

Certificación profesional de los predictores de crecidas basada en un sistema de autoaprendizaje

por Jean-Michel Tanguy*

Introducción

La reforma introducida recientemente en el servicio de alertas por crecida en Francia ha supuesto que se necesite enseñar a una plantilla de unas 350 personas las nuevas técnicas de predicción de crecidas, pues la formación básica que recibieron no basta para desempeñar correctamente las competencias de su nuevo trabajo. Por ello, durante la semana de adopción de la iniciativa (el período punta) se puso en marcha un programa que constaba de 15 cursos de formación continua. Sin embargo, muy pronto se evidenció la necesidad de adaptar este tipo de formación al número de alumnos, que será decreciente (hasta que se establezca) a medida que el personal recibe la formación. Con el fin de comprobar las posibilidades que ofrecen las nuevas tecnologías en el campo del autoaprendizaje, el SCHAPI (Servicio nacional de predicción de crecidas) y el IFORE (Instituto de formación medioambiental) se han aliado para convertir, como parte de un experimento más amplio, un curso de formación continua de tres días en una sesión de autoaprendizaje, incluyendo el diseño del material interactivo, su difusión a través de internet y el seguimiento de los alumnos.

El objetivo a largo plazo es la creación de un certificado profesional para los predictores de crecidas.

* Servicio Central francés de Hidrometeorología y de Apoyo a la Predicción de Crecidas (SCHAPI)

La predicción de crecidas en Francia

La reciente reforma del sistema de alerta por crecidas en Francia del año 2003 supuso, en primer lugar, el abandono del concepto de "alerta por crecidas" por el de "predicción de crecidas" y la implantación del enfoque de "vigilancia" al campo de la hidrología operativa. Como consecuencia de ello, fue necesario dar formación a unas 350 personas de todo el país que trabajaban en el SCHAPI y en las 22 oficinas locales de los Servicios de Predicción de Crecidas (SPC) ya que la naturaleza de sus nuevas ocupaciones era más compleja y se organizaba de manera diferente.

Por tanto, es imprescindible dar a conocer al personal ya existente los nuevos conceptos y las técnicas más innovadoras y, al tiempo, adaptar la formación de los empleados recién contratados a las necesidades de su nuevo cometido una vez inicien sus obligaciones.

Un análisis del perfil de los trabajadores reveló que la formación académica de los empleados que ocupan un determinado puesto es muy variada y, en ocasiones, técnicos y doctores trabajan codo con codo.

Evidentemente, es necesario definir un estándar para las técnicas y prácticas que se llevan a cabo y desde la organización se debe transmitir un mensaje coherente respecto a quién hace cada cosa y cómo lo hace.

Además, la nueva estructura organizativa pone en evidencia la necesidad de definir competencias y preservarlas a lo largo del tiempo.

El trabajo del predictor de crecidas

Definir el cometido de un nuevo trabajo no es tarea fácil. Sin embargo, la experiencia acumulada a lo largo de los últimos cuatro años nos ha permitido clasificar las actividades del personal del servicio de predicción de crecidas según cuatro categorías:

- **Actividades operativas.** Consisten en el análisis de la situación hidrometeorológica y en la elaboración de predicciones mediante la utilización de modelos de simulación. En colaboración con Météo-France y los 22 SPC se elaboran dos mapas de vigilancia diarios. Incluyen también extraer información útil de episodios pasados.
- **Elaboración de modelos.** Su personal debe definir los requisitos que permitirán diseñar las herramientas de simulación y que serán probablemente muy diversos en función del tipo de cuenca objeto de estudio. Tanto la calibración como la puesta en marcha operativa son tareas de gran complejidad técnica.
- **Hidrometría.** Abarca desde la toma de datos hasta su introducción en las bases de datos, pasando por la concentración y las herramientas

de supervisión. Implica asimismo la transmisión de datos y el control de calidad de los mismos.

