

# Optimización de las redes de tratamiento en drogodependencia mediante el uso de servicios cognitivos en la nube

C. Pérez-Gandía<sup>1,2</sup>, J.M. Iniesta Chamorro<sup>2</sup>, J. Tapia Galisteo<sup>2</sup>, G. García-Saez<sup>2</sup>, C. Madrigal<sup>2</sup>, D. Urgeles<sup>3</sup>, ME. Hernando<sup>2,1</sup>

<sup>1</sup> Centro de Investigación en Red en Bioingeniería, Biomateriales y Nanomedicina, CIBER, Madrid, España

<sup>2</sup> Grupo de Bioingeniería y Telemedicina (GBT), Dpto. de Tecnología Fotónica y Bioingeniería, Universidad Politécnica de Madrid, España, {cperez, jminieta, jtapia, ggarcia, cmadrigal, elena}@gbt.tfo.upm.es

<sup>3</sup> Psiquiatría. Responsable de I+D+I. Nuestra Señora de la Paz, Madrid, España, diego.urgeles@sjd.es

## Resumen

*La adhesión al tratamiento en el ámbito de la drogodependencia está fuertemente ligada al éxito del mismo. Sin embargo, la alta tasa de abandono en los programas relacionados con la adicción a la cocaína, es un rasgo común y creciente en la mayoría de los centros dedicados al seguimiento y recuperación de pacientes consumidores. Dado que el tratamiento de las adicciones implica un gran consumo de recursos socio-sanitarios y que los recursos especializados en drogodependencia son muy limitados, el abandono del tratamiento se convierte en un grave problema. La motivación de este trabajo es mejorar la planificación y selección de las redes terapéuticas disponibles en adicción a la cocaína. Aprovechando la tecnología de IBM, que facilita la integración de servicios cognitivos en la nube, se ha desarrollado una plataforma web que cumple dos funciones: (1) almacenar la información de cada expediente de forma precisa y homogénea; (2) mediante un modelo predictivo basado en dicha información, estimar la probabilidad de éxito de un paciente (entendida como la probabilidad de completar el tratamiento), evitando así el consumo inadecuado de recursos asistenciales.*

## 1. Introducción

El consumo de drogas constituye en la actualidad uno de los problemas de salud pública más importantes y que mayor gasto de recursos genera en los países occidentales [1]. En España el consumo de cocaína se ha convertido en un problema de tendencia creciente, siendo la segunda sustancia psicotrópica de abuso más consumida en el mundo, tras el cannabis.

El tratamiento de personas que sufren adicciones al alcohol, cannabis, heroína, cocaína y otras sustancias implica un gran consumo de recursos socio-sanitarios. Se han establecido unidades especializadas en las que uno de los objetivos es siempre reducir o eliminar la adicción, además de los que requiera la situación personal del paciente. En estas redes terapéuticas se pueden diferenciar: tratamientos ambulatorios (el paciente no pernocta en el centro) y tratamientos residenciales (el paciente pernocta en unidades de hospitalización).

La Comunidad de Madrid (CAM) contempla una red de recursos entre los que se encuentran los Centros de Atención Integral a Drogodependientes (CAIDs) en los que se atiende a los pacientes de forma individualizada con carácter ambulatorio. Entre los servicios ofrecidos

destacan la valoración interdisciplinar del paciente y un abordaje integral del tratamiento, que contempla aspectos sanitarios, psicológicos, farmacológicos, familiares, sociales y ocupacionales [2].

Los recursos residenciales están dirigidos a situaciones de mayor gravedad, caracterizadas por: la imposibilidad de mantener la abstinencia ambulatoria, la existencia de conductas de riesgo asociadas al consumo, una insuficiente respuesta en otros dispositivos o la complicación añadida de problemas mentales derivados o no del consumo de drogas. Entre los centros residenciales disponibles en la red de la CAM, se encuentra el Centro de Atención Integral al Cocainómano (CAIC). La solicitud de ingreso en este centro requiere la cumplimentación de un informe, (*informe de derivación*), por parte de los profesionales responsables del paciente en el CAID donde previamente fue tratado. En los diferentes apartados del informe (10-15 pág. en formato Word), se registran datos personales del paciente y datos históricos relativos al problema referido. Un equipo especializado analiza dicha información y aprueba o no, la derivación del paciente al CAIC.

Cabe destacar en este proceso la ausencia de una herramienta de ayuda a la decisión que pueda asistir al profesional responsable de tomar la decisión final sobre la derivación del paciente.

