aproximadamente igual a maximizar el periodograma acumulado $\Lambda_{N,n}(f) = |\widehat{c}_k(f)|^2$.

Al momento de trabajar con los datos muestrales, se estimará f en una "grilla" $F = \left] 0, \frac{1}{2\Delta} \right]$

Entonces, para todo $N \geq 1$, f es estimado por $\widehat{f}_n = \text{Max}_{f \in F} \{\Lambda_{N,n}(f)\}$.

Ahora bien, como no se tiene ninguna información sobre el número de armónicos N , deberá ser estimado adoptando un parámetro de penalización, luego $\widehat{N}_n = \text{Min}_{1 \leq N \leq N_{\max}} \{-\Lambda_{N,n}(\widehat{f}_n(N)) + \beta N\}$.

Por lo tanto $\widehat{f}_n = \widehat{f}_n(\widehat{N}_n)$ donde β es un número positivo, y $N_{\max}$ es un límite superior, a priori, para N . Entonces, $\widehat{f}_n$ es aproximadamente el estimador mínimo cuadrado penalizado de f .

Una vez estimado f , podemos estimar s con el parámetro del periodo $T = \frac{1}{\widehat{f}_n}$.

4. Aplicación

En esta aplicación, utilizaremos datos reales los cuales fueron obtenidos a través de las imágenes, entregadas por un examen de resonancia magnética funcional (fMRI) al cerebro de un paciente, proporcionados por el Departamento de Ingeniería

Biomédica de la Universidad de Valparaíso, CHILE. Este examen puede registrar cambios hemodinámicos cerebrales que acompañan a la activación neuronal. La metodología de la fMRI está basada en la substracción entre las señales emitidas en la Resonancia Magnética obtenida en condiciones de reposo, y las obtenidas durante la actividad neuronal. De las imágenes del fMRI, se consiguieron nuestra muestra de datos, por medio de la implementación de un programa, el cual determina los valores de los voxels. Nuestro propósito será determinar la periodicidad del voxel activado y estimar su señal.

4.1. Aplicación

Las exposiciones o imágenes fueron obtenidas cada tres segundos, de la siguiente manera.

Bloqueo A:30 segundos de reposo

Bloqueo A:30 segundos con estímulo (movimiento de mano).

Bloqueo A:30 segundos de reposo, y así 10 veces.

Por lo tanto, la experiencia tiene una duración de 300 segundos y se obtienen 100 imágenes del cerebro, ver Ilustración 1.

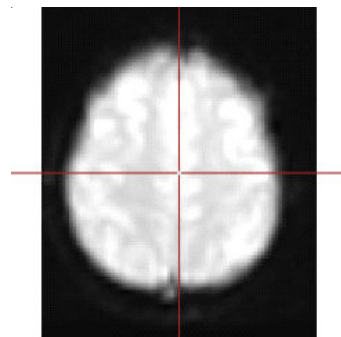


Ilustración 1: Imágenes cerebrales.

Ahora que tenemos las imágenes, debemos obtener los valores de los voxels, para esto se discretizan las imágenes en una matriz tridimensional de tamaño $79 \times 95 \times 69$, por lo tanto cada imagen cuenta con 517.845 voxels.

En esta parte del problema, se debió realizar un análisis descriptivo debido a la gran cantidad de imágenes, y por ende de voxels, que se adquirieron en el estudio de FMRI. Como cada voxel presenta una respuesta hemodinámica asociada al estímulo presentado, esto de acuerdo a su ubicación espacial en la imagen, resulta evidente que habrán voxels que se han activados más que otros, entonces la idea es estimar aquellos que tienen mayor activación es por esta razón que se eliminaron aquellos menos activos.

4.2. Estimación

Para poder estimar la señal, primero debemos estimar su periodo, para esto nuestra muestra será el vector aleatorio de tamaño $n = 100$ entregado por el examen, además el tiempo transcurrido entre la obtención de un dato (imagen) y otro es de 3 segundos, por lo tanto $\Delta = 3$, por otro lado el intervalo de

las frecuencias f_m , está dado por, $\left[\frac{1}{1000} \text{Hz}; \frac{1}{30} \text{Hz} \right]$

con $f_{m+1} - f_m = 0,0001 \text{ Hz}$. La ilustración 2 representa la gráfica de los valores de la muestra.

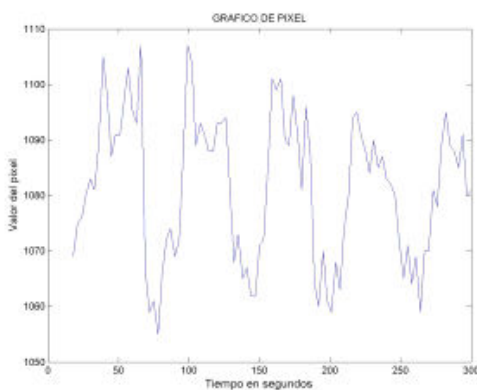


Ilustración 2: Gráfico de los datos.

La tabla 1, nos muestra los resultados de la estimación, podemos observar que con un $K_{\text{máx}}$ entre 200 y 300, el estimador nos entrega una frecuencia de $0,16 \text{ Hz}$ y por lo tanto un periodo $T = 60$, si observamos la figura (3) del periodograma acumulado,

nos podemos dar cuenta que la máxima potencia se da para una frecuencia $0,16 \text{ Hz}$.

$K_{\text{Máx}}$	[200 - 300]
$f(K_n)$	0,16
T	60

Tabla 1: Estimación de la frecuencia

Ahora bien, como ya hemos estimado la frecuencia y el periodo, estimaremos nuestra señal, ilustración 4, utilizando el estimador $\hat{s}$.

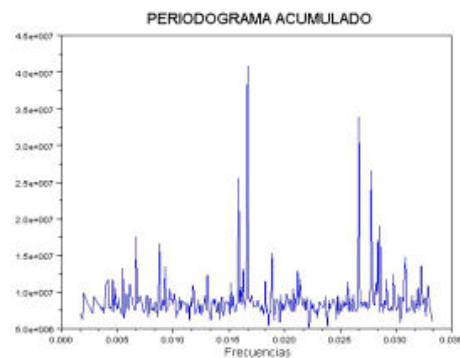


Ilustración 3: Periodograma Acumulado.

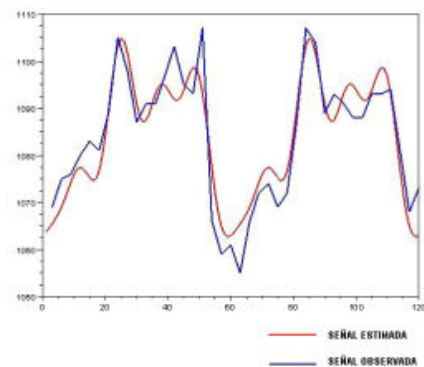


Ilustración 4: Gráfico de los datos y la estimación.

5. Bibliografía

A. Tsybakov (2004). Introduction a l'estimation non-paramétrique, Springer, Paris.

A.W. van der Vaart (1998). Asymptotic Statistics. Cambridge Series in Statistical and Probabilistic Mathematics, New York.

- B.G.Quinn and P. J. Thomson (1999). Estimating the frequency of a periodic function. *Biometrika*, 78, 1, pp. 66-74.
- B.G.Quinn and E.J. Hannan (2001). *The Estimation and Tracking of Frequency*. Cambridge Series in Statistical and Probabilistic Mathematics, Cambridge, New York.
- Elisabeth Gassiat and Céline Lévy-Leduc (2006). Efficient semi-parametric estimation of the periods in a superposition of periodic functions with unknown shape. *Journal of Time Series Analysis*, Vol. 27, No. 6, pp. 877-910.
- P.J. Kootsookos (1999). *A Review of the Frequency Estimation and Tracking Project*. Reporte técnico.
- Mallat (1998). *A wavelet tour of signal processing*. Academic Press, segunda edición, U.S.A.
- Marc Lavielle, Céline Lévy-Leduc (2005). *Semiparametric Estimation of the Frequency of Unknown Periodic Functions and its Application to Laser Vibrometry Signals*. *IEEE Transactions on signal processing*, Vol. 53 N° 7, pp. 2306-2314.
- Mark Pinsky (2003). *Introducción al análisis de Fourier y las ondeletas*. International Thomson Editores, Mexico.
- Monson H. Hayes, John Wiley and Sons, (1996). *Statistical Digital Signal Processing and Modeling*.
- Silvina G. Horovitz, Peter van Gelderen, Jacco A. de Zwart, Karin Shmueli, Masaki Fukunaga, J. Martijn Jansma, and Jeff H. Duyn, 2007. Low Frequency Fluctuations in the Cardiac Rate as a Source of Variance in the Resting-State fMRI BOLD Signal. *Neuroimage*. 38(2): 306–320.
- Vincent Rivoirard, (2006). *Estimation non-paramétrique pour le modèle de régression*. Reporte Técnico.

VALPARAÍSO Y SUS QUEBRADAS: SU VALORACIÓN COMO RECURSO NATURAL, SU SENTIDO PATRIMONIAL Y CONSIDERACIONES PARA SU RECUPERACIÓN

Gastón A. Gaete Coddou¹

Resumen

La morfología de la ciudad de Valparaíso, tiene diversos manifestos destacando entre estos las quebradas, accidentes físicos que han y están ocupadas por el hombre como una plataforma de asentamiento y movilidad de flujos. A la vez, estos cauces en otras características han sido valiosos drenes que han abastecido de agua a la ciudad puerto; asimismo, son galerías verdes dado que son líneas de forestación y son, a la vez, límites naturales de muchos de los cerros del anfiteatro porteño.

El uso y abuso de las quebradas las circunscribe en un área con altos grados de vulnerabilidad, por lo que urge considerar medidas de mitigación para revertir esta preocupante situación ambiental.

Palabras claves: Valparaíso, quebrada, patrimonio, recuperación.

Abstract

The morphology of the city of Valparaíso has various manifestos among which the gullies can be highlighted. These are physical accidents, which have been and are occupied by man as a platform for settlement and mobility flow. At the same time, these natural courses have also been valuable drains that have supplied water to this port city; likewise, they are green galleries because they are forestation formations and, at the same time, natural boundaries to many of the hills within the amphitheater that Valparaíso is.

The use and abuse of the gullies circumscribes them in an area with high levels of vulnerability, therefore the need to consider mitigation measures to reverse this alarming environmental situation is urgent.

Keywords: Valparaíso, gully, heritage, recovery.

¹ Facultad de Ciencias Naturales y Exactas, Universidad de Playa Ancha, Valparaíso, Chile.
ggaete@upa.cl

1. Marco geográfico de la investigación.

La realidad urbana de la ciudad de Valparaíso, está configurada por dos dimensiones: la horizontal que se evidencia por un diminuto plano y otra, la vertical, donde la figura de los cerros (alrededor de 45) va perfilando una imagen de semicírculo colinar, que corresponde a los lugares de residencia y vivencias para más de 95% de la población actual (286.883 personas).¹

En relación al hem ciclo de alturas porteño, el acceso y ocupación a este ámbito fue el crecimiento acelerado de las márgenes urbanas debido a la rápida e intensiva ocupación del sector bajo plan de la ciudad, plataforma citadina cuyo suelo manifestaba usos específicos que estaban regidos por funciones administrativas de tipo territorial, de servicios (comercio y portuarias), extractivas y residenciales en menor medida.

Sin embargo, la historia local tiene tres aspectos esenciales que incidieron en su expansión como asentamiento y éstas circunstancias tiene que ver el haber sido declarado Valparaíso en la tercera década del siglo XIX como puerto ex post, es decir, en el cual, se podían reembarcar mercaderías a diferentes lugares del mundo pagando por el derecho de permanencia en bodegaje un impuesto bajo y la vez de ir abriéndose nuevos límites y sus correspondientes fronteras en la cuenca del océano Pacífico; en segundo lugar, destaca por estar aquí la base bancaria del negocio salitrero, y, por último, el de ser el principal fondeadero nacional, hechos que, en su conjunto, concitaron un aumento explosivo de población, tal cual, lo revela las cifras que indican que la cuantía pasó de acuerdo a Gastón Gaete (2015) de 3.907 individuos en 1805 a 162.447 personas en 1907, es decir, un aumento de 158.540 habitantes, lo que es igual a 41,5 veces en poco más de un siglo; situación, que motivo a mediados del decimonónico a explorar nuevas perspectivas en el entorno del plan porteño iniciándose por este motivo, los trabajos de urbanización y ocupación de los cerros: Alegre, Concepción, Cordillera y, más al sur, algunas tímidas manifestaciones en Playa Ancha.

Frente a estos hechos las vías de penetración hacia las alturas locales fueron en primer lugar las quebradas, geoformas que por su extensión y pendiente se convirtieron además en buenas alternativas para la búsqueda de algunos medios de subsistencia para la creciente población especialmente de escasos recursos. En este sentido, las necesidades diarias de agua, de combustible (leña y carbón en menor medida), de madera para la construcción y de alimentos; convirtieron a estas líneas de erosión en territorios con una alta presión y demanda que prontamente vieron mermadas y superadas sus capacidades de regeneración, cuando el acorralamiento de las líneas de avenamiento empezaron a entrelazarse tejiendo una trama densa, en donde, las condiciones socioeconómicas fueron perfilando diversas realidades que tuvieron un mayor o menor impacto en estos accidentes físicos.