- Informática. Por un lado, se ha de garantizar el correcto funcionamiento de los equipos y las aplicaciones las 24 horas del día. Además, los especialistas de las tecnologías de la información (TI) son también los responsables de la elaboración y puesta en servicio de las bases de datos y de los programas informáticos cartográficos.

Estas actividades se interrelacionan entre sí estrechamente y no es posible encuadrar las actividades laborales del personal de los servicios dentro de una única categoría por trabajador, sobre todo en las oficinas pequeñas. Los predictores deben hacer guardias operativas.

Conocimientos imprescindibles para el predictor de crecidas: la “demanda”

El marco de referencia de los conocimientos imprescindibles que debe tener todo predictor de crecidas profesional se puede definir a partir del conjunto de tareas que son responsabilidad del personal que se ocupa como mínimo de las tres principales actividades (predicción, elaboración de modelos e hidrometría). Es posible encuadrar las competencias relativas a estas tres ocupaciones dentro de cuatro categorías:

En la Figura 1 se aprecian las interrelaciones de estas cuatro categorías:

- Conocimientos de índole general, convenientes, pero no imprescindibles en esta profesión (recuadro rojo). Entre otros, economía, expresión oral, cierto conocimiento de otros idiomas, buena redacción, habilidad comunicativa, etc.
- Conocimientos técnicos y científicos dentro de la esfera específica de las actividades de este trabajo (recuadro verde), como por ejemplo, meteorología, predicción de

crecidas, hidrología, hidráulica, hidrogeología, metrología, comunicaciones, etc.

- Conocimientos técnicos y científicos básicos (recuadro azul de la izquierda) que constituyen los conocimientos de matemáticas, física, mecánica de fluidos y tecnologías de la información mínimos imprescindibles.
- Conocimientos prácticos adquiridos a través del ejercicio de la profesión de predictor (recuadro azul de la derecha), como por ejemplo, la predicción de crecidas, actividad que sólo puede aprenderse mediante la práctica.

Los cimientos de la profesión los constituyen las materias contenidas en los rectángulos de color verde y azul; de ellas, las contenidas en los rectángulos azules son los prerrequisitos iniciales para iniciarse en este campo. Si el nivel de conocimientos del candidato sobre las materias de los recuadros azules no alcanza un mínimo, es posible que se considere que su perfil no es el adecuado.

Conocimientos prácticos perdurables

Es evidente que los conocimientos adquiridos sobre cualquier disciplina no son inmutables con el tiempo, en gran medida debido a los avances técnicos y científicos, pero también debido a que los conocimientos de cada individuo se degradan con el tiempo. La falta de oportunidades para poner en

práctica los conocimientos propios del puesto de trabajo (debido sobre todo a la ausencia de episodios hidrometeorológicos notables en el período de tiempo considerado) así como la rotación del personal, pueden ser responsables de un deterioro de los conocimientos prácticos que mine la confianza que tienen los trabajadores en sus capacidades.

El currículo nacional de los predictores: la “oferta”

La red nacional francesa de predicción de crecidas está formada por el SCHAPI y los 22 SCP. Los predictores acceden al puesto a través de la oferta de empleo público de la administración francesa y reciben su formación en las escuelas técnicas y de ingeniería de los Ministerios de Fomento y de Agricultura:

- *Ecole Nationale des Travaux Publics de l'Etat*, ENTPE (Escuela Superior Nacional de Obras Públicas del Estado). Se dedica a formar a ingenieros, algunos de los cuales se especializan en agua y medio ambiente a partir del tercer año de estudios.
- *Ecole Nationale du Génie de l'Eau et de l'Environnement*, ENGEES (Escuela Superior Nacional de Ingeniería Hídrica y Medioambiental). En ella estudian ingenieros agrícolas y forestales.
- *Ecole Nationale de la Météorologie*, ENM (Escuela Nacional de Meteorología). Es el organismo de for-