El objetivo de este trabajo es el diseño y desarrollo de una plataforma web que facilite la gestión de la información y la comunicación entre los médicos implicados en la toma de decisiones sobre la trayectoria terapéutica del paciente drogodependiente. Como valor añadido, la plataforma implementa un modelo predictivo, que permite estimar la probabilidad de éxito en el recurso elegido, entendida como la probabilidad de completar el tratamiento en el centro al que se va a derivar al paciente (el CAIC).

## 2. Material y Métodos

### 2.1. Despliegue de servicios en la nube

La plataforma web se conecta a los servicios cognitivos de IBM (Watson Machine Learning) [3,4] desplegados en la nube (Bluemix).

Dicha plataforma despliega una interfaz web, muy similar al informe de derivación (el formulario web, apartado 2.4),

que permite introducir la información relativa a un paciente y su almacenamiento en una base de datos.

Mediante la plataforma es posible consultar la predicción sobre la probabilidad de que cualquier paciente, cuyos datos hayan sido registrados en el sistema, finalice el tratamiento. El modelo de predicción desarrollado (apartado 2.3) ha sido desplegado como un servicio en la nube, sobre la plataforma IBM Bluemix.

La Figura 1 muestra el flujo de comunicaciones entre los diferentes elementos del sistema en el caso de solicitar la predicción sobre un expediente previamente almacenado.

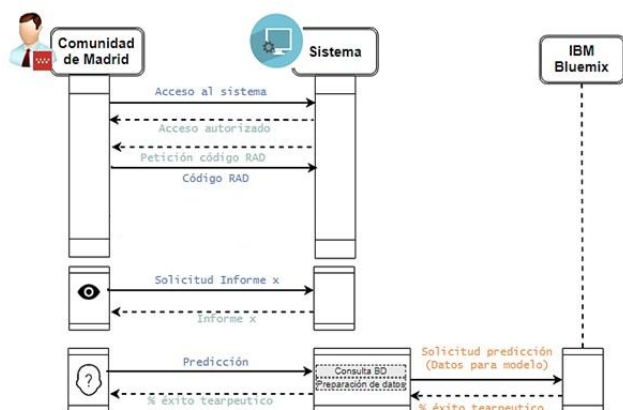


Figura 1. Flujo de comunicaciones en el sistema

## 2.2. Formulario web

Uno de los requisitos de la plataforma web desarrollada fue facilitar la recogida de la información que utiliza el modelo de predicción. Para ello, utilizando tecnologías web (HTML, CSS, JavaScript y AngularJS), se ha desplegado una aplicación en un servidor web (NodeJS) con una interfaz web, muy similar al informe de derivación. El formulario web sigue la estructura de apartados en los que está organizado actualmente el informe, para facilitar la labor de los profesionales médicos que tendrían que cumplimentarlo. Los códigos que se utilizan para representar algunas variables pueden llegar a resultar complejos, formar parte de una larga lista o mezclarse con los códigos de otras variables. Por ejemplo, respecto a los hábitos de consumo de sustancias, el informe refleja:

- *frecuencia de consumo*: 1, todos los días; 2, de 4 a 6 días/semana; 3, de 2 a 3 días/semana; 4, 1 día/semana; 5, menos de 1 día/semana; 6, no consumió; 9, desconocida.
- *dónde consume*: CS, casa; CLL, calle; B, bar, pub; T, trabajo; CO, coche; I, indiferente.
- *con quién consume*: S, solo; A, con amigos; P, con su pareja; F, con la familia; C, con conocidos, etc.

El formulario web evita que aparezcan valores incorrectos de algunas variables y que queden sin cumplimentar datos importantes. Para ello se resaltan los campos obligatorios en el formulario web y la aplicación avisa en caso de que se pretenda avanzar sin cumplimentar algún campo obligatorio. La aplicación web facilita el almacenamiento de la información en forma de registro en una base de datos (MySQL), lo que simplifica su uso posterior para continuar entrenando el modelo y para profundizar en la

investigación sobre las causas del abandono del tratamiento.

## 2.3. Muestra

Este trabajo ha sido desarrollado en el CAIC, centro ubicado en la Clínica Nuestra Señora de la Paz, financiado por la Consejería de Sanidad de la CAM y gestionado por la Orden Hospitalaria San Juan de Dios. Desde su apertura en el año 2001, el CAIC ha atendido a 2328 pacientes adictos a la cocaína, lo que supone una media de unos 170 pacientes atendidos al año. Un 73% de los pacientes que ingresan en este Centro finalizan el tratamiento y son derivados al CAID correspondiente para continuar su seguimiento ambulatorio pero el 27% abandona el tratamiento antes de finalizarlo.