En referencia a lo expuesto, el cuadro N° 1, consigna lo indicado acerca de los usos antrópicos de estos accidentes naturales propios de la topografía porteña.

Cuadro N° 1
Listado de las principales quebradas de la ciudad de Valparaíso urbano y su uso como recurso.

Quebrada:	Sector:	Cerro:	Uso como recurso:
Los Pescadores.	Playa Ancha.	Playa Ancha.	Caleta de pescadores, vía de acceso.
Taqueadero.	Playa Ancha.	Playa Ancha.	Vía de acceso.
Juan Gómez.	Playa Ancha.	Artillería.	Fuente de agua dulce, vía de acceso.
San Francisco.	Playa Ancha.	Cordillera.	Vía de acceso (camino Las Carretas).
Blanquillo.	Playa Ancha.	Cordillera.	Vía de acceso.
San Agustín.	Puerto.	Cordillera.	Fuente de agua dulce y vía de acceso.
Eliás.	Puerto.	Alegre / Concepción.	Vía de acceso.
San Juan de Dios.	Bellavista.	Bellavista.	Fuente de agua dulce.
Jaime.	Almendral.	La Cruz / Monjas.	Fuente de agua dulce y vía de acceso.
El Litre.	Almendral.	El Litre / La Cruz.	Vía de acceso.
Los Pequeños.	Almendral.	El Litre / Las Cañas.	Vía de acceso.
Las Cañas.	Almendral.	Las Cañas / Merced.	Fuente de agua dulce y vía de acceso.
Los Lavados.	Almendral.	Merced / Ramaditas.	Uso para aseo, f uente de agua dulce y vía de acceso
Las Zorras.	Almendral.	Ramaditas / O'Higgins.	Vía de acceso.
Del Sauce.	Almendral.	Molinos / Polanco.	Fuente de agua dulce y vía de acceso.
Cabritería	Almendral.	Barón / Los Placeres.	Vía de acceso.

Fuente: Toponimia de Valparaíso, Carlos Sanz Godoy, 2014.
Adaptación; Gastón Gaete Coddou, 2015.

¹ Instituto Nacional de Estadísticas de Chile. 2015.

Teniendo en consideración la figura precedente, queda de manifiesto que el uso preferente de las quebradas como recurso era el medio para la captación de agua dulce, situación que se afirma con la reducida red de distribución por cañerías agua potable que tenía Valparaíso. Asimismo, la utilidad de las quebradas servían como nexos de circulación entre el plan y los cerros de la ciudad.

2. Estadios de desarrollo de Valparaíso y su impacto en las quebradas porteñas.

Visto así, la historia, es una conveniente aliada para el entendimiento del fenómeno de la expansión de la planta y paisaje urbano, ya que es posible conocer y comprender mediante el estudio de las crónicas, las razones que indujeron la alteración del equilibrio natural y, además, conocer cuales fueron los lugares donde se establecieron diversos grupos, que por sus niveles de cultura, pudieron construir un entramado existencial que vio en el matérico de sus moradas, la realización de arquetipos que fueron adaptándose a la accidentada toponimia y, de esa manera, asentaron las bases de una impronta con más o menos grado de desarrollo.

En este devenir, la ciudad de Valparaíso, en su condición de ser el principal puerto oceánico de Chile, fue la base para el intercambio comercial y establecimiento de movimientos migratorios voluntarios o forzados que, de acuerdo, a su época de arribo y estancia manifestaron una regularidad de asentamientos que en alguna medida dieron paso a una morfología y fisiografía de ocupaciones en los cerros, lugares que con el tiempo se fueron convirtiendo en una concanetación de realidades que hizo de la polis porteña una suma de submundos, cada uno con sus propios códigos de acción y reacción frente al entorno.

No puede ser más claro que esta situación convirtió a las quebradas en recursos naturales ya que la ciudad precisó y aún en cierta medida lo hace de sus elementos, que fueron ocupados en el mismo

lugar, o bien, se mezclaron con otros, dando lugar a un prolongado uso de estos espacios. Para estos efectos, Valparaíso, al entender del geógrafo Marcelo Araya (2009)...*La quebrada es el ámbito urbano originario de Valparaíso, el primero que se pobló y donde primero se encaramaron las casas.* Es importante advertir que estos corredores naturales son para la realidad en cuestión venas que por lo impetuoso de su pendiente y profundo cauce, configuran una anatomía de propia y conocida como cajón de muerto en la que la inclinación, orientación al poniente y un aterrazamiento que puede desembocar en condición de una morfología colgante, o bien, convertirse en intercomunicadores entre el cerro y el mar, condición que se manifiesta en conos de evacuación valuados por una gran cantidad de sedimentos que dependiendo de la extensión del canal de evacuación, van dando lugar a acumulaciones triangulares en las bases de sus exutorios constituidas por clastos, derrubios y detritos; materiales que hayan en estos nuevos niveles de descanso, una posibilidad, dependiendo si llegan al océano Pacífico, de abastecer con sedimentos a las playas, o bien, van engrosando con su carga los estratos del antepaís, es decir, la llanura litoral antepuesta a las terrazas y al colinaje costero.

Ahora bien, el establecimiento y avecindamiento en altura de los grupos sociales más carenciados socioeconómicamente produjo las modificaciones y, en otras ocasiones, quizás en la mayoría de las veces, un cambio de las condiciones naturales de las quebradas, revelando una intromisión sentenciosa de la calidad ambiental que pronto dio lugar a manifestaciones de degradación que fueron y son focos de vectores, que por su movilidad tienen una rápida transmisión en estos parajes, ocasionando grandes perjuicios en la salud de la comunidad aledaña, condición que fue el centro de acción de la proliferación de graves epidemias que afloraron en estos focos de infección y se canalizaban en las aguas libres de las quebradas y por gravedad hacia el centro de la ciudad, hechos que se muestran en el cuadro N° 2.

Cuadro N°2
Alteraciones de la calidad ambiental de las quebradas
de Valparaíso urbano a partir del uso humano.

Causa:	Efectos:
Incendios.	Incineración de especies, efecto en la cubierta de suelo, etc.
Bota de basuras.	Aplastamiento de especies, malos olores, efectos visuales, generación de vectores, etc.
Vertido de líquidos.	Muerte, pudrición, desaparición y migración de especies fijas y móviles, aparición de vectores, etc.
Invasión de especies.	Degradación del Bioma local.
Remoción en masa.	Cubrimiento total o parcial de las formas de vida.
Focos de ilícitos.	Generación de miedo colectivo, aparición de robos, hurtos, alteración del orden público, drogadicción, llegada de extraños, cambio de actitudes, pérdida de la calidad de vida, etc.
Ocupación irregular de terrenos.	Alteración de taludes, deforestación, vertido y proliferación de micro basurales, erosión, etc.
Uso de penetración a dimensión vertical (desde el Plan a los Cerros).	Deforestación, desvío de cursos de agua, alteración de taludes, cambio en el sentido del eje de la quebrada, rocas fracturadas, etc.
Construcción de tranques de altura	Alteración de los flujos normales de agua, rompimiento del pretil y anegamientos de sectores bajos de la ciudad, estancamiento de aguas, etc.

Fuente: Gastón Gaete Coddou, 2015.

Lo advertido en el cuadro N°2, indica que la ocupación humana de las quebradas de Valparaíso provoca indudablemente una intervención negativa de estas que determina una alteración de la flora y fauna, proliferación de vectores infecciosos, una acumulación de desperdicios que son una carga de fuego adicional para la generación de incendios que convierten a las quebradas en territorios complejos y críticos con un alto grado de riesgo para sus residentes. A la vez, en el plano social, las quebradas son asentamientos de población cuyas construcciones, en muchos casos son precarias, lo que redundan en un alto grado de arranques de agua, alcantarillado y luz eléctrica irregulares lo que impacta negativamente, entre otros aspectos: en la contaminación de los cursos de agua y eventuales siniestros que terminan con la destrucción masiva de estas viviendas.

Paralelo a lo referenciado, si se toma en consideración eventos hidrometeorológicos extremos, sucesos que se asocian al Fenómeno del Niño, se establece una relación directa, tal cual, se señala en la Tabla N°1 y que para las quebradas las lluvias por sobre los normal han provocado aluviones y coluviones con un destructivo impacto en la ciudad de Valparaíso.

Tabla 1. Relación entre promedios de agua caída y la ocurrencia del Fenómeno del Niño.

Años en consideración	Promedios de agua caída. (En milímetros).	Eventos hidrometeorológicos extremos. (En milímetros)	Numero de ocurrencias del Fenómeno de El Niño.
1900 - 1930	510	10	7
1931 - 1960	375	14	6
1961- 1990	350	14	6
1991- 2015	310	10	5

Fuentes: Escenarios de riesgo ante la probabilidad de ocurrencia del Fenómeno de El Niño. Pp 10 Lima. Perú. 2012.

Gráfico de pluviometría histórica de Valparaíso.

www.meteoarmada.directemar.cl.

Adaptación: Gastón Gaete Coddou. 2015.

En relación a lo enunciado, aún se recuerda el fatídico suceso ocurrido el 11 de Agosto de 1888, fecha en que por la ineficiente técnica de proyección y levantamiento artesanal del pretil del otrora tranque Mena, se produjo el colapso de la obra, lo que ocasiono la tragedia más mortal de este tipo de accidentes ocurridos en una ciudad chilena, y que según Rosa Urrutia (1993) reportó 51 víctimas fatales y 22 heridos.

Paralelo a esto, las quebradas, fueron en sus curso superiores o medio, el lugar para la edificación de obras de regulación de los cauces estacionales que al activarse en invierno trasladaban debido a lo precario de los asentamientos en laderas y cumbreras de estas micro hoyas, materiales en suspensión que enturbiaban el agua para consumo humano, por lo que los tranques desarenadores, entregaban un caudal relativamente limpio que era bebido y ocupado en grandes cantidades y diversos usos.

Por último, cabe señalar que Valparaíso, es cuna de un insuperable paisaje de cumbres redondeadas que son debidamente lindadas por diversas líneas de avenamiento (quebradas) que hacen de sus dimensiones, altura y direccionamiento el antecedente ideal para la generación de los llamados bosques costeros xerófitos de neblina, biomas, en los que hay una gran diversidad biogeográfica que fue la responsable de ser en gran medida el sustrato alimenticio de los habitantes pretéritos y modernos de estos lares, realidad que hasta el presente es posible advertir, cuando asoman en cultivos de terrazas artificiales o eras, agricultura de subsistencia, que permite sobrellevar una mejor dieta a los más carenciados de la ciudad puerto.

3. Las Quebradas como signos patrimoniales y su proceso de recuperación.

A partir de lo expresado, queda claro que las quebradas se identifican como ductos por los cuales circulan a la par flujos y sistemas, es decir, estos drenes son agentes de doble vía que promueven la operativa de los medios naturales y antrópicos, los que ven en este modo de intercambio la posibilidad de nexar sus componentes haciendo de las quebradas un elemento insustituible en el proceso de correspondencia de energías y corporizaciones que nos hablan que estamos en presencia de viaductos promotores y afincadores de vida. En sí entonces que este estándar se ve enriquecido cuando se analiza el contenido de los ingredientes sólidos y sus circuitos inmateriales que determinan un ecosistema abierto y de frágil sostenibilidad y sustentabilidad, por lo que la intervención desenfrenada de el accionar social sobre estos accidentes geográficos ha desencadenado una de las pérdidas más sentidas del patrimonio comunal y, en este estrato, es cuando se procede a la valuación del geotopo quebrada y se entiende la razón de proceder a su rescate como fue el caso de la rehabilitación de la quebrada San Juan de Dios, condición de reposición que necesitó del trabajo conjunto de los actores sociales (públicos o privados), quienes con sus iniciativas debidamente organizadas pudieron establecer un diálogo constructivo y establecer un puente que vinculo a la comunidad como capital social y todas las redes que la integran como la: solidaridad, amistad, cooperación, entre otras variables que dan una cohesión comunitaria que es capaz de enfrentar las vicisitudes de esta superación problemática. Visto así, se procedió a retirar la basura, reforestación con especies nativas, pintada de murales en las paredes pétreas, habilitación y pavimentación de un sendero de acceso, tendida de luz eléctrica, edificación de un anfiteatro y, por último, construcción de un puente para sortear el estero que cruza el curso de la quebrada en cuestión.

Cabe destacar que esta iniciativa fue el resultado de una Vinculación con el Medio efectiva entre la Junta de Vecinos del lugar y la Universidad de Playa Ancha, la cual, designó para su representación al autor de este artículo, quien trabajo, planificó y gestiono las obras implementadas en ese sector de la ciudad.