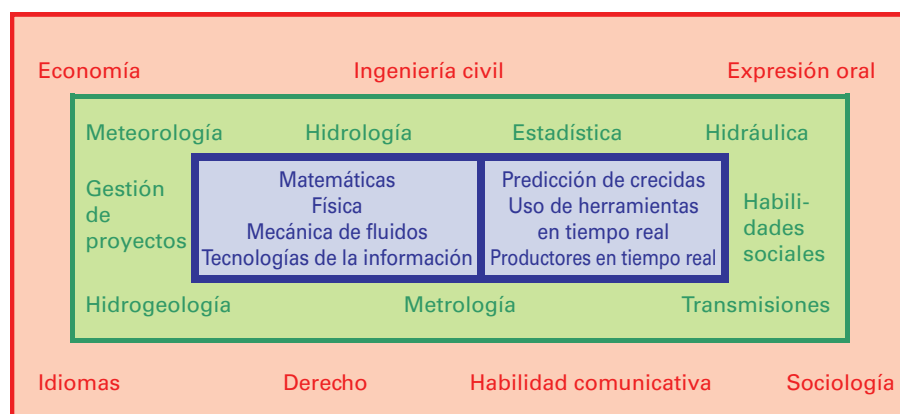


Figura 1 – Campos del conocimiento imprescindibles para un predictor

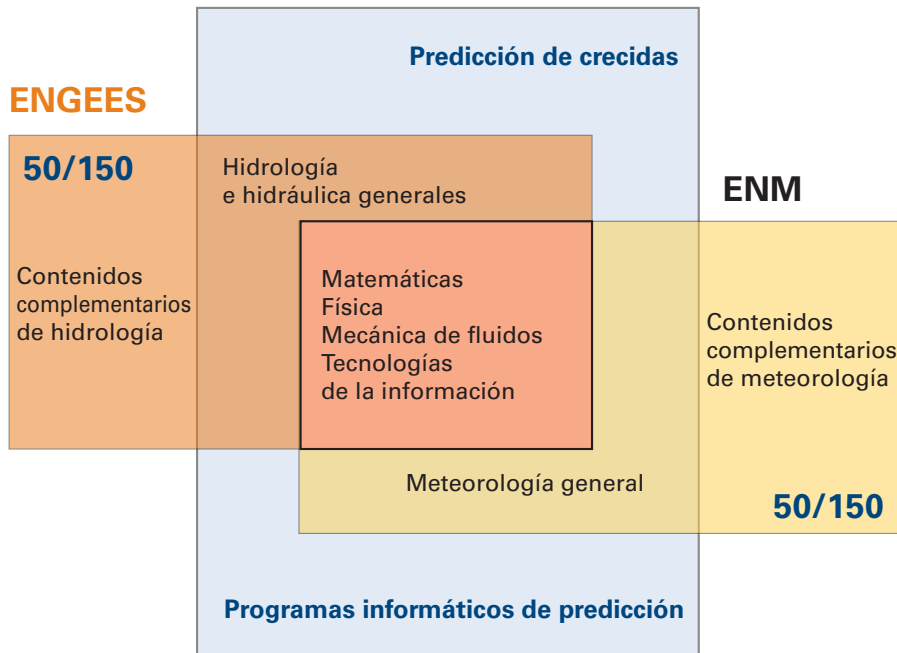


Figura 2 – Puntos en común entre los contenidos básicos impartidos por ambas escuelas

mación de Météo France y en ella estudian los ingenieros y técnicos de dicha institución.

- *Ecole Nationale des Techniciens de l'Équipement*, ENTE (Escuela Nacional de Técnicos de Equipos). Se ocupa de la formación de los técnicos generales del Ministerio de Fomento francés. Algunos de ellos han seguido un curso basado en temas hídricos antes de su admisión en esta escuela.

Estos son los cuatro perfiles académicos del personal que trabaja para la red de predicción de crecidas, sin contar además con los trabajadores que han recibido su formación una vez estaban ya en el puesto de trabajo y cuyos conocimientos no son siempre sólidos.