Se han elegido los expedientes de 78 pacientes que solicitaron ingreso entre agosto del 2014 y diciembre del 2015 (16 meses). Se han seleccionado aquellos expedientes de los que se disponía del informe de derivación completo y de un registro fiable sobre el resultado del tratamiento.

Del informe de derivación se han extraído variables objetivas. Algunas de ellas ya han sido relacionadas en diversos estudios con la adhesión al tratamiento [5,6], mientras que otras serán exploradas por primera vez. Entre ellas se encuentran las siguientes: (1) datos personales: sexo, edad en el momento de la derivación, año de nacimiento, nacionalidad, nivel de estudios; (2) resultados de analíticas y medidas clínicas: frecuencia cardíaca, índice de masa corporal (IMC), estado serológico relacionado con el VIH; (3) información sobre las sustancias consumidas: qué sustancias, hábitos de consumo (dónde consume, con quién, actividad asociada al consumo, frecuencia y vía de administración), edad de comienzo del consumo de cada sustancia, frecuencia en el último año y en el último mes; (4) información sobre el tratamiento farmacológico en el momento de la derivación; (5) índice de la actividad del paciente, valorada a través de la Escala de Evaluación de Actividad Global (EEAG); (6) información sobre los tratamientos previos seguidos relacionados con el abuso de las drogas (número de tratamientos ambulatorios y/o residenciales, tiempo de estancia, tiempo de abstinencia después de un tratamiento).

En total se han recogido 100 características por paciente de cada informe de derivación, relacionadas con los seis aspectos mencionados.

A dicha información se ha añadido el resultado del tratamiento seguido en el CAIC, extraído de los informes de seguimiento del paciente durante el periodo de hospitalización, así como el dato del médico responsable de su seguimiento. El resultado del tratamiento es una variable dicotómica, que indica si el paciente finalizó el tratamiento, recibiendo el alta terapéutica o si por el contrario, el tratamiento fue interrumpido, por la causa que fuere, de forma voluntaria o por exigencias de la hospitalización en el CAIC. Esta información fue utilizada para el entrenamiento del modelo de predicción, mientras que el código del médico responsable se añadió como variable de entrada al modelo, junto con las 100 características extraídas del informe de derivación.

## 2.4. Modelo de predicción

El modelo predictivo está basado en la información recogida por la plataforma y en algoritmos de análisis inteligente de datos.

Para implementar, entrenar y validar el modelo de predicción, se ha utilizado la herramienta IBM-SPSS Modeler [7]. Se trata de una plataforma de análisis inteligente y extracción de conocimiento que facilita el uso de multitud de técnicas avanzadas de entrenamiento, el diseño de modelos de conocimiento y de predicción, y la integración de los mismos en la nube, sobre la plataforma Bluemix de IBM.

Se ha elegido de entre los modelos de predicción disponibles en la herramienta, un árbol de decisión tipo CHAID (CHI-square Automatic Interaction Detection). El crecimiento del árbol se realiza valorando la interacción entre variables mediante pruebas chi-cuadrado. En cada paso, CHAID elige la variable independiente (predictora) que presenta la interacción más fuerte con la variable dependiente (la salida). Las categorías de cada predictor se funden si no son significativamente distintas respecto a la variable dependiente.

Las entradas del modelo son las características extraídas del informe de derivación (99 variables -se elimina el identificador de paciente-) y el código del médico responsable del tratamiento, recogido de la historia clínica abierta en el CAIC. La salida del modelo es el resultado del tratamiento según la historia clínica, expresado como una variable dicotómica: SI (finalizó el tratamiento y recibió el alta terapéutica en hospitalización), NO (no finalizó el tratamiento).

La herramienta IBM SPSS añade al pronóstico (SI/NO) el margen de confianza del mismo, en forma de probabilidad. Esto permitirá al profesional médico valorar la significancia de la predicción sobre el éxito terapéutico que proporciona el modelo, para un determinado caso.

Para evaluar el modelo, se llevó a cabo una validación cruzada utilizando particiones aleatorias y asignando en cada iteración el 80% del conjunto de datos para entrenamiento y el 20% para su validación.

## 3. Resultados

### 3.1. Plataforma completa desplegada en la nube

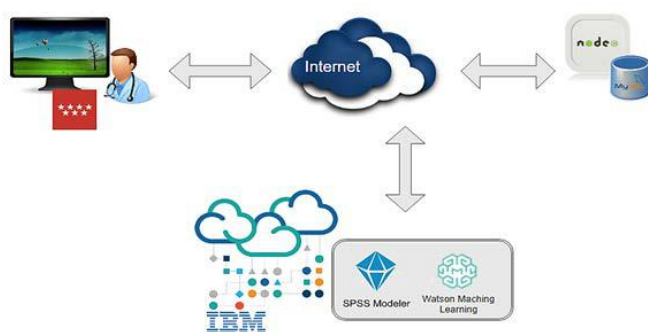


Figura 2. Arquitectura y modelo de comunicaciones

La Figura 2 muestra la arquitectura de la plataforma desarrollada. El usuario accede al servicio por medio de un ordenador y la interfaz web.