En virtud de lo expuesto, surge entonces la necesidad de gestionar en el entendido de identificar, localizar, catalogar, diagnosticar, pronosticar y difundir la riqueza de vida y la especificidad de las quebradas de Valparaíso como recurso natural nativo o mixto que de ser debidamente conceptualizado, concientizado, reparado, caracterizado y preparado convenientemente para su fomento mediante un plan de manejo, que conduciría, sin duda, a una mejoría de las condiciones de vida de la comunidad del sector, con lo cual se cumpliría una de las máximas del patrimonio cual es la de ser un elemento de valoración social y equidad, del momento que se ha puesto en escena un trabajo emprendido por un grupo de personas que ven en su postura una actividad equitativa porque de su puesta en función, todos estarán favorecidos, y, que por último, tenderá a impulsar el sentimiento de pertenencia de una comunidad y afianzar la conciencia de identidad de los grupos en lo referente a su territorio.

Atendiendo lo anterior, es que en cuadro N° 3, se proponen las acciones a desarrollar tendientes a la recuperación de las quebradas de Valparaíso.

Cuadro N°3
Acciones de recuperación de las quebradas de Valparaíso.

Causa (s):	Posibilidades de recuperación:	Acción (es):
Incendios.	Si	Forestación.
Bota de basuras.	Si	Retiro mecánico, desinfección, reforestación, aplicación de la ordenanza municipal, etc.
Vertido de líquidos.	Si	Lavado de superficie, canales de drenaje, instalación de estanques, etc.
Invasión de especies.	Si	Rehabilitación biogeográfica, depredadores biológicos, etc.
Remoción en masa.	Si	Limpieza mecánica y trabajo en taludes y fondo.
Focos de ilícitos.	Si	Programas de rehabilitación e inserción social, construcción de equipamientos lúdicos y culturales, asociatividad de vecinos, etc.
Ocupación irregular de terrenos.	Si	Planes sociales de saneamiento ambiental y de barrios, cierres perimetrales, etc.
Uso de penetración a dimensión vertical (desde el Plan a los Cerros).	Si	Contención biológica y/o por obras de arte de taludes, trazado adecuado de los ejes viales, urbanización lateral, etc.
Construcción de tranques de altura	Si	Planificación técnica de obras, decantación periódica de los fondos, forestación de laderas, conos de seguridad, etc.

Fuente: Gastón Gaete Coddou. 2015.

Comentarios finales.

Valparaíso, de acuerdo a lo aludido es una ciudad que indudablemente posee particularidades propias que lo convierten en una pieza viviente, la cual, ofrece por la complejidad de sus escenarios, múltiples aspectos y dentro de ellos las quebradas son un signo interesante de investigar por su prologada presencia en la escena urbana citadina.

Desde sus inicios y hasta el presente, las quebradas, son vitales para la dinámica de la ciudad puerto dado que han sido vías de acceso y lugares de humanización que han hecho de esta ocupación, una intervención generalmente negativa con desoladores efectos que han degradado entre otros considerandos: la riqueza de la flora y fauna nativa, como además contaminado el agua circulante y transformado a las quebradas en puntos de acumulación de residuos y microbasurales, que por su localización, aportan riesgosas cargas de combustible en incendios forestales de condición urbana, que con sus ocurrencia han destruido amplios planteles de viviendas, con el consiguiente saldo de víctimas fatales y damnificados, siendo estos últimos que por su condición socioeconómica precaria, inciden en el aumento de los índices de pobreza, por cuanto, su capacidad de resiliencia es lenta dado que vuelven a construir sus casas en los mismos lugares no solo por un hecho histórico, sino que, por la tramitación engorrosa de soluciones del Estado y la escasez de lugares alternativos para las nuevos conjuntos habitacionales.

En lo referente al valor patrimonial, el estado de degradación de las quebradas porteñas, ha impactado en el quehacer y conciencia de sus moradores y son muchos los ejemplos de trabajos comunitarios en pro de una recuperación de estos espacios naturales abiertos, que una vez llevado a efecto el plan de manejo, han permitido el uso de las quebradas en actividades lúdicas y culturales, que han favorecido una mejor calidad de vida y minimizado efectos perjudiciales en el medio ambiente local.

Reseñas bibliográficas

Araya, M. 2009. Las aguas ocultas de Valparaíso. Revista ARQ (Santiago) N°73. Santiago. Chile.

Centro nacional de estimación, prevención y reducción de los riesgos. Lima. Perú. 2012

Cobos, M.T. 1999. Cartografía histórica de Valparaíso. Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. Valparaíso. Chile.

Delgado, S. Revista del Centro de Estudios Hemisféricos y Polares N°3. Viña del Mar. Chile.

Flores., S. 2005. El acontecer infausto en un Valparaíso sorprendente. Universidad de Playa Ancha. Valparaíso. Chile.

Gaete, G. 2010. Conferencia del medio ambiente de Valparaíso. Valparaíso, Chile.

Gaete, G. 2015. Antecedentes geo históricos de Valparaíso. Valparaíso. Chile.

Gaete, G. 2011. Manual de estudio y Patrimonio. Valparaíso. Chile.

Gómez, I. 2015 y otro. Percepción de los habitantes sobre la designación de Valparaíso como ciudad Patrimonio de la Humanidad. Valparaíso. Chile.

Sanz, C. 2014. Historia de la toponímica porteña, Valparaíso, Chile.

Urrutia, R y otros 1993. Catástrofes de Chile: 1541 1993. Santiago. Chile.

Linkografía.

www.meteoarmada.directemar.cl

www.ine.cl

RESPUESTA DE BACTERIAS AMONIO-OXIDANTES NATURALES A DISTINTOS RANGOS DE RADIACIÓN EN UN HUMEDAL ALTIPLÁNICO (SALAR DE HUASCO)

Verónica Molinaⁱ, Klaudia Hernandezⁱⁱ, Cristina Doradorⁱⁱⁱ, Yoanna Eissler^{vi}, Martha Hengst^v, Cristóbal Anguita^{vi}, Hermann Peña^{vii}.

Resumen

Las bacterias amonio-oxidantes (BAO) realizan el primer paso de la nitrificación, un proceso fotosensible para algunas cepas aisladas y poco estudiadas en comunidades naturales. En este estudio se determinó la respuesta de BAO de humedales altiplánicos durante un ciclo diario y bajo los espectros: fotosintéticamente activo (PAR), UV y total, en comparación a un control oscuro, mediante la cuantificación de genes funcionales y la variación de amonio, nitrito y nitrato. Las BAO disminuyeron su actividad transcripcional del gen funcional (*amoA*) en los tratamientos lumínicos y controles oscuros. Se observó una leve recuperación de dicha actividad y de nitrificación al disminuir la intensidad lumínica. En humedales altiplánicos, la nitrificación es potencialmente fotoinhibida y sensible a otros factores como la competencia por sustrato.

Palabras claves: humedal, nitrificación, amonio oxidantes, fotoinhibición, ciclo diario.

Abstract

Ammonia-oxidizing bacteria (AOB) carry out the first step of nitrification, a photosensitive process for some isolated strains and scarcely studied in natural communities. Herein, we determine the response of AOB from high altitude wetlands during a daily cycle and under the following light spectra: photosynthetically active (PAR), Ultraviolet and total radiation, in comparison with a dark control, using functional gene quantification and ammonium, nitrite and nitrate variability. AOB decreased their transcriptional activity of the functional gene (*amoA*) in all light and dark treatments. A slight recovery of the activity and nitrification was observed during low light intensity. In high altitude wetlands, nitrification is potentially photoinhibited and sensitive to other factors such as substrate competition.

Keywords: wetland, nitrification, ammonia oxidizers, photoinhibition, daily cycle.

Recibido: 09 de marzo de 2016 / Aceptado: 03 de agosto de 2016

ⁱ Departamento de Biología, Laboratorio Observatorio de Ecología Microbiana, Universidad de Playa Ancha, Chile. veronica.molina@upla.cl

ⁱⁱ Universidad Andrés Bello, Chile. k.hernandezrondon@uandresbello.edu

ⁱⁱⁱ Universidad de Antofagasta, Chile. cristina.dorador@uantof.cl

^{vi} Universidad de Valparaíso, Chile. yoanna.eissler@uv.cl

^v Universidad Católica del Norte, Antofagasta, Chile. mbhengst@gmail.com

^{vi} Universidad Andrés Bello, Chile. cr.anguita@uandresbello.edu

^{vii} Observatorio de Ecología Microbiana, Universidad de Playa Ancha, Chile. hermannpf1989@gm

Introducción

Las bacterias amonio-oxidantes (BAO) realizan el primer paso del proceso de nitrificación aeróbica, proceso que oxida el amonio a nitrato vía nitrito. Las BAO forman parte de un grupo funcional que incluye a Beta-Proteobacterias (*Nitrosomonas*, *Nitrosospira*) y Gama-Proteobacteria (*Nitrosococcus*), además, de arqueas amonio-oxidantes (Jetten, 2008; Koops et al, 2003). La nitrificación puede ser fotoinhibida en el ambiente, siendo uno de los paradigmas del ciclo del nitrógeno marino y presumiblemente en otros ambientes acuáticos (Olson, 1981). En experiencias de cultivo, principalmente, se ha demostrado que la fotoinhibición se encuentra relacionada a la intensidad, dosis y calidad de la radiación (Guerrero & Jones, 1996a; Guerrero & Jones, 1996b; Guerrero & Jones, 1996c; Guerrero & Jones, 1997; Vanzella et al, 1990). Además, se ha encontrado que la fotoinhibición no es letal, sino que la actividad nitrificante de algunas especies se recupera durante una fase oscura. Por otra parte, este tiempo de recuperación de la actividad nitrificante depende del espectro de la radiación recibida, siendo más rápida en longitudes de onda del espectro visible (>400 nm) que de aquellas asociadas a la radiación ultravioleta (RUV) (Guerrero & Jones, 1996b).

Los humedales y salares del altiplano, como Salar de Huasco, son un laboratorio natural para explorar el efecto de la radiación sobre organismos ya que, debido a la altitud (~3800 m sobre el nivel del mar) y al efecto albedo asociado a la costra salina, presentan radiaciones extremas, >1000 W m⁻² (Hernández data sin publicar). El agua que mantiene al humedal del Salar de Huasco proviene principalmente desde vertientes subterráneas. La alta tasa de evaporación contribuye a un balance de agua negativo, que genera gradientes de salinidad, caracterizada por iones disueltos en distinta proporción como: cloro, sulfato, calcio, sodio, potasio y magnesio (Risacher et al, 2003; Risacher y Fritz, 2009). Estos gradientes influyen la estructura comunitaria de los microorganismos y sus productos metabólicos que son, a su vez, nutrientes para comunidades como fotoautótrofos (Dorador et

al, 2008a). Entre estos nutrientes se encuentra el nitrógeno que puede ser limitante y así afectar la estructura comunitaria de macroorganismos (Dorador et al 2003; Márquez-García et al 2009). Sin embargo, se desconoce el rol de la radiación sobre comunidades microbianas que reciclan el nitrógeno, como es el caso de grupos nitrificantes, los cuales comprenden una comunidad potencialmente activa en el Salar de Huasco caracterizadas por la presencia de comunidades BAO cultivables, planctónicas y bentónicas (Dorador et al, 2008a). Este estudio se centró en determinar la influencia de la intensidad de radiación y su espectro a lo largo de un ciclo diario sobre la actividad de BAO y su potencial efecto en el reciclaje de nitrógeno en este ecosistema.

Materiales y Métodos

Para evaluar la respuesta de las BAO a distintos espectros de la radiación solar se utilizaron experimentos de microcosmos. Estos experimentos consistieron en incubaciones de agua de la vertiente principal de Salar de Huasco durante la campaña MOSE3 (Microbial Observatory of Salar Experiments) en Febrero de 2012 (Sitio H0, Figura 1). Las muestras de agua y dispuestas en botellas de acrílico de 60 x 60 cm y 6 mm de alto (12 litros) transparentes a la radiación UV. Estas botellas fueron cubiertas con filtros para bloquear el paso de los siguientes espectros de la radiación solar: 1) Tratamiento Total, sin filtro y por lo tanto recibe la radiación natural (280-700 nm), 2) Tratamiento PA, cubierto con filtro Montagesfolie (50% de transmisión 320 nm) por lo que el agua recibe únicamente la radiación PAR+UV-A (320-700 nm), 3) Tratamiento PAR, cubierto con filtro Ultraphan UV Opak (50% de transmisión 395 nm), recibe el agua la radiación fotosintéticamente activa (400-700 nm) y 4) Tratamiento oscuro, cubiertos con papel aluminio y bolsas plásticas oscuras. Estos tratamientos se incubaron a lo largo de un ciclo solar desde las 9:00 a.m. y fueron sub-muestreados a las 13:20, 16:10 y 18:35 h. La radiación solar incidente en el área de estudio fue medida con un radiómetro con sensor aéreo (GUV-511BSI & PS-200 Apogee).

Además, se monitorearon variables físico-químicas como la conductividad y el oxígeno disuelto durante el desarrollo del experimento.