La Figura 2 permite ver las similitudes entre los primeros cursos de formación que imparten dos escuelas a priori similares. Una de ellas (ENGEES) se centra en los estudios hídricos y la otra (ENM) es una escuela meteorológica.

Para establecer las equivalencias entre los cursos hemos recurrido al sistema europeo de transferencia y acumulación de créditos (ECTS), muy extendido en el ámbito de la educación y según el cual una hora de clase equivale a 3

ECTS; una hora de prácticas equivale a 1,5 ECTS; y una visita a un centro de trabajo equivale a 1 ECTS. Conforme al plan de estudios de cada escuela, tres años de formación se traducen en unos 150 ECTS. En primer lugar hemos elegido aquellas asignaturas de aplicación inmediata en la predicción de crecidas y parece que son unos 50 los ECTS que se ajustan a las necesidades del currículo de un predictor. Lo que resulta sorprendente a la vista del gráfico es que la zona de intersección entre los planes de estudios de ambas escuelas es muy pequeña: solo consta de un curso de temática científica y basado en las matemáticas y la física con una carga lectiva de 20 ECTS.

A modo de ejemplo hemos añadido un recuadro de color azul que representa el currículo ideal de los predictores, por lo que es evidente que hay que completar con otras materias esta formación inicial.

La formación continua

En colaboración con el IFORE, el SCHAPI ha creado un programa de formación continua (véase la Figura 3) que consta de 15 cursos relacionados con las áreas de la predicción de crecidas y la hidrometría. En líneas generales podemos decir que cada curso se imparte una o dos veces al año y

en cada uno de ellos se admite a unos 12 participantes.

Tras tres años de impartir estos cursos, los primeros comentarios relativos a los mismos han permitido extraer estas conclusiones:

- la formación continua está muy bien considerada y es un complemento esencial de los estudios básicos;
- los conocimientos prácticos adquiridos durante la formación continua se olvidan con rapidez;
- el material educativo, constituido fundamentalmente por archivos de diapositivas, está muy resumido y es fácil olvidar rápidamente lo que significan las cosas, lo que impide que el alumno recuerde el contenido del curso;
- al estar tan resumido el material educativo, el personal que no ha asistido al curso no puede utilizarlo;
- la formación continua no satisface por completo las necesidades;
- los costes asociados y el tiempo que hay que invertir en viajes para seguir los cursos de formación continua son muy altos;
- una vez completados todos los cursos de formación continua no hay forma de seguir aprendiendo.

Así, la formación continua es una herramienta extraordinaria para complementar los estudios elementales, pero no satisface las necesidades formativas de todos los predictores de crecidas.

El autoaprendizaje, complemento esencial de cualquier sistema de enseñanza

Utilizamos el término "autoaprendizaje" para referirnos a cualquier proceso de aprendizaje en el que los alumnos utilizan productos a través de internet de manera autónoma. Las ventajas de este método son:

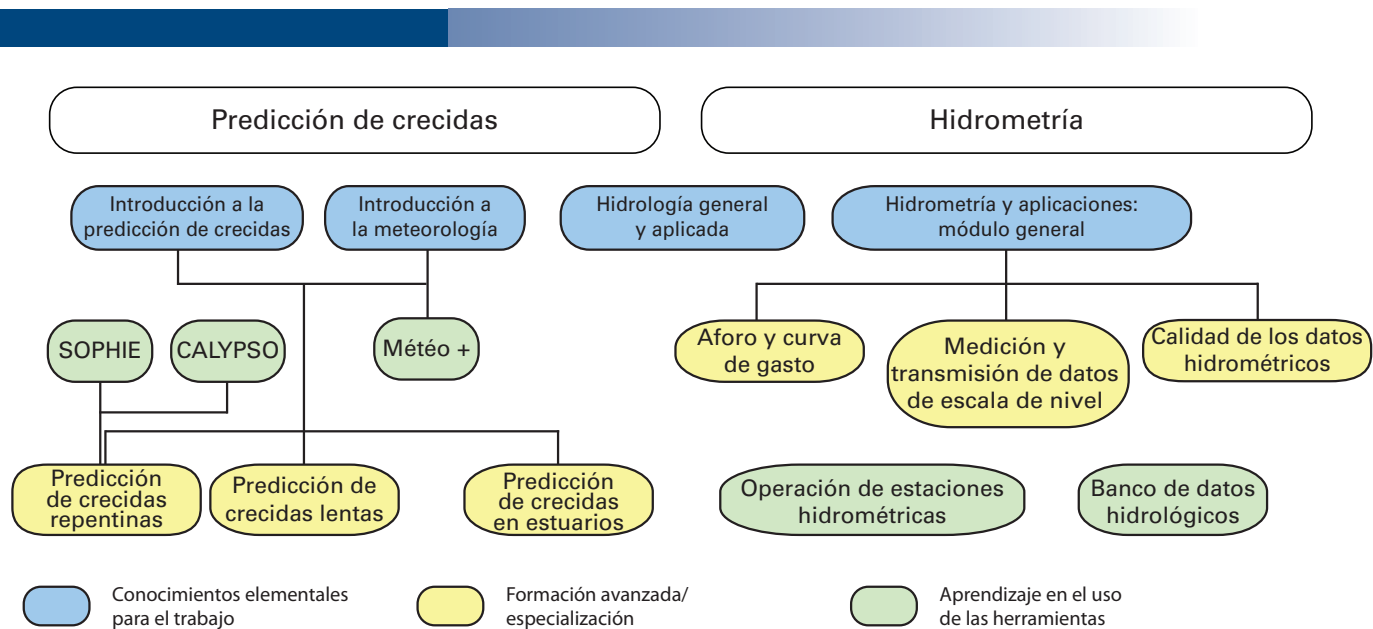


Figura 3 – El programa de formación continua de SCHAPI-IFORE

- se ocupa de temas no tratados durante los estudios elementales ni tampoco en la formación continua;
- la utilización de productos audiovisuales permite que el aprendizaje sea rápido;
- cada alumno marca su propio ritmo de aprendizaje, donde y como quiere;
- es posible repasar los conceptos básicos;
- el material de estudio perdurará, sobre todo teniendo en cuenta que la actualización de los productos será continua;
- se facilita la colaboración entre organismos nacionales e internacionales; si se salvan ciertos escollos culturales, es fácil traducir los productos;
- es posible utilizar estos productos como parte de los cursos iniciales de formación o de los cursos de formación continua;
- permite transmitir de manera muy rápida e instructiva las ideas.

Existen, sin embargo, inconvenientes que podrían hacer fracasar este método:

- el diseño del material de estudio avanzado e interactivo es caro;

- el autoaprendizaje no fomenta el contacto personal, aspecto esencial de todo proceso de aprendizaje.
- Además, el material de estudio debe estar diseñado de manera que genere un alto grado de motivación a los alumnos para evitar el abandono.
- Actualmente, SCHAPI está planteándose la posibilidad de implantar un proceso de certificación que refunda todos los procesos de formación en un único esquema educativo coherente. Esto permitiría crear una certificación. Tal iniciativa sería un estímulo para mantener viva la motivación. Existen varias alternativas no excluyentes entre sí:
- que la formación sea obligatoria so pena de perder la certificación, si existe;

- otorgar algún tipo de incentivo en función de la certificación;
- otorgar un diploma relacionado con esta formación.

Estas medidas son vitales para motivar de verdad a los alumnos.

En la Figura 4 se muestra el campo de aplicación del autoaprendizaje, que constituye un buen complemento de los demás métodos de aprendizaje y tiene áreas en común con ellos:

- con los estudios elementales, al explicar mejor algunos conceptos clave que suelen no quedar claros; además, estos productos se pueden reutilizar también a lo largo del curso;
- con la formación continua, pues también es posible utilizar allí los productos.