La plataforma facilita la cumplimentación del informe de derivación, mediante pantallas que estructuran los datos de manera similar al informe original, como muestran la Figura 3 y la Figura 4. Desde la plataforma es posible acceder al histórico de informes almacenados previamente en la base de datos para editar dichos informes o generar un documento .pdf que muestra toda la información relativa a un expediente concreto, seleccionado por el identificador de paciente (su código RAD).

La imagen muestra una interfaz web de la 'Agencia Antidroga' de la 'Comunidad de Madrid'. El título principal es 'INFORME DE SOLICITUD Y DERIVACIÓN A RECURSO'. Sección 1.1: 'Del paciente'. Datos: Código RAD: 5, Año nacimiento: 1984, Sexo: Mujer, Nacionalidad: (seleccionada). Sección 1.2: 'Del centro'. Datos: Centro: CAD Arganzuela.

Figura 3. Aspecto general del informe y datos de identificación

La imagen muestra la sección 'Consumo actual' del informe. Título: 'Consumo al ingreso del CAIC'. Subtítulo: 'Sustancias problema:'. Campos de selección: Cocaína (seleccionada), Heroína, Casa, Calle (seleccionada), Tabaco, Alcohol, Otras sustancias. Tabla de consumo:
 

Sustancia	Frecuencia	Vía	¿Dónde?	¿Quién?	¿Cuándo?	Actividad Asociada
Cocaína	(4 a 6) días semana	Pulmonar o Fumada	Calle		Selección*	Selección*

 Opciones de consumo: Bar/Pub, Trabajo.

Figura 4. Consumo de sustancias al ingreso

La plataforma permite a su vez consultar la predicción del modelo sobre las posibilidades de que un determinado paciente reciba o no el alta terapéutica en el CAIC y la fiabilidad de dicha predicción (Figura 5).

La imagen muestra la pantalla de 'PREDICCIÓN'. Texto: 'El pronóstico ha sido el de SI derivar al paciente. La probabilidad de dicho resultado ha sido: 90 %'.

Figura 5. Resultado del modelo de predicción

### 3.2. Descriptivos de la muestra

De los 78 casos estudiados, 55 son hombres (70.5%) y 23 mujeres (29.5%). La edad de los pacientes seleccionados oscila entre los 22 y los 71 años, siendo la edad media de 37 años. La mayoría de los pacientes ha alcanzado un nivel básico de estudios, correspondiente a la ESO (37.2%); un número elevado ha superado el Bachillerato (32.0%); sólo 5 (6.4%) tienen estudios superiores y el resto (24.4%) refieren no tener estudios elementales.

Respecto al consumo de sustancias, la droga principal es la cocaína, motivo por el cual son derivados al CAIC, sin embargo, la mayoría de los pacientes practican un



policonsumo. El uso más extendido de la cocaína en la muestra (77%) es mediante el snifado (vía nasal). Un 14% refiere consumir cocaína fumada y el pequeño porcentaje restante refiere otras vías (oral, intravenosa) o no consumir en el momento del informe -dato de dudosa credibilidad-. La segunda sustancia más consumida es el alcohol (85.6% de la muestra), seguida del cannabis (55.1%), el tabaco (43.6%) y la heroína (16.6%). Un 34.6% refiere consumir otras sustancias psicoactivas (benzodiacepinas, alucinógenos, éxtasis, etc.).

Para el 77% de la muestra, la actual derivación supondría su primer tratamiento en el CAIC, el resto (23%) son pacientes reincidentes en el CAIC y un porcentaje algo superior (31%) ha realizado uno o más tratamientos en algún centro residencial.

El 70% de la muestra seleccionada (55 pacientes) alcanzaron el alta terapéutica en el CAIC y el resto abandonó el tratamiento por diversos motivos, en una fase y tras un número diferente de días de hospitalización, lo que coincide con las estadísticas del Centro

### 3.3. Modelo de predicción

Se han obtenido 26 variables predictoras. La Figura 6 muestra la importancia relativa de cada uno de dichos predictores en el modelo final, entre los que se encuentran variables relacionadas con:

- Hábitos de consumo de sustancias (Figura 6, azul):
  - Frecuencia de consumo de cannabis (último mes).
  - Hábitos de consumo de cocaína: dónde consume, actividad asociada y vía de administración.
  - Hábitos de consumo de otras drogas: frecuencia de consumo de alcohol (último año y actual); edad de consumo habitual del alcohol y el tabaco; consumo de otras sustancias psicoactivas y consumo de heroína.
- Variables fisiológicas (Figura 6, amarillo):
  - Edad, frecuencia cardiaca, EEAG, IMC (índice de masa corporal) y sexo.