En cada hora señalada se sub-muestrearon las botellas para evaluar la variación de sustratos y productos asociados a metabolismo nitrificante (amonio, nitrito y nitrato). El agua para la determinación de amonio, se colectó en duplicado en frascos Duran Schott (20 mL) considerando muestras, efecto fondo y matriz, los cuales fueron inmediatamente incubadas siguiendo el protocolo del método fluorométrico, que permite determinar variaciones en la concentración de amonio a nivel submicromolar ($0,01 \mu\text{M}$) (Holmes et al, 1999). El agua para la determinación de nitrito y nitrato (15 mL) fue filtrada a través de filtros GF/F de un tamaño de poro ($0,7 \mu\text{m}$) e inmediatamente congelada. Estos compuestos fueron determinados en un Autoanalizador AA3, siguiendo métodos colorimétricos estándar (Laboratorio Biogeoquímica, Universidad de Concepción). Se estimaron tasas netas de producción o consumo (valores positivos y negativos, respectivamente) del amonio, nitrito y nitrato. Estas estimaciones se realizaron en base al cálculo de las diferencias de concentración entre cada sub-muestreo por tratamiento y el valor de concentración inicial (10:20 h), considerando el tiempo de incubación hasta ese sub-muestreo, por ejemplo, para el caso del sub-muestreo de las 13:20 h y el tratamiento control Oscuro: $(\text{amonio}_{\text{Oscuro } 13:20} - \text{amonio}_{10:20})/3 \text{ h}$ incubación, lo cual se expresó en $\mu\text{M h}^{-1}$.

Extracción del ácido ribonucleico y la actividad transcripcional de bacterias amonio-oxidantes y su comunidad acompañante

En cada hora señalada también se sub-muestrearon las botellas de los distintos tratamientos para evaluar la actividad transcripcional de la subunidad A (*amoA*) del gen funcional que codifica para la enzima Amonio Monooxigenasa de las BAO. Para esto se filtró 100 ml de agua en un filtro de $0,22 \mu\text{m}$ (PVDF hidrofílico, GVWP02500, Millipore), mediante una jeringa y un porta-filtros

de 25 mm para la obtención de ácidos ribonucleicos desde las células retenidas. Los filtros se preservaron en criotubos con RNAlater en nitrógeno líquido y a -20°C , en el terreno y laboratorio, respectivamente hasta su extracción. El ARN fue extraído utilizando el kit Ambion® RNA extraction kit (AM1560) siguiendo las instrucciones del fabricante, agregándole un paso de disrupción y homogenización mecánica a través de perlas de zirconio de $200\text{-}\mu\text{m}$ de diámetro (Low Binding Zirconium Beads, OPS Diagnostics). La homogenización consistió en dos pasos de 30 segundos a $\sim 3,000 \text{ rpm}$ mediante un homogenizador (Mini-Beadbeater-8™, BiospecProducts). La concentración y calidad (razón A_{260}/A_{280}) del ARN fue determinada por espectrofotometría (Synergy Mx Microplate Reader, BioTek Instruments). Trazas de ADN fueron removidas desde los extractos de ARN a través de la aplicación de la enzima Dnasa (kit TURBO DNA-free™ kit, AppliedBiosystems).

La respuesta de las bacterias amonio-oxidantes (Beta-proteobacteria) a los distintos espectros de radiación durante la incubación fue estudiada a través de la cuantificación del gen funcional *amoA* mediante la reacción de la polimerasa en cadena en tiempo real (qPCR). Para esto primero se retro-transcribió el ARN al ADN complementario utilizando 20 ng de ARN total con el kit (Reverse Transcription System Improm-II™, Promega Corp.) y con el partidor *amoA*-2R (Rotthauwe et al, 1997). Las reacciones de qPCR se realizaron en un equipo StepOnePlus™ Real-Time PCR System (Applied Biosystems), utilizando 20 μL de reacción que incluyó 1 mL de cDNA como templado, 0,4 μM de partidores *amoA*1F *amoA*2R (Rotthauwe et al, 1997) con Power SYBR® Green PCR Master Mix (AppliedBiosystems). El programa de qPCR consistió en: 3 min a 95°C , 40 ciclos de 30s a 95°C , 30 s a 56°C y 45 s a 72°C con un paso de detección al final de cada ciclo. Al final de la corrida de qPCR se realizó una curva de disociación para verificar la especificidad de la reacción y por la inspección de los amplicones en geles de agarosa por electroforesis. Los estándares fueron preparados desde plásmidos que contienen el fragmento del gen *amoA*, los cuales fueron extraídos con el kit Wizard

Plus SV Minipreps (Promega) y cuantificados utilizando Quant-iT™TMBroadRange DNA assay (QubitFluorometer, Invitrogen). La secuencia de este estándar está disponible en Genbank y corresponde al clon ST080550.F7 (GU066855). La curva estándar fue preparada considerando una dilución en base 10 entre 4×10^7 - 10^1 número de copias, con una eficiencia de 92% y un coeficiente de correlación de $r^2=0,989$. Los datos fueron analizados con el paquete informático de StepOne™ software (v.2.2.2) y se consideró como límite de detección a los 30 ciclos (2 copias del gen /ARN total).

Resultados

El agua de la vertiente de Salar de Huasco (sitio H0) se caracterizó por presentar 14.5 °C a la hora del muestreo (9:30-10:20 h), una conductividad de 457 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y un pH de 7.7. La concentración de amonio, nitrito y nitrato fue de 0.30, 0.08 y 11.1 mM, respectivamente. La radiación solar presentó valores máximos $> 1000 \text{ W}/\text{m}^2$ durante gran parte del día (11:00 - 16:30 h) (Hernández data sin publicar) y una abrupta disminución hacia la tarde por el efecto sombra asociado a cerros ubicados al poniente del salar (ver Figura 1).

Actividad de BAO en los tratamientos (Oscuro, PAR, PA y Total) durante un ciclo solar diario en el Salar de Huasco

La actividad de BAO fue mayor en el agua in-situ considerada como inicial del experimento y presentó menores valores o muy cercanos al límite de detección en la mayoría de los tratamientos en los distintos tiempos de incubación (Figura 2). Durante el primer sub-muestreo (13:20 h) las BAO presentaron una actividad detectable únicamente en el tratamiento Oscuro, mientras que estuvo cercano o bajo el límite de detección en los tratamientos claros, indicando una reducción de hasta un 100% de la actividad. En el segundo sub-muestreo (16:10 h) se detectó una actividad comparable entre el tratamiento PA y el Total, aunque cercana al límite de detección, y una desaparición de la actividad en

el control (Oscuro). En el último sub-muestreo (18:35 h), se observó una leve recuperación de la actividad transcripcional únicamente en los tratamientos PA y Total.

Tasas netas de cambio en el tiempo del amonio, nitrito y nitrato en tratamientos (Oscuro, PAR, PA y Total) durante un ciclo solar diario en el Salar de Huasco

Las tasas de cambio del amonio y nitrito en el tiempo muestran, en general, un consumo asociado al amonio (tasas negativas), una producción asociada al nitrito (tasas positivas) y una mayor variabilidad asociada al nitrato (Figura 3). Específicamente para el caso del amonio, a excepción del tratamiento control (Oscuro) a las 13:20 h, un notorio consumo fue observado en todos los tratamientos «claros» (transparentes a los distintos espectros de radiación) durante el experimento y en el control Oscuro en la tarde. Los tratamientos con un mayor consumo de amonio fueron los asociados a PAR a las 13:20 h y Total hacia el final del experimento, existiendo un leve aumento del consumo de amonio entre los tratamientos de las 16:10 y las 18:35 h. Por otra parte, la tasa de producción de mayor magnitud para el caso del nitrito fue observada en el tratamiento de radiación Total (13:20 h), mientras que tasas de magnitud semejante entre la producción de nitrito y el consumo de amonio fueron observadas al disminuir la intensidad de la radiación hacia el último sub-muestreo. Finalmente, las tasas de producción de nitrato fueron observadas claramente en los tratamientos PA y Total en el último sub-muestreo (18:35 h), mientras que existió un evidente consumo de nitrato en el tratamiento PAR durante todo el experimento.

Discusión

Este estudio muestra por primera vez la respuesta de las comunidades de BAO al efecto de la calidad e intensidad de la radiación en un ecosistema extremo asociado al sitio de la vertiente principal del Salar de Huasco. Esta vertiente genera un

humedal de agua dulce que sustenta una alta biodiversidad de la vida acuática de macro- y microorganismos, caracterizados por especies vegetales típicas de los bofedales y de algas, siendo abrevadero de camélidos y un albergue de aves andinas (Dorador et al, 2008a; Dorador et al, 2008b; Dorador et al, 2010; Marquez-Garcia et al, 2009). Esta vertiente presenta un potencial nitrificante alto en base a la mayor concentración de nitrato reportada para este sitio $>10 \mu\text{M}$ a sus niveles de nitrato y de las actividades específicas de las BAO in-situ estudiadas mediante el gen funcional *amoA*. Por otra parte, estudios previos muestran una exitosa recuperación de las BAO en cultivos de enriquecimiento (Beta-Proteobacteria) utilizando medio mineral y $10 \mu\text{M}$ de amonio para el sitio H0 (Dorador et al, 2008a).

Efecto fotoinhibitorio de BAO y su relación con el reciclaje de nutrientes en la vertiente de Salar de Huasco

Las BAO realizan el primer paso de la nitrificación, una función esencial en el ambiente ya que enlaza dos procesos biogeoquímicos contrastantes en términos del balance de nitrógeno en el ambiente acuático, la fijación de nitrógeno y la desnitrificación, el primero incorpora y el segundo remueve nitrógeno para el ecosistema (Codispoti, 2007). Durante el experimento se pudo evaluar una disminución de la actividad transcripcional del gen funcional *amoA* de las BAO en todos los tratamientos con respecto al valor inicial lo cual puede ser asociado a factores como fotoinhibición y competencia por sustrato. Durante el primer sub-muestreo asociado a horas de mayor intensidad de radiación se pudo observar una potencial fotoinhibición de la actividad de las BAO en los tratamientos lumínicos en comparación al control Oscuro, la cual comienza a recuperarse únicamente en el tratamiento total y PA, y no en PAR en la tarde cuando disminuye la intensidad de radiación. Estos resultados concuerdan con estudios de cultivos de *Nitrosomonas cryotolerans* (BAO) que muestran una alta fotoinhibición ($>80\%$) asociada a la radiación PAR y en particular para las longitudes asociadas a los espectros de absorbancia de su

contenido celular (proteínas y citocromos) c.a. 408 nm (Guerrero & Jones, 1997). Sin embargo, a diferencia de estudios en base a cultivo, donde se evidencia una recuperación en una fase oscura luego de la irradiación, las BAO en el salar de los tratamientos PAR no muestran señal de recuperación hacia la tarde, cuando baja la intensidad de la radiación. Sin embargo, si existe un leve incremento de la actividad de las BAO en el tratamiento total y PA (con efecto de la radiación RUV-A), tratamientos que también evidencian actividad nitrificante en base a la producción de nitrato (Figura 3).

Estudios en cultivos de la BAO *Nitrosomonas cryotolerans* indican que la recuperación en una fase oscura luego de la irradiación es más eficiente en presencia de amonio (Vanzella et al, 1990). La disponibilidad de amonio a lo largo del experimento en el salar pudo ser crítica para las BAO, considerando las altas tasas de utilización de éste y otros compuestos nitrogenados (Figura 3) y podría ser determinante en explicar la baja actividad de BAO (bajo el límite de detección) en el tratamiento control oscuro y en general para el resto de los tratamientos. Existe evidencia de que las BAO son ineficientes competidoras por el amonio, basados en su bajo porcentaje de afinidad por sustrato en comparación al de arqueas amonio oxidantes, y grupos heterótrofos y fotoautótrofos (Martens-Habbena et al, 2009). Entre los potenciales competidores por sustrato de las comunidades BAO, se espera que sean mayores en los tratamientos lumínicos, en particular para PAR, por los requerimientos de fotoautótrofos y heterótrofos, mientras que para los heterótrofos y otros quimioautótrofos serían sus principales competidores en el control oscuro. En efecto, en el tratamiento PAR se observó el mayor consumo de nitrógeno sumando amonio y nitrato, mientras que existió una mayor utilización de amonio en los últimos sub-muestreos de la tarde en el control oscuro. Por otra parte, estudios asociados a la respuesta de comunidades heterotróficas, y su actividad medida en función a la incorporación de sustratos orgánicos marcados, indican una respuesta contrastante para algunos grupos microbianos vinculada a una foto-estimulación e inhibición asociada a PAR y UV, respectivamente (Ruiz-Gonzalez et al, 2012).