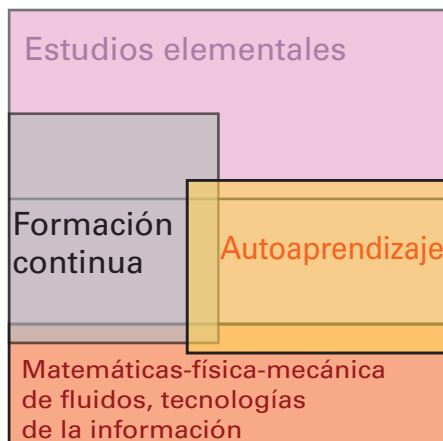


Figura 4 – Campos de aplicación de los distintos tipos de formación

¿Qué posibilidades ofrece el autoaprendizaje?

Por definición el autoaprendizaje es un proceso arduo y difícil: es frustrante estar delante de una pantalla de ordenador sin disponer de un profesor de quien recibir las respuestas a nuestras preguntas, salvo que el material de aprendizaje sea intuitivo y dinámico. Todos los profesores saben que

el fin de tener a un profesor en el aula es resolver las dudas de los alumnos al tiempo que averiguan qué es lo que estos no entienden: hay mil formas de responder a una pregunta, pero el número de respuestas útiles para el alumno es limitado. En el autoaprendizaje se distinguen varios niveles, que van desde facilitar la información a dar formación.

Identificamos a continuación los distintos niveles que se identifican en el autoaprendizaje. Los objetivos son distintos en cada uno de ellos:

Nivel 1: información

Abarca la publicación de todo tipo de material educativo, incluyendo posiblemente un sistema de búsqueda a partir de palabras clave.

Ventajas: no es necesario que la página web cuente con un sistema de gestión. Es posible consultar el material a discreción.

Inconvenientes: al tratarse de material por lo general muy heterogéneo, este sistema no es eficaz. El material se presenta resumido y no es nada interactivo. Se trata de material preparado con fines distintos a los educativos, como por ejemplo, presentaciones técnicas. Por lo general, los estudiantes no suelen visitar mucho estas páginas. Los alumnos trabajan solos.

Tecnología necesaria: una web + documentos cargados en ella (archivos de texto, imágenes y vídeos).

Nivel 2: aprendizaje

Supone la difusión a través de internet de material de estudio que suele estar organizado en lecciones. Se puede acceder al mismo mediante palabras clave o explorando una página web. Existe el compromiso de que el alumno que finalice el módulo de aprendizaje habrá adquirido una serie de conocimientos.

Ventajas: el alumno recibe ayuda en aquellas áreas acerca de las que quiere adquirir los conocimientos previstos.

Inconvenientes: el alumno sigue trabajando en solitario y no forma parte de un proyecto educativo amplio.

Tecnología necesaria: una página web + material de formación: en el peor de los casos ppt; si no, animaciones interactivas + documentos.

Nivel 3: aprendizaje mixto

Es en este nivel en el que se consigue una auténtica formación. Requiere que se ponga en marcha un proyecto educativo basado en un currículo inicial y otro final. Incide en el estudio de un campo en concreto más que en el estudio de un determinado tema. Existen dos tipos de materiales:

- Material disponible a través de internet y que cubre todos los contenidos que necesita el alumno. El alumno tiene además acceso a clases pregrabadas impartidas por los profesores (aprendizaje asincrónico a través de internet).
- Clases, presenciales o virtuales, programadas de antemano en las que alumnos y profesores interactúan entre sí (sincrónicas) y que son un complemento a las lecciones que se estudian a través de internet.

Sin embargo, la complejidad de la tecnología que es necesario poner en juego en cada caso es muy diferente.

Ventajas: el alumno tiene una meta en la forma de una calificación o un diploma y sabe que va a ser evaluado.

Si el material es del segundo tipo descrito, establece contacto con el profesor y, posiblemente, con otros alumnos.

Inconvenientes: es necesario utilizar tecnología sofisticada. La organización de las clases es compleja.

Tecnología necesaria: página web + iniciativa educativa + iniciativa de evaluación + material de aprendizaje + plataforma de gestión + plataforma que permita la interacción (tipo 2).