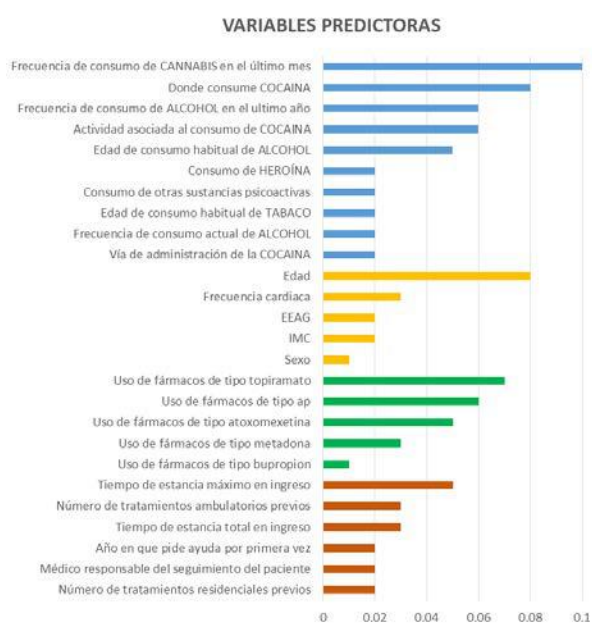


Figura 6. Importancia relativa de las variables predictoras

- Variables relacionadas con el tratamiento farmacológico seguido (Figura 6, verde):
  - Destacan algunos fármacos, clasificados por su principio activo (tipo topiramato, tipo ap, tipo atoxomexetina, metadona, bupropion).
- Variables relacionadas con los tratamientos previos realizados (Figura 6, marrón):
  - Tiempo de estancia máximo y total en ingreso, número de tratamientos ambulatorios/residenciales previos, año en el que pide ayuda por primera vez y el médico responsable de su seguimiento.

La precisión en el conjunto de entrenamiento es del 94.4% y en el conjunto de validación de 87.5%.

## 4. Conclusiones

La plataforma web desarrollada permite el almacenamiento de información útil para identificar los motivos de la alta tasa de abandono del tratamiento, en los programas relacionados con el consumo de cocaína.

La predicción sobre la probabilidad de finalizar el tratamiento puede ayudar a mejorar la planificación y selección de las redes terapéuticas disponibles. Los pacientes serían derivados con ciertas garantías de adhesión a los tratamientos, evitando el consumo inadecuado de recursos asistenciales. Por otro lado, la identificación de predictores de la interrupción prematura del tratamiento, permitiría aumentar la eficacia de los programas de intervención en adicción a la cocaína, por medio de la modificación de los factores de mal pronóstico.

## Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado por IBM en el marco del proyecto PROTheOS (<http://protheos.org/>) y el consorcio CIBER, en el marco del proyecto INT2CARE. Gracias a la colaboración de los profesionales del CAIC se han alcanzado los resultados mostrados, que permitirán ampliar la financiación de esta línea de investigación.

## Referencias

- [1] Observatorio Europeo de las Drogas y las Toxicomanías (2016), Informe Europeo sobre Drogas 2016: Tendencias y novedades, Oficina de Publicaciones de la Unión Europea, Luxemburgo.
- [2] Web de Madrid Salud (Ayuntamiento de Madrid). <http://madridsalud.es/centros-de-atencion-a-drogodependencias-cad/> (Sept-2017)
- [3] Web de IBM Bluemix. <https://www.ibm.com/mx-es/marketplace/cloud-platform> (Sept-2017)
- [4] Web de IBM Watson Machine Learning. <https://www.ibm.com/blogs/bluemix/2017/06/ibm-watson-machine-learning-service-description-update/> (Sept-2017)
- [5] Sánchez-Hervás E et al. Abandono del tratamiento en adictos a la cocaína. *Adicciones*, vol 22 (1), 2010, pp 59-64.
- [6] Domínguez-Martín AL et al. Estudio de las causas de abandono en un centro de atención a drogodependientes. *Trastornos adictivos*, vol 10 (2), 2008, pp 112-120.
- [7] Web de IBM SPSS Modeler. <https://www.ibm.com/es-es/marketplace/spss-modeler> (Sept-2017)