Conclusión

El reciclaje del nitrógeno es intenso en la vertiente principal que sustenta el humedal de Salar del Huasco y se caracterizó por el consumo de compuestos reducidos y oxidados potencialmente influenciado por el tipo de radiación (fotosintéticamente activa versus UV). En este ecosistema la radiación y la competencia por sustratos influenciarían la actividad de bacterias nitrificantes en una dinámica variable a lo largo de

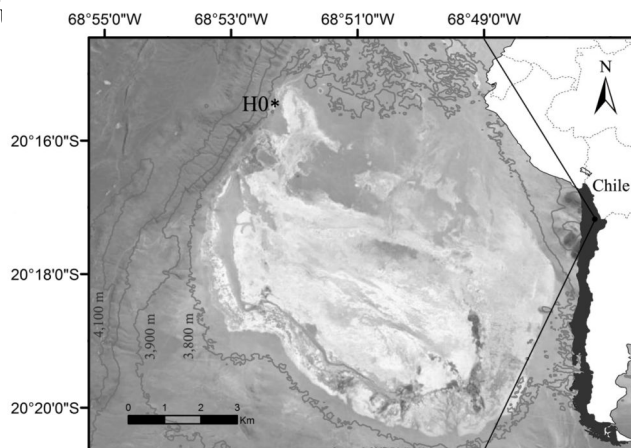


Figura 1. Mapa del área de Salar de Huasco ubicado en la Región de Tarapacá, donde se muestra el sitio de la vertiente (H0) y las isohipsas

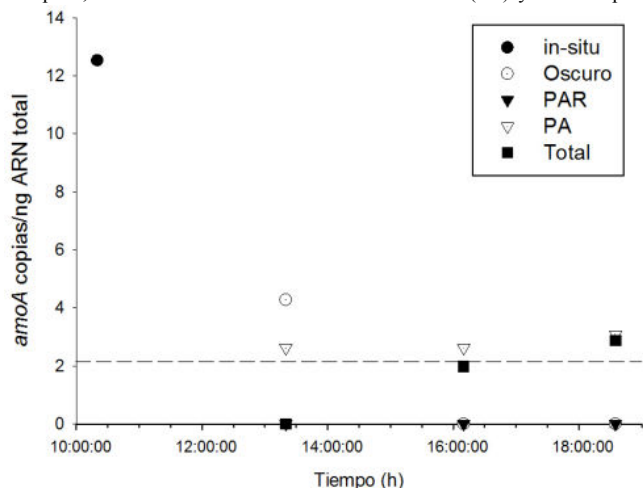


Figura 2. Actividad potencial de las BAO asociadas a la expresión del gen *amoA* en los distintos tratamientos (Oscuro, PAR, PA y total) durante un ciclo diario de radiación solar. La línea punteada muestra el límite de

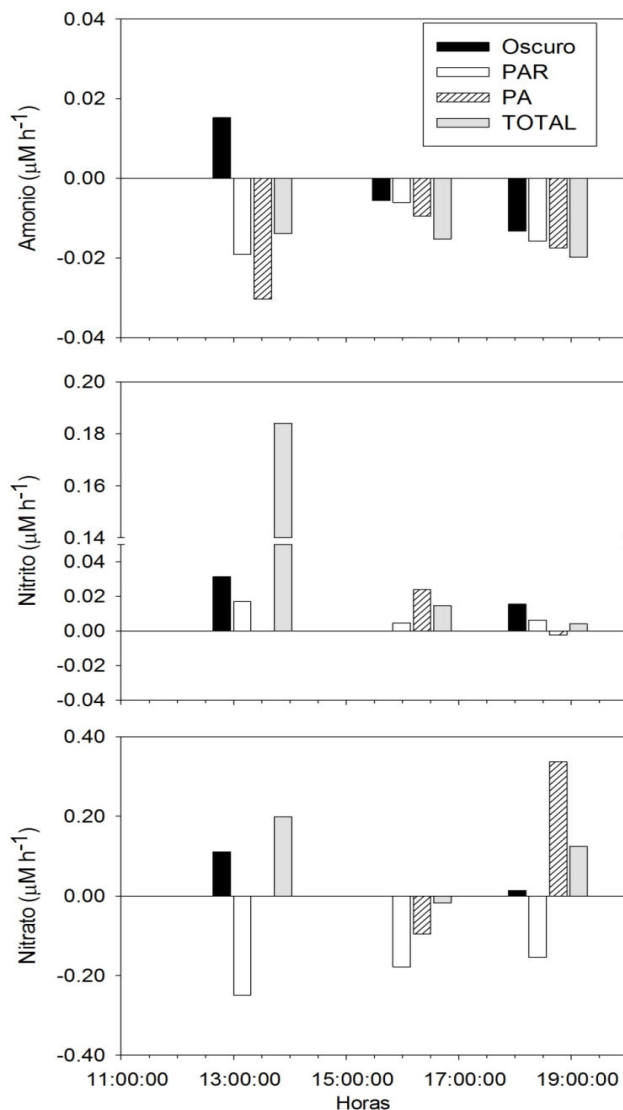


Figura 3. Tasas de cambio neta de los sustratos y el productos de la nitrificación (amonio, nitrito y nitrato) en los distintos tratamientos (Oscuro, PAR, PA y Total) largo de un ciclo diario.

Referencias

- Codispoti LA (2007) An oceanic fixed nitrogen sink exceeding 400 Tg Na-1 vs the concept of homeostasis in the fixed-nitrogen inventory. *Biogeosciences* 4: 233-253
- Dorador C, Busekow A, Vila I, Imhoff JF, Witzel KP (2008a) Molecular analysis of enrichment cultures of ammonia oxidizers from the Salar de

- Huasco, a high altitude saline wetland in northern Chile. *Extremophiles* **12**: 405-414
- Dorador C, Vila I, Imhoff JF, Witzel KP (2008b) Cyanobacterial diversity in Salar de Huasco, a high altitude saline wetland in northern Chile: an example of geographical dispersion? *Fems Microbiology Ecology* **64**: 419-432
- Dorador C, Vila I, Remonsellez F, Imhoff JF, Witzel KP (2010) Unique clusters of Archaea in Salar de Huasco, an athalassohaline evaporitic basin of the Chilean Altiplano. *Fems Microbiology Ecology* **73**: 291-302
- Guerrero MA, Jones RD (1996a) Photoinhibition of marine nitrifying bacteria .1. Wavelength-dependent response. *Marine Ecology Progress Series* **141**: 183-192
- Guerrero MA, Jones RD (1996b) Photoinhibition of marine nitrifying bacteria .2. Dark recovery after monochromatic or polychromatic irradiation. *Marine Ecology Progress Series* **141**: 193-198
- Guerrero MA, Jones RD (1996c) Photoinhibition of marine nitrifying bacteria I. Wavelength-dependent response. . *Marine ecology progress series* **141**: 183-192
- Guerrero MA, Jones RD (1997) Light-induced absorbance changes associated with photoinhibition and pigments in nitrifying bacteria. *Aquatic Microbial Ecology* **13**: 233-239
- Holmes RM, Aminot A, Kerouel R, Hooker BA, Peterson BJ (1999) A simple and precise method for measuring ammonium in marine and freshwater ecosystems. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* **56**: 1801-1808
- Jetten MSM (2008) The microbial nitrogen cycle. *Environmental Microbiology* **10**: 2903-2909
- Koops H-P, Purkhold U, Pommerening-Röser A, Timmermann G, Wagner M (2003) *The litotrophic ammonia oxidizing bacteria*, New York: Springer-Verlag.
- Marquez-Garcia M, Vila I, Hinojosa LF, Mendez MA, Carvajal JL, Sabando MC (2009) Distribution and seasonal fluctuations in the aquatic biodiversity of the southern Altiplano. *Limnologica* **39**: 314-318
- Martens-Habbena W, Berube PM, Urakawa H, de la Torre JR, Stahl DA (2009) Ammonia oxidation kinetics determine niche separation of nitrifying Archaea and Bacteria. *Nature* **461**: 976-U234
- Olson RJ (1981) Differential photoinhibition of marine nitrifying bacteria: a possible mechanism for the formation of the primary nitrite maximum. *Journal of Marine Research* **39**
- Rotthauwe JH, Witzel KP, Liesack W (1997) The ammonia monooxygenase structural gene amoA as a functional marker: Molecular fine-scale analysis of natural ammonia-oxidizing populations. *Applied and Environmental Microbiology* **63**: 4704-4712
- Ruiz-Gonzalez C, Lefort T, Gali M, Montserrat Sala M, Sommaruga R, Simo R, Gasol JM (2012) Seasonal patterns in the sunlight sensitivity of bacterioplankton from Mediterranean surface coastal waters. *Fems Microbiology Ecology* **79**: 661-674
- Vanzella A, Guerrero MA, Jones RD (1990) Recovery of nitrification in marine-bacteria following exposure to carbon-monoxide or light. *Marine Ecology Progress Series* **60**: 91-95

Agradecimientos

Los autores agradecen a Don Pedro Luca y familia por su disposición y ayuda con la instalación del laboratorio en Salar de Huasco. También agradecemos a los participantes de la salida de investigación (campana MOSE 2) quienes ayudaron con traslados, manipulación de muestras y experimentos: Viviana Araya, Carolina Cubillos, Felipe Docmac, Jaime Chris Harrod, Claudia Muñoz, Lasse Olsen, Bernardita Valenzuela. Este trabajo fue financiado por aportes de los FONDECYT #1110824, #1110953 y #11110190.

MATRIZ DE PERMUTACIÓN DE UN GRAFO¹

PERMUTATION MATRIX OF A GRAPH²

Eduardo Montenegro Valenzuelaⁱ, Eduardo Cabrera de Arrizabalagaⁱⁱ y
José González Campoⁱⁱⁱ³

Resumen

En este trabajo se probará que todo grafo admite al menos una matriz de permutación de sus vértices. Una matriz de permutación de los vértices de un grafo G de orden p será una matriz $M \in GL(p, \mathbb{R})$, grupo de las matrices invertibles de orden p y coeficientes reales, tal que $M = [\delta_{j\sigma(i)}]$ donde $\sigma \in Aut(G)$ grupo de automorfismos de G . Enmarcado en el área de la Teoría de Grafos, en el presente trabajo se utilizará, preferentemente, grafos simples y finitos.

Palabras claves: Grupo de un grafo, grupo
AMS Subject Class(2010): 05C10 - 47N60.

Abstract

In this paper we prove that every graph admits at least a permutation matrix of its vertices. A permutation matrix of the vertices of a graph G of order p is a matrix $M \in GL(p, \mathbb{R})$, group of the invertible matrices of order p and real coefficients, such that, $M = [\delta_{j\sigma(i)}]$ donde $\sigma \in Aut(G)$, automorphism group of G . Framed in the area of the Theory of the Graphs, in the present written it will be used, preferably, simple and finite graphs.

Keywords: Group of a graph, Linear group
AMS Subject Class(2010): 05C10 - 47N60.

¹ Trabajo financiado por la Universidad de Playa Ancha a través del Proyecto CNEI01-1314

² Work financed by the Universidad de Playa Ancha through the Project CNEI01-1314

³ Labesam: Laboratorio de Saberes Matemáticos

ⁱ Facultad de Ciencias Naturales y Exactas, Universidad de Playa Ancha, Valparaíso, Chile.
emontene@upa.cl

ⁱⁱ Facultad de Ciencias Naturales y Exactas, Universidad de Playa Ancha, Valparaíso, Chile.
ecabrera@upa.cl

ⁱⁱⁱ Facultad de Ciencias Naturales y Exactas, Universidad de Playa Ancha, Valparaíso, Chile.
jgonzalez@upa.cl

1. Introducción

La familia de grafos simples y finitos será anotada por Ω . Para un grafo G de Ω , $V(G)$ denota el conjunto de vértices y $E(G)$ denota el conjunto de líneas. La cardinalidad de $V(G)$ es llamada el **orden** de G y habitualmente se anota por $|G|$, y la cardinalidad de $E(G)$ es llamada el **tamaño** de G y generalmente se anota por $|E(G)|$. Un grafo (p, q) tiene orden p y tamaño q . Dos vértices u y v son llamados vecinos si $\{u, v\}$ es una línea de G . Una línea $e = \{u, v\}$ se dice que une los vértices u y v . Si $e = \{u, v\}$ es una línea de un grafo G , entonces u y v son *vértices adyacentes*. Los vértices u o v se dicen *incidentes* con una línea e si $e = \{u, v\}$. Además si e_1 y e_2 son líneas distintas de G e inciden en un vértice común, entonces diremos que e_1 y e_2 son *líneas adyacentes*. Para simplificar la anotación, la línea $\{x, y\}$ se escribe xy (o yx). El *grado* de un vértice v de un grafo G es el número de líneas que inciden con v . Este número se anota por $\deg_G(v)$ o simplemente por $\deg(v)$. Un vértice v es un *vértice aislado* si $\deg(v)=0$. Para cualquier vértice v de G , denote por N_v los vecinos de v , es decir,

$$N_v = \{u \in V(G) / uv \in E(G)\}.$$

Es útil tener una forma de dibujar los grafos a fin de poseer alternativas para apreciar intuitivamente sus propiedades. Esto se logra mediante los *diagramas* o *representaciones geométricas*. Asociado a un grafo G se identifican sus vértices con igual número de puntos del plano $\mathbb{R}^2$ o del espacio $\mathbb{R}^3$. Dos de tales puntos se unen con una curva suave si, y sólo si, los vértices correspondientes forman una línea de G . Por ejemplo, si G es un grafo tal que $V(G) = \{u, v, w\}$, $E(G) = \{uv, vw\}$ entonces un diagrama de G sería el que aparece en la Figura 1.

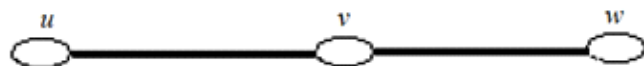


Figura 1.

Un grafo G se dice *isomorfo* a un grafo G' si existe una biyección tal que $uv \in E(G) \Leftrightarrow f(u)f(v) \in E(G')$. La biyección f

será llamada *isomorfismo* y anotaremos $G \cong G'$. La relación es de equivalencia sobre Ω . Se dice que una línea e de un grafo G es *similar* a una línea e' de un grafo G' si $G \cong G'$. Se dice que un vértice v de un grafo G es *similar* a un vértice v' de un grafo G' si $G \cong G'$. Se dice que un grafo G es *similar* o *copia* de un grafo G' si $G \cong G'$.