Iniciativa conjunta SCHAPI-IFORE

Fundamentos de la iniciativa

A fin de satisfacer las necesidades de los predictores de crecidas, de ampliar y profundizar el ámbito de la formación continua, de garantizar que el material que se utiliza no se olvide con facilidad, de proporcionar una biblioteca de referencia y de poner en servicio una nueva tecnología para las comunicaciones, el SCHAPI y el IFORE han unido sus fuerzas para poner en marcha un experimento en el área del autoaprendizaje. Este experimento consta de tres etapas:

- Inicio del primer experimento en junio de 2004 con el fin de evaluar la viabilidad de poner en marcha un proyecto de autoaprendizaje. Para llevar a cabo el experimento había que crear dos animaciones y colgarlas en una página web (nivel 1).

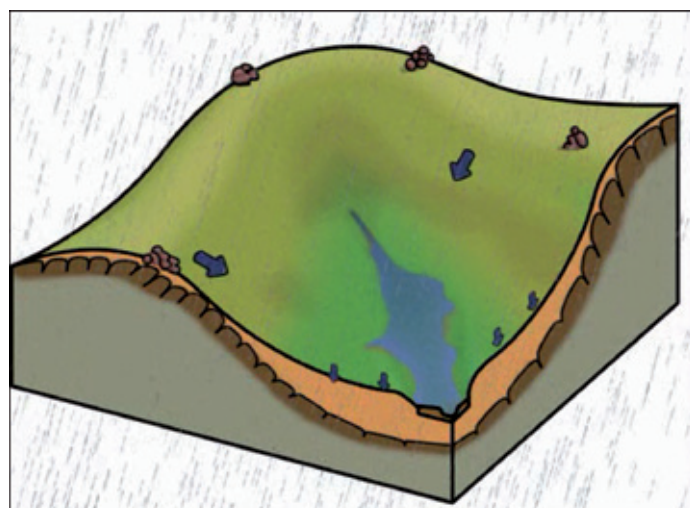


Figura 5 – Imagen procedente de una animación sobre el proceso de escorrentía e infiltración

Esta primera etapa permitió identificar un primer grupo de dificultades relacionadas con el diseño de páginas web.

- Diseño de 10 animaciones adicionales de tipo interactivo y ampliación de los contenidos de la web (nivel 2). En esta segunda etapa se identificó un segundo grupo de problemas relacionados ahora con la publicación de contenidos interactivos a través de internet ([web http://formacrues.free.fr](http://formacrues.free.fr)). En la Figura 5 puede verse una animación dedicada al fenómeno de la infiltración.

Los datos más importantes que se extrajeron del experimento son:

- Es imprescindible que colaboren entre sí un experto en el campo técnico, un director de las secuencias filmadas, un animador gráfico, el director de la web y un especialista en educación.

- Los expertos técnicos deben escribir un guión preliminar “técnico” de la animación y en el que se incluyan las preguntas que hay que realizar a los estudiantes. Se reúne un primer lote de material audiovisual.

- Antes de comenzar a grabar las lecciones, el director debe reescribir el guión “técnico” de forma que sea comunicativo y convertirlo en un guión gráfico.

- A fin de completar el nivel 3 (aprendizaje mixto), que es el objetivo global del proyecto, SCHAPI debe diseñar un programa educativo basado en un concepto de certificación para predictores que incluya clases teóricas, aplicaciones prácticas y que se pueda cursar, en parte, mediante la formación continua y, en parte, mediante autoaprendizaje.