Un grafo $(p, \frac{p(p-1)}{2})$, $p \in \mathbb{Z}^+$ es llamado *grafo completo* de orden p y se anota K_p . En particular K_1 es llamado *grafo trivial*. En la Figura 2 se ilustran algunos grafos completos.

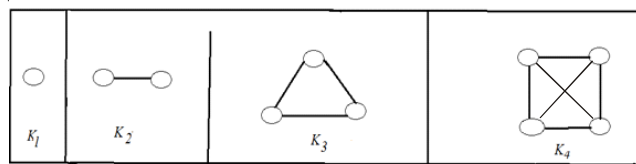


Figura 2.

Otros conceptos usados en este trabajo y no definidos explícitamente pueden ser encontrados en las referencias [1], [2], [3].

2. Grupo de Automorfismos de un Grafo

Un automorfismo de G es un isomorfismo de G en sí mismo. El conjunto de automorfismos de G se anota por $Aut(G)$. Por ejemplo, si G es un grafo completo de orden p , entonces $Aut(G) \cong S_p$ y si G es un ciclo de orden p , entonces $Aut(G) \cong D_p$.

Teorema 2.1: Si G es un grafo simple y finito, entonces $Aut(G)$ forma un grupo con la composición.

Demostración:

Sean $f, g \in Aut(G) \Rightarrow \forall u, v \in V(G) : (f \circ g)(u) = (f \circ g)(v) \Rightarrow f(g(u)) = f(g(v)) \Rightarrow g(u) = g(v) \Rightarrow u = v \Rightarrow f \circ g$ es biyectiva.

Por otra parte tanto f como g preservan la coliniación, por tanto $f \circ g$ también la preserva.

Luego $f \circ g \in \text{Aut}(G)$. El resto de las propiedades de grupo se heredan del grupo S_p ya que $\text{Aut}(G) \subset S_p$.

2.2. Complemento de un grafo

Sea G es un grafo simple y finito, entonces el complemento de G , anotado $\bar{G}$, es aquel grafo tal

que $V(\bar{G}) = V(G)$ y $E(\bar{G}) = \{xy / xy \notin E(G)\}$. Por ejemplo si G es un grafo con $V(G) = \{1, 2, 3\}$ y $E(G) = \{12\}$, entonces

$$V(\bar{G}) = \{1, 2, 3\} \text{ y } E(\bar{G}) = \{13, 23\}.$$

Teorema 2.3.: Si G es un grafo simple y finito, entonces $\text{Aut}(G) \cong \text{Aut}(\bar{G})$.

Demostración: Dado que ambos grafos tienen los mismos vértices y una coliniación en uno no es coliniación en el otro y viceversa se obtiene lo pedido.

3. Matriz de permutación de un Grafo

Sea, $n \in \mathbb{Z}^+$, el conjunto de permutaciones de un conjunto de n elementos. Sabemos que S_n forma un grupo con la composición y que este grupo no es, en general, abeliano. Sea $GL(p, \mathbb{R}) = \{M \in \mathbb{R}^{p \times p} / M \text{ es invertible}\}$, el grupo lineal de matrices invertibles y coeficientes reales con elemento neutro multiplicativo $I_p = D[1, \dots, 1]$. Entonces diremos que $M \in GL(p, \mathbb{R})$ es una **matriz de permutación**, si y sólo si $\exists \rho \in S_p : M = [e_{\rho(i)}] = [\delta_{j\rho(i)}]$, donde

$\forall k = 1, \dots, p : e_k = [\delta_{ik}] \in \mathbb{R}^{p \times 1}$. En ese caso M se anotará por M_ρ . Por ejemplo, si G es un grafo completo de orden 3 y $\rho \in S_3$, $\rho = (123)$, entonces

$$M_\rho = [e_{\rho(i)}] = [\delta_{j\rho(i)}] = [e_{\rho(1)} e_{\rho(2)} e_{\rho(3)}] = [e_2 e_3 e_1] = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \end{bmatrix}.$$

El conjunto de matrices de permutaciones de un grafo G será anotado por $GL(p, G)$. Es evidente que $GL(p, G) \subset GL(p, \mathbb{R})$.

Teorema 3.1.: Si G es un grafo simple y finito entonces $GL(p, G) \leq GL(p, \mathbb{R})$.

Demostración: Basta con probar que la multiplicación sobre $GL(p, G)$ es cerrada ya que el resto de las propiedades de grupo se heredan de $GL(p, \mathbb{R})$. En efecto, sea G un grafo simple y finito de orden p , entonces

$$\begin{aligned} \forall \rho, \sigma \in \text{Aut}(G) : M_\rho M_\sigma &= [F_i^{(\rho)}] [C_j^{(\sigma)}] = [F_i^{(\rho)} \cdot C_j^{(\sigma)}] = \\ &= \left[(\delta_{i\rho(1)} \delta_{i\rho(2)} \dots \delta_{i\rho(p)}) \cdot (\delta_{j\sigma(1)} \delta_{j\sigma(2)} \dots \delta_{j\sigma(p)}) \right] = \left[\sum_{k=1}^p \delta_{i\rho(k)} \delta_{k\sigma(j)} \right] = \\ &= [\delta_{j\rho(\sigma(i))}] = [(\rho \cdot \sigma)(i)] = [\rho(\sigma(i))] = M_{\rho \cdot \sigma}. \end{aligned}$$

Bibliografía

- A.Cayley, The theory of groups, graphical representation. American Journal of Mathematics, v.1(1876), 174 - 176.
- G. Chartrand, L. Lesniak, Graphs and Digraphs. Wadsworth and Brooks/Cole Advanced Books and Software Pacific Grove, C.A., 1996.

G. Godsil, Graphs, Groups and Polytopes. Combinatorial Mathematics, v.6(1977), Camberra.

F. Harary, A characterization of block graphs. Canad. Math. Bull. 6(1963), 01-06.

E. Montenegro, A result on the order and size of graphs that represent a finite group. Extracta Mathematicae. v.2(1987), N°1, 14 - 16.

E. Montenegro, Power D., Ruiz S., Salazar R., Spectra of related graphs and Self Reproducing Polyhedra. Proyecciones, v.11(1992), N°1, 01 - 09.

E. Montenegro, Graph with given Automorphism Group and given Nuclear Number. Proyecciones, v.11(1992), N°1, 21 - 28.

PROMOCIÓN DE APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO Y DESARROLLO DE COMPETENCIAS EN AMBIENTE DE BLENDED LEARNING PARA UN CURSO DE INTRODUCCIÓN A LA FÍSICA EN EL PREGRADO UNIVERSITARIO

Rafael Silva Córdovaⁱ , Ester López Donosoⁱⁱ

Resumen

Un nuevo concepto surge con fuerza en el ámbito de la enseñanza, se trata de «Blended Learning», conocido como un aprendizaje mixto, que combina la enseñanza presencial con la enseñanza virtual. En la presente investigación se propone una metodología de enseñanza activa de la Física en entornos de aprendizaje Blended Learning, con el fin de mejorar los rendimientos académicos, promover el aprendizaje significativo de la Física y desarrollar competencias genéricas asociadas a la utilización de la metodología de enseñanza. Esta propuesta se sustenta teóricamente en el aprendizaje significativo de Ausubel, capacidades cognitivas de Piaget, aprendizaje social de Vygotsky y aprendizaje cooperativo de Johnson y Johnson. Epistemológicamente se apoya en la demarcación de Popper, los obstáculos epistemológicos y pedagógicos de Bachelard, en rol del alumno y profesor según Coll. La investigación se resuelve mediante una metodología experimental cuantitativa y con rasgos cualitativos. Los indicadores de resultados muestran diferencias importantes en el rendimiento académico, calidad de los aprendizajes y desarrollo de habilidades genéricas, y muestra el camino hacia donde deben dirigirse a futuro las innovaciones en metodologías de enseñanza.

Palabras clave: Blended Learning, aprendizaje significativo, competencias genéricas, metodología enseñanza.

Abstract

A new concept emerges strongly in the field of education, it is «Blended Learning», known as a blended learning that combines classroom learning with virtual learning. In this research a methodology of active teaching physics in learning environments Blended Learning, in order to improve academic performance, promote meaningful learning of Physical and develop generic skills associated with the use of the teaching methodology is proposed. This proposal is based on meaningful learning theory of Ausubel, cognitive habilites of Piaget, Vygotsky social learning and cooperative learning of Johnson and Johnson. Epistemologically it relies on the demarcation of Popper, epistemological and pedagogical obstacles Bachelard, in the role of student and teacher according Coll. Research is solved by a quantitative and qualitative features experimental methodology. The indicators show significant differences in academic performance, quality of learning and development of generic skills, and shows the way to where they should go to future innovations in teaching methodologies.

Keywords: Blended Learning, meaningful learning, generic skills, teaching methodology.

ⁱ Departamento de Física, Universidad de Playa Ancha. rsilva@upla.cl

ⁱⁱ Centro de Estudios Avanzado, CEA. Universidad de Playa Ancha. elopez@upla.cl

Introducción

Tras el entusiasmo inicial y unos años de euforia, elearning no ha respondido a las expectativas que había creado. Las causas (Pascual, 2003)⁽¹³⁾ se deben fundamentalmente al modelo subyacente y la calidad de enseñanza. Cuando se analizan los proyectos de elearning, se encuentra con una formación a distancia potenciada por la tecnología. La teoría casi siempre y la práctica siempre, nos muestran una formación basada en elearning que no es otra cosa que un curso a distancia con ordenadores e Internet. En cuanto a la calidad, ha esta ha venido acompañada porque el sistema formativo actual que se ve envuelto en esa nebulosa llamada neocapitalismo que incluye fenómenos como la globalización, la reducción de la iniciativa pública, y la búsqueda de rentabilidad en todas las actividades. El criterio economicista no se encuentra únicamente en los proyectos privados de formación virtual (lo que sería explicable) sino también en los proyectos que llevan adelante las universidades públicas. Pero cuando se trata de universidades tradicionales que han querido reconvertir sus programas en cursos basados en aprendizaje digital, tanto en cursos de pregrado como de postgrado, o de centros de formación presencial que han querido hacer esta transformación, entonces es cuando se produce la debacle. En consecuencia el modelo elearning a quedado limitado sólo a la educación a distancia pura, sin grande innovaciones que vuelvan a potenciarlo.

Blended Learning se describe como aquel modo de aprender que combina la enseñanza presencial con la tecnología no presencial: «que combina el cara a cara con la enseñanza virtual» (Coaten, 2003; Marsh, 2003)⁽³⁾. La idea clave es la de selección de los medios adecuados para cada necesidad educativa. Los criterios para tomar una decisión sobre qué recursos utilizar en una metodología de enseñanza deben apuntar a:

- Condiciones de la formación (urgencia, necesidad de resultados observables...)
- Recursos disponibles

- Características de los destinatarios
- Características del contenido de la formación.

Las clases deben ser reemplazadas por una variedad de recursos de aprendizaje, todos implicando formas más activas de acción del alumno. A continuación se presentan, algunas de las técnicas más efectivas en mejorar la calidad de los cursos:

- Evaluación continua con feed-back a los estudiantes.
- Mayor interacción entre los estudiantes
- Tutoriales on-line
- Uso de tutores.

Aiello, Bartolomé y Willem (2004)⁽¹⁾ también resaltan la importancia que tiene la tutoría presencial en los procesos semipresenciales. Naturalmente esta opción no es adecuada para los planteamientos economicistas a los que se ha hecho referencia anteriormente y que marcan profundamente el desarrollo pedagógico. La clave del cambio metodológico no es para aprender más (lo que de hecho está ampliamente demostrado que no sucede) sino aprender diferente. Las universidades y en general todo el sistema educativo debe preparar a ciudadanos en una sociedad en la que el acceso a la información, y la toma de decisiones se convierten en los elementos distintivos de la educación de calidad.

Para Moreira (2004)⁽⁹⁾, las tendencias actuales en investigación en ciencias se orientan a la evaluación de aprendizajes, al uso de las nuevas tecnologías, y a la formación de profesores de ciencias. Las principales debilidades las apunta a la falta de líneas progresivas de investigaciones, que carecen de marco teórico, metodológico y epistemológico coherente; a la poca transferencia al aula, del conocimiento producido por las investigaciones; al uso de los enfoques cualitativos con la etiqueta que «todo vale», falta de una visión más compleja de los procesos de aprendizajes que no son sólo cognitivos. En las recomendaciones para las investigaciones en educación en ciencias, Moreira^(9,10,11), propone mejorar la calidad de las

investigaciones en términos de preguntas y fundamentación teórica, metodológica y epistemológica, preocupándose de las cuestiones foco de estudio, la incorporación de profesores a grupos de investigación, generar líneas de trabajo progresivas. Concluye señalando, que las universidades y sistemas de educación secundaria y primaria deberían promover medios y valorar la investigación en enseñanza de las ciencias, para que los profesores no universitarios puedan participar de los grupos y proyectos de investigación. Además, que la investigación en educación en ciencias debe estar presente en el currículo de la formación inicial de profesores de ciencias.