Preparativos para el nivel 3 del proceso de certificación de los predictores

A lo largo de 2007 el trabajo se distribuirá en dos etapas:

- La primera será definir en términos más precisos en qué consiste el trabajo de predictor de crecidas, así como la idea que subyace en la certificación: identificar cuáles son los conocimientos previos imprescindibles y definir los elementos complementarios, así como el tipo de formación necesaria (continua o autoaprendizaje). Esta etapa ya está en funcionamiento.
- En la segunda se pondrá en marcha un experimento a gran escala que pretende transformar un curso de tres días que se imparte actualmente dentro de la formación con-

Proceso de certificación de los predictores de crecidas

Lecciones a diseñar

- Marco normativo para la predicción de crecidas
- El trabajo del predictor de crecidas
- Redes de mediciones meteorológicas
- Redes de mediciones hidrológicas
- Introducción a la meteorología para hidrólogos
- Simulación hidrológica: modelos empíricos
- Simulación hidrológica: modelos distribuidos
- Simulación hidráulica
- Calibración de los modelos hidrológicos

Creación del material de enseñanza

- Cada profesor (o el tutor de la lección) empieza por definir el alcance que va a tener la lección y recopila un

primer conjunto de materiales: imágenes, vídeos y presentaciones en diapositivas.

- El profesor identifica cuál es el material dinámico complementario que hay que crear (animaciones y películas).
- Guionistas profesionales reescriben los guiones para que sean lo más comunicativos posible y se elaboran los guiones gráficos.
- Un comité se encarga de validar los guiones gráficos.
- Comienza el proceso de diseño de las lecciones.

Paralelamente:

- Se diseña la página web que albergará las lecciones.
- Se crea un método que permita realizar un seguimiento de los perfiles de los alumnos.
- Se programan las lecciones introductorias y finales del período de autoaprendizaje de forma que sean presenciales o virtuales (videoconferencia).

tínua en un conjunto de lecciones de autoaprendizaje (véase el cuadro de la pág. anterior).

Esto supone unas 12 lecciones de una hora cada una. Cada lección estará dividida en módulos de varios minutos que tratarán de un único punto y que constarán de una presentación, una animación interactiva que ilustre el punto en cuestión y dos o tres preguntas que animen al estudiante a la reflexión (véase el cuadro anterior).

Según el calendario acordado, la primera etapa (diseño del material) empezó en enero de 2007 y debería terminar en julio de 2007. La página web y las especificaciones del material deberían estar finalizadas a lo largo del primer trimestre de 2008.

El experimento comenzará justo después de la primera clase por videoconferencia y se prolongará durante tres meses. En verano de 2008 se clausurará con una videoconferencia.

Conclusión

La puesta en marcha de esta iniciativa permitirá a IFORE y SCHAPI ofrecer una alternativa al sistema de formación continua en el campo de la predicción de crecidas, ocupación que emplea a unos 350 trabajadores del Ministerio, tanto en la Francia continental como en la Francia de ultramar.

El sistema de autoaprendizaje podría incluirse en un proceso de certificación más amplio que proporcionara a los predictores de crecidas todos los conocimientos mínimos que requieren para realizar su trabajo. Esto se complementaría con ejercicios prácticos periódicos en los que se reviviesen situaciones críticas (que no se han tratado en este artículo).

El personal sólo conseguirá este certificado si está muy motivado, y esto puede lograrse si se entrega un diploma o se concede algún incentivo.

SCHAPI e IFORE han unido sus fuerzas para lanzar un experimento que tiene

como objetivo evaluar los mecanismos imprescindibles para poner en marcha esta iniciativa: el diseño de las lecciones y el seguimiento de los alumnos. Se transformará un curso de tres días de formación continua a jornada completa en un curso de autoaprendizaje de unas 12 lecciones y se hará llegar a un grupo de ensayo de unos 10 predictores a lo largo de la primavera de 2008.

Para entonces dispondremos de los datos necesarios para determinar la conveniencia y posibilidad de poner en marcha una iniciativa a mayor escala, que aúne la formación continua con el autoaprendizaje y que tiene como objetivo hacer posible la certificación de los predictores de crecidas.

A nivel internacional, puede que haya otros países que se hayan visto en esta situación y que adopten esta iniciativa promovida por la OMM. Se llega así a un alto grado de cooperación con los servicios de otros países, ya que es posible traducir y adaptar el material de estudio a la realidad de otros lugares.