En la presente investigación se propone una metodología de enseñanza ambientada en Blended Learning, sustentada epistemológicamente en el constructivismo, en las ideas de Bachelard sobre obstáculos pedagógicos, conceptos previos y rectificación a partir del error. En ideas de Maturana como la sinergia y autopoiesis. Así como en las ideas de Coll, en que el alumno es responsable del aprendizaje, de que el aprendizaje es un proceso mental y la importancia del profesor en proceso de enseñanza. Las teorías presente en la propuesta son el aprendizaje significativo de Ausubel⁽¹¹⁾, destacando para ello el trabajo de los conceptos previos, los organizadores de avanzada, andamiaje, y los procesos como la diferenciación progresiva y la reconciliación integradora. A ellos se complementan con referente teóricos como: Piaget, sobre capacidades cognitivas, asimilación acomodación y anclaje. Vygostky, sobre aprendizaje social y zona de desarrollo próximo. A continuación, se muestra un esquema conceptual sobre el sustento teórico.

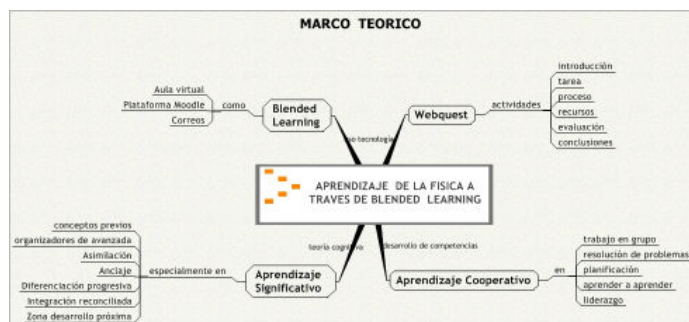


Figura 1. Esquema conceptual sobre sustento teórico

En consecuencia, la propuesta de investigación como modelo de enseñanza debe dar respuesta a la siguiente pregunta:

¿Podrá una metodología de enseñanza, ambientada en Blended Learning mejorar rendimiento académico y calidad en los aprendizajes de la Física, y también desarrollar competencias genéricas?

Debe hacerse notar que esta propuesta o modelo de enseñanza es una ampliación y corrección de otras propuestas similares realizada por los autores, (Silva)^(14,15,16,17,18), y que ha dado excelente resultados en los logros de aprendizaje.

Metodología

La investigación se aborda mediante una metodología cuantitativa y con una combinación experimental y no experimental.

El **tipo de estudio** es exploratorio, descriptivo y comparativo.

El **diseño de la investigación** depende del efecto que produce la metodología de enseñanza.

- (1) Propuesta metodológica con efecto en el rendimiento. Se trata de un cuasi-experimento, donde se compara un grupo control con otro experimental que utiliza el modelo de enseñanza propuesto.
Propuesta metodológica → Rendimiento académico.
- (2) Propuesta metodológica y su efecto en el Aprendizaje. Para ello, se elabora un pre experimento, con el grupo experimental.
Propuesta metodológica → Aprendizaje
- (3) Propuesta metodológica y su desarrollo de competencias genéricas son abordada por una encuesta de indicadores, que se presentan en los resultados.

Variables:

La variable independiente es la metodología de enseñanza. La metodología de enseñanza tradicional

es aquellas con clases expositivas, frontales, con guías de ejercicios, y cuyo aprendizaje y rendimiento es evaluado mediante una prueba de resolución de problemas al final de cada unidad temática. La metodología de enseñanza propuesta se presenta a través del siguiente mapa conceptual.

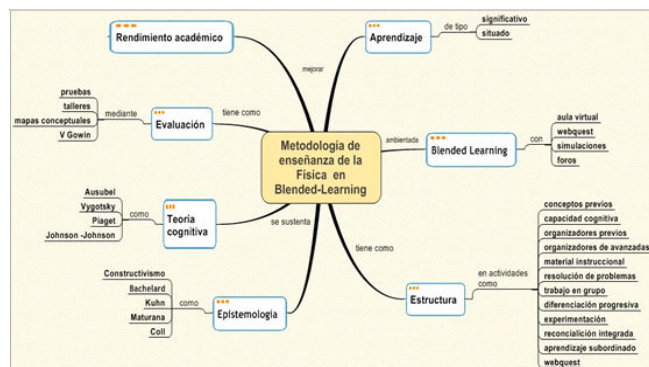


Figura 2. Mapa conceptual sobre el modelo de enseñanza en Blended learning.

La metodología de enseñanza de la Física en Blended Learning tiene una parte presencial, con clase expositiva donde se entregan los diferentes campos conceptuales que contiene el programa del curso, talleres de resolución de problemas que se hace en grupos. En forma virtual las actividades consideradas son: foros de discusión sobre un tema propuesto y los laboratorios que se realizan mediante las Webquest. La forma de poner en práctica la metodología tiene una cierta dinámica, que se lleva a cabo en las tres unidades que tiene el curso de la muestra. Al comienzo de cada unidad temática se hace una evaluación de los conceptos previos y de capacidades cognitivas que tienen los alumnos, para así, proponer los organizadores previos que permitan una nivelación de ellos antes de presentar los nuevos conceptos. Durante la exposición de los nuevos conceptos, se van haciendo discusión de ellos (en grupo), para ir detectando la asimilación. Los talleres de resolución de problema, se hacen en grupo en un trabajo verdaderamente cooperativo, utilizando la conceptualización y el uso de los principios físicos y matemáticos adecuados para su resolución. Los mapas conceptuales son otro recurso usado para ir analizando la formación de aprendizaje significativo, para poder visualizar los fenómenos

de la diferenciación progresiva y la integración reconciliada. Los experimentos de la propuesta se hacen a través de la Webquest, cuyas tareas corresponden al planteamiento de actividades que conlleven a aprendizaje significativo. Su forma de evaluación es mediante el uso de uve de Gowin⁽¹⁴⁾.

La muestra

La población a quien representa la propuesta son los cursos de Física en el pregrado de carrera universitaria. La muestra son dos cursos del primer nivel en la carrera de pedagogía en Física, de la Universidad de Playa Ancha, Chile. Los sujetos corresponden a 14 alumnos del grupo control y 18 del grupo experimental.

Análisis y discusión de resultados

Los análisis son realizados por el programa estadístico SPSS versión 15.

Para la propuesta metodológica y el rendimiento

Tabla1. Estadísticos descriptivos para cada prueba integral.

Prueba Integral	curso	N	Media	Desviación típ.
P1	control	14	3,9	0,76
	experimental	18	4,9	1,08
P2	control	14	3,5	1,42
	experimental	18	4,5	0,72
P3	control	14	3,8	1,46
	experimental	18	4,7	1,10

Cuya representación gráfica se muestra a continuación:

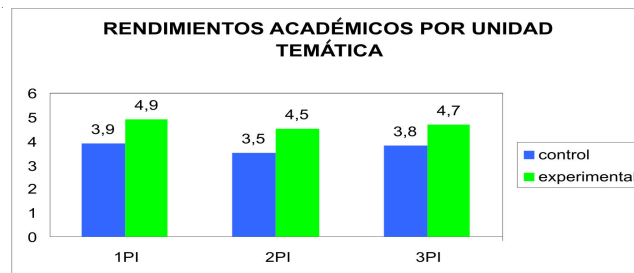


Gráfico 1. Rendimientos académicos por unidad de grupo control y experimental.

A continuación se muestra la prueba «t», aplicada a las tres pruebas integrales, que permiten asegurar la diferencia entre el grupo control y experimental, debido a la diferencia de enfoque con que se enfrenta el proceso enseñanza aprendizaje de la Física, lo que se muestra a continuación:

Tabla 2. Prueba «t» para dos muestras independientes

Pruebas integrales		t	gl	Diferencia de medias
P1	Se han asumido varianzas iguales	-3,012	30	-1,025
	No se han asumido varianzas iguales	-3,144	29,8	-1,025
P2	Se han asumido varianzas iguales	-2,514	30	-,968
	No se han asumido varianzas iguales	-2,327	18,1	-,968
P3	Se han asumido varianzas iguales	-1,958	30	-,884
	No se han asumido varianzas iguales	-1,888	23,4	-,884

Para 30 grados de libertad el valor de la hipótesis nula de la prueba «t» tiene un valor comprendido en el intervalo $-1,697 < t < 1,697$. Entonces se rechaza prueba nula de la prueba «t», ya que se detectan diferencias entre ambas metodología de enseñanza, claramente favorable para la propuesta planteada.

En las tres unidades consideradas en la experimentación, se comprueba la eficacia de la metodología de enseñanza propuesta.

En cuanto al aprendizaje producto de la aplicación del modelo de enseñanza propuesto, son variadas las actividades que aportan al aprendizaje de la Física desde diferentes perspectivas. Para ello, se muestra una de las actividades del modelo, a manera de ejemplo y de análisis. Se trata de la Webquest sobre la Ley de Ohm, cuya evaluación se realiza mediante el uso de la heurística de UVE de Gowin.

A continuación se muestra la Webquest sobre uno de los experimentos planificado en la tercera unidad, en el contexto de energía eléctrica.



Figura 3. Webquest sobre ley de Ohm.

La Webquest es un recurso tecnológico basado en la indagación y usa información que existe en la red. En la introducción, se presenta el experimento a realizar con toda la fundamentación teórica. Las tareas corresponden a los objetivos que deben cumplir los estudiantes. El proceso, es una serie de pasos y actividades a realizar por los alumnos, dirigido hacia la promoción de aprendizaje significativo. Los recursos están en las páginas de Internet, en este caso, sobre applet java en Física.

La evaluación de la Webquest sobre la Ley de Ohm, en el curso experimental, se muestra a continuación, con escala de nota de 1 a 7.

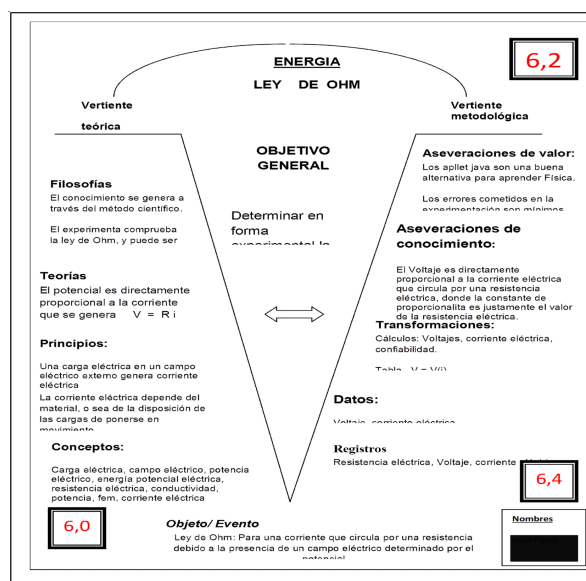


Figura 4. V de Gowin para la ley de Ohm.

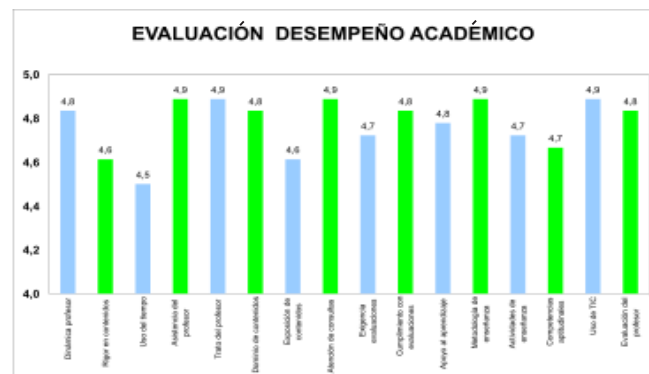
En cuanto a las competencias desarrolladas por la metodología de enseñanza. Estas se realizan a través de una encuesta con indicadores de escala tipo Likert. La encuesta es respondida por todos los estudiantes de la muestra del grupo experimental. La encuesta tiene una confiabilidad del 84,7%, establecida mediante el coeficiente de Alfa Cronbach. Los resultados por cada indicador, se muestran a continuación.

Tabla 3. Indicadores de desempeños asociada a las competencias.

EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO ACADÉMICO	
CONFIABILIDAD 84,7 %	
INTRODUCCIÓN A LA FÍSICA	
Las preguntas se valoran:	
1 Muy malo 2 Malo 3 Suficiente 4 Bueno 5 Muy bueno	promedios
1.- Entusiasmo del profesor en su docencia	4,83
2.- Rigurosidad en el desarrollo de los temas contenidos en el curso	4,61
3.- Buen uso del tiempo durante las clases	4,50
4.- Asistencia del profesor a las clases	4,89
5.- Trato del profesor con sus alumnos	4,89
6.- Dominio del profesor en las materias que trata el curso.	4,83
7.- Claridad en las exposiciones de la materia por parte del profesor.	4,61
8.- Disposición por parte del profesor de atender consultas de la materia.	4,89
9.- Relación entre lo exigido en las evaluaciones y lo desarrollado en el curso.	4,72
10.- Cumplimiento con la entrega de notas según reglamentación	4,83
11.- Apoyo del proceso de aprendizaje con material didáctico (guías, apuntes, etc.)	4,78
12.- Metodología de enseñanza utilizada por el profesor	4,89
13.- Incorporación de actividades (talleres, disertaciones, etc.) en proceso de enseñanza	4,72
14.- Desarrollo de competencias actitudinales	4,67
15.- Uso de la TIC en el proceso de enseñanza aprendizaje	4,89
16.- Evaluación global del desempeño del profesor	4,83
PROMEDIO	4,77

Los resultados muestran una excelente evaluación en cada uno de los indicadores. Se observan las mayores fortalezas en el uso de las Tics, la metodología, la didáctica del profesor, el trato del profesor y su comunicación, y las actividades diseñadas para el aprendizaje.

Cuya representación gráfica se indica a continuación:



Gráfica 2. Evaluación de desempeño académico asociado a competencias

Conclusiones

Es importante que cuando se desee presentar una innovación metodológica, esta sea aceptada de buena manera por los estudiantes, así como, sea permanente en el tiempo y no una simple experiencia que sirva para aprobar alguna asignatura. Además, para el estudiante debe ser un verdadero aporte, y tener una incidencia forma de estudiar y aprender.

- En primer lugar, el rendimiento académico producto de la aplicación de la metodología propuesta aumenta en forma considerable los niveles de aprobación. En la primera unidad sobre conceptos básicos de la Física el aumento 16,7% (desde 3,9 a 4,9), en la segunda unidad de interacciones un aumento de 16,6% 8desde 3,5 a 4,5), en la tercera unidad energía el aumento del 15% (desde 3,8 a 4,7), recordando que la escala de nota es de 1,0 a 7,0.
- El aprendizaje obtenido al hacer uso de metodología de enseñanza es de mejor calidad que las formas tradicionales, mayoritariamente hacia la construcción de aprendizaje significativo. Así se puede notar; en la resolución de problemas, mapas conceptuales y la UVE de Gowin en el laboratorio.
- Como la propuesta de enseñanza es una pedagogía activa, desarrolla una serie de competencias genéricas, como se manifiesta en la tabla 3 y el gráfico 2, en general en todos los indicadores son muy buenos, sobre 4 (escala de 1 a 5) al evaluar el desempeño del académico, cuyo valor promedio es 4,77.

Proyecciones

Da la impresión que Blended Learning es la metodología de enseñanza del futuro. Ahora bien, la propuesta está enfocada en el paradigma centrado en el aprendizaje de los alumnos, por lo tanto, es una experiencia que puede ser fácilmente adaptada a otras realidades.

Referencias

- (1) Aiello, M., Bartolome, A, y Willen, C. 2004. Evaluando 5 años de semipresencialidad en Comunicación Audiovisual. Comunicación presentada en el 3r Congreso Internacional «Docencia Universitaria y Innovación», Girona, Julio 2004.
- (2) Bartolomé, A. 2004. Blended Learning: Conceptos Básicos. Pixel Bits. Nº 23. Universidad de Barcelona
- (3) Coaten, N. 2003. Blended e-learning. Educaweb, 69. 6 de octubre de 2003. <http://www.educaweb.com/esp/servicios/monografico/formacionvirtual/1181076.asp>
- (4) Collis, B (1996) Tele-learning in a digital world. The future of distance learning. London. International Thomson Computer Press. <http://www.educaweb.com/esp/servicios/monografico/formacionvirtual/1181108.asp>
- (5) Khan, B (2001) Web-Based Training: An introduction. Nueva Jersey. Education Tecnology Publications, pp. 5-12.
- (6) Leao, M. B. C., Bartolome, A. R. 2003. Multiambiente de aprendizagem: a integração da sala de aula com os laboratórios experimentais e de multimeios. Revista Brasileira de Tecnología Educacional. Anos XXX/XXI, Nos 159/160. p.75-80. Marzo 2003.
- (7) López, Silva. Aplicación de la técnica UVE como recurso metodológico y evaluativo para actividades experimentales en Física. Visiones Científicas. V. 4, Nº 1. Universidad de Playa Ancha 2001.
- (8) Marcelo, C (2000). Formación y nuevas tecnologías: Posibilidades y condiciones de la tele formación como espacio de aprendizaje. Universidad de Sevilla. Sevilla.
- (9) Moreira, M.A, (1999). Fundamentos Teóricos para la Investigación en Enseñanza de las Ciencias, programa de Doctorado en Enseñanza de las Ciencia, Universidad de Burgos, España, 1999.
- (10) Moreira, Marco A. (1999). *Aprendizagem significativa*. Brasília: Editora da UnB. 129 p.
- (11) Moreira, Marco A. (2000). *Aprendizaje significativo: teoría y práctica*. Madrid: VISOR. 100 p.
- (12) Murphy, P. 2003. The hybrid strategy: Blending face-to-face with virtual instruction to improve large section courses. University of California Regents. Teaching, Learning, and Technology Center. [Online] http://www.uctltc.org/news/2002/12/feature_print.html
- (13) Pascual, Mª P. 2003. El Blended learning reduce el ahorro de la formación on-line pero gana en calidad. Educaweb, 69. 6 de octubre de 2003.
- (14) Silva, López. Laboratorio Virtual para un curso de Física Experimental. IX Encuentro de Informática y Computación en Educación. Universidad Las Américas. Santiago, Chile, Agosto 2001.
- (15) Silva, López. 2001. Aprendizaje significativo bajo una plataforma virtual. VII Congreso Nacional y III Internacional de Profesores de Ciencias. Instituto Nacional. Santiago. Chile 11 al 13 de Agosto. 2001.
- (16) Silva, López. 2004. Metodología Activa para la Enseñanza de la Física con apoyo de e-Learning. Visiones Científicas. Universidad de Playa Ancha. Volumen 7, Nº 1,2. Pág. 13-21.
- (17) Silva, López. 2001. El uso de una herramienta virtual en el laboratorio de Física. XI Encuentro de Física Regional Norte. V Reunión Internacional Andina de Física. Universidad de Antofagasta. Chile. 10 al 12 de Octubre 2001.
- (18) Silva, López. 2001. Un curso de Física experimental en una plataforma virtual REF XII. Duodécima Reunión de Educación en Física. Universidad Nacional San Martín. Buenos Aires. Argentina. 20 al 22 de Septiembre de 2001.

NORMAS DE PUBLICACIÓN

La Revista Visiones Científicas de la Facultad de Ciencias Naturales y Exactas y el Centro de Estudios en Enseñanza de las Ciencias CESENCI, publica artículos, comunicaciones breves y otros materiales originales como resultado de investigaciones y experiencias nuevas en el campo de la enseñanza de las ciencias naturales y exactas, a nivel de Enseñanza Media o Secundaria y Superior, principalmente en enseñanza de: Biología, Física, Química, Matemática, TIC y otras ciencias naturales. También se reciben materiales de opinión y discusión sobre la política educativa nacional e internacional de la enseñanza de las ciencias.

Los artículos y las comunicaciones cortas que se envían, no deben haber sido publicados o enviados a otras revistas de nivel nacional o internacional. Las secciones principales de la Revista Visiones Científicas son:

- Diseño del currículo moderno en Ciencias.
- Libros de textos de ciencias y otros medios de enseñanza.
- Innovaciones y métodos activos modernos en la enseñanza de las ciencias.
- Experiencias de laboratorios y experimentos en la enseñanza de las ciencias.
- Tecnología educativa, incluido uso de internet e informática educativa en ciencias.
- Análisis epistemológico, política educativa y organización en la enseñanza de las ciencias.
- Revisión de recursos para la enseñanza de las ciencias y matemática.

Los autores deben cumplir las siguientes instrucciones:

1. Los artículos o comunicaciones cortas deben estar escritos en español. Deberá incluirse la copia electrónica del trabajo por e-mail visionescientificas@upla.cl.
2. El texto debe ser elaborado en Word Windows para PC o aplicaciones compatibles, en letra Times New Roman de 12 puntos.
3. El trabajo debe tener una extensión máxima de 20 páginas, incluidas gráficos, figuras, mapas conceptuales, tablas u otra forma de presentación, incluyendo la bibliografía utilizada.
4. El lenguaje debe ser claro, preciso y escrito en estilo impersonal. Se aconseja a los autores presentar las recomendaciones y conclusiones de manera tal que sirvan a profesores e investigadores de diferentes países. Se recomienda la siguiente estructura para el artículo:

Título: No más de 15 palabras. Mayúsculas negritas Times New Roman de 14 puntos. A continuación debe incluirse la traducción del título en Inglés.

Autores: Nombre y apellidos, con (*) al pie de página, señalando la institución a la que pertenece y dirección electrónica, respectiva.

Resumen: No debe contener más de 200 palabras. Debe incluir método empleado y las conclusiones.

Palabras clave: De dos a cinco palabras clave.

Abstract: La traducción del resumen al Inglés.

Keywords: Las palabras clave deben estar en Inglés. La estructura del texto del artículo debe contener las siguientes partes:

- Introducción
- Metodología aplicada a la investigación
- Resultados y discusión
- Conclusiones
- Agradecimientos
- Bibliografía

Introducción: Contempla el planteamiento general del tema, objetivos, marco teórico inicial o generado en la investigación.

Metodología aplicada a la investigación: En el caso de que la investigación sea sobre nuevas metodologías e innovaciones en la Enseñanza de las Ciencias, deben ser presentados los detalles de la organización del experimento pedagógico u otros métodos de la investigación en la educación.

Resultados y discusión: Los resultados de los experimentos pedagógicos pueden presentarse en forma de tablas, figuras, gráficas y fotografías en color.

El número de figuras debe limitarse al mínimo, tratando de ubicar aquellas curvas que se refieren al mismo sistema de coordenadas. Las figuras se dibujarán en papel blanco con trazo grueso (impresión láser) y dimensiones de 7 a 14 cm de ancho. Las palabras, números o símbolos de las figuras deberán hacerse en un tamaño tal que una vez reducida la figura, resulten de 1,5 mm de altura. Se recomienda presentar los resultados con los cálculos estadísticos pertinentes. En las expresiones matemáticas se deberán indicar claramente los exponentes, subíndices y superíndices. Se recomienda el

uso del editor de ecuaciones del procesador de textos Word. Se debe evitar la repetición de expresiones complicadas, reemplazándolas por símbolos. La discusión debe ser breve y limitarse a los aspectos clave del trabajo.

Conclusiones: Deben basarse en los resultados obtenidos y, si es posible, sugerir soluciones al problema planteado en la introducción.

Las citas bibliográficas se deben ubicar en el texto indicando apellido del autor y año, por ejemplo, (Núñez, 2016).

Bibliografía: La lista se citará en orden estrictamente alfabético y se deberá citar respetando las normas de la American Psychological Association (APA) para: artículos impresos, libro con autor, libro con editor, versión electrónica de libros impresos, capítulo de un libro, videos, videos en línea, páginas web, simposios y conferencias y tesis.

Las comunicaciones breves serán de máximo cuatro páginas y deben contener la introducción, el planteamiento del problema, los resultados, la discusión, conclusiones, bibliografía, recomendado especialmente para profesores de establecimientos de educación media o secundaria.

Todos los manuscritos se someterán a un proceso de arbitraje por pares nacionales e internacionales, trabajo que se realizará en forma anónima. Los árbitros recibirán instrucciones de juzgar las contribuciones de acuerdo a los siguientes lineamientos:

1. ¿La temática del artículo es relevante?
¿Su lectura aportará nuevos elementos a los lectores? ¿Es un aporte para mejorar la enseñanza de las ciencias y la matemática?

2. ¿Se encuentra en forma explícita el objetivo del trabajo? ¿La pregunta que intenta resolver o el objetivo que se pretende desarrollar es significativo? ¿Está plenamente justificado?
3. ¿El desarrollo del escrito es adecuado? ¿Se puede seguir sin problema? ¿Se justifica cada paso o cada conclusión que se obtiene? ¿Está debidamente ilustrado?
4. Si se trata de una investigación cuantitativa de campo, ¿es adecuada la definición de la muestra, su validez estadística, las técnicas y el método de análisis? ¿Está todo lo que tiene que estar o hay pasos oscuros?
5. ¿Existe rigor, pertinencia y originalidad en las conclusiones? ¿Se derivan estrictamente de lo aportado durante el desarrollo del artículo? ¿Se obtienen conclusiones previsibles desde el inicio? ¿Hay novedades?
6. ¿Es apropiada la redacción y la corrección idiomática? ¿Qué palabras, párrafos o porciones del texto deben mejorarse?
7. ¿La bibliografía citada es pertinente? ¿Se considera la mayor parte de las aportaciones previas al tema tratado? ¿Falta alguna muy importante?
8. ¿Se ajusta el artículo a la norma editorial?

Con base en lo anterior los árbitros recomendarán alguna de las siguientes opciones:

1) Aceptación; 2) La aceptación condicional; 3) El rechazo del artículo. En el segundo caso, se mencionará explícitamente lo que se debe eliminar, pulir o añadir, mediante notas generales o anotaciones al margen del original. En el tercero el árbitro emitirá una justificación basada en el incumplimiento de los ocho puntos anteriores. Cualquier discrepancia entre los árbitros será discutida por el Consejo Editor y resuelta por el Director de la Revista.

2016

Volumen 11, Nº 2

ISSN 0716-677X

VISIONES CIENTÍFICAS

