

## Aprendendo a valorar os recursos hídricos. Experiencia de introdución do tópico da Xestión da auga nunha secundaria mexicana a partir da xeomática *Learning to appreciate water resources. The experience of introducing the topic of water management into a Mexican secondary school based on geomantics*

*Tania Morales Reynoso, Emmanuelle Quentin e Minerva Manzanares Ramírez.*

Universidade Autónoma do Estado de México (México).

### **Resumo**

*A xestión integrada da auga (XIA) é o medio mediante o cal actualmente se trata a problemática relacionada co recurso hídrico, como un proceso holístico para unha solución global do seu uso, cantidade, distribución e decisións ao respecto. Por iso, a introdución dos seus conceptos desde unha idade temperá é vital como parte da toma de conciencia e a súa proxección a longo prazo. Neste sentido, presentamos os resultados do ensino da XIA no nivel medio básico apoiándose nos Sistemas de Información Xeográfica (SIX) como principal ferramenta didáctica, dentro dunha Escola Secundaria do Estado de México, tratando desde a súa implementación, desenvolvemento, resultados e propostas para os profesores que traballen coa área, como son: Xeografía, Ecoloxía, Educación Ambiental, desenvolvemento sustentable ou demografía.*

### **Astract**

*The subject of water has led the worldwide population to awaken to the issue of liquid's scarcity throughout the world, and how day by day it worsens, leading this problem to be seriously investigated. The integrated management of water has been the way for her issue, insufficiency and distribution within the holistic process in a global solution as any decision referent to water. For this reason, this research give us the results of the introduction to the basic concepts of the integrated management of Water in to Junior High School's educative programs, as an important tool of knowledge supported in the Geographic Information Systems (GIS), as a part of the pedagogical instrument to learning for students and teachers who work with knowledge in Geographic, Ecology, Education and Sustainability.*

### **Palabras chave**

*educación ambiental, Xestión Integrada da Auga (XIA), Sistemas de Información Xeográfica (SIX), ecoloxía, auga*

### **Key-words**

*Environmental education, Integrated management of water, Geographic Information Systems (GIS), Ecology, Water.*

## Introdución

---

Vivimos unha época en que o recurso hídrico está a ser un tema importante para discutir, debido ao problema en canto á súa subministración, explotación e coidado, estas cuestións son actualmente unha preocupación importante por parte dos gobernos. Esta situación é consecuencia principalmente de dous factores. Por un lado, a raíz do crecemento da poboación, o aumento da actividade económica e os estándares de vida; en moitos lugares obsérvase un incremento na competencia e nos conflitos relacionados cos recursos limitados de auga doce, ademais da contaminación dos mantos acuíferos debido ao alto desenvolvemento industrial mundial. (CAP-NET, 2005)

Polo outro, e como resultado do anterior, o efecto do cambio climático impactou significativamente sobre o medio, o cal se manifesta nunha serie de fenómenos extremos e paradoxais cada vez máis recorrentes. É dicir, preséntanse secas á par de inundacións en gran parte das cuncas, alterándose aínda máis a escasa dispoñibilidade da auga.

É por iso que desde finais do século XX xorde un interese mundial pola busca de solucións á escaseza do líquido vital que nalgúns rexións do mundo, día a día, se agravou, en miras de atender as necesidades das diferentes rexións con respecto

ao acceso, calidade e mantemento dos recursos hídricos.

Unha data importante ao respecto é decembro de 1992, cando na Conferencia das Nacións Unidas para o Medio e o Desenvolvemento, en Mar de Plata, Arxentina, se establece o 22 de marzo como o día mundial da auga, co obxectivo de promover entre os pobos a toma de conciencia sobre o aproveitamento racional dos recursos hídricos e o seu impacto no benestar social, así como a súa protección e mantemento, participando en accións relacionadas para os devanditos fins.

Deste feito despréndense importantes accións de diferentes países e organizacións non gobernamentais que se interesaron pola promoción dos valores relacionados co coidado ambiental, co obxectivo de promover a auga limpa e hábitats acuáticos sustentables utilizado o Día Mundial da Auga para chamar a atención da sociedade civil cara ao crítico tema da auga na nosa era.

Entre estes esforzos podemos destacar o Consello Mundial da Auga, que desde 1997 convoca cada tres anos o Foro Mundial da Auga durante a semana do Día Mundial da Auga. As axencias participantes e as ONG resaltan temas coma os 100 millóns de persoas sen acceso a auga potable e o papel do xénero no acceso familiar á auga.

Outra experiencia de participación é o Movemento Amigos, Defensa e Resgardo Ecolóxico (MADRE), ONG latinoamericana que ten como finalidade a defensa de medio nos países da rexión, colaborando con iniciativas gobernamentais para as accións relacionadas co mantemento dos recursos, incluíndo por suposto a auga. Esta organización considera ademais de vital importancia, introducir aspectos de educación ambiental en todos os niveis educativos, como unha importante contribución á toma de conciencia sobre esta problemática mundial e os seus efectos negativos.

No caso de España, a Fundación Sophia de Palma de Mallorca, patrocina proxectos desenvolvidos polos mozos que teñan que ver co coidado, protección e manutención da auga e a toma de conciencia sobre a problemática mundial, coa finalidade de impulsar a participación cidadá na busca de solucións con respecto a cuestións específicas dos diferentes contextos rexionais.

Outro exemplo importante é a *National Geographic Education Foundation* coa misión principal de divulgar contidos no ámbito da xeografía e coidado do medio, incluíndo a cuestión do recurso hídrico e a súa incerteza no ámbito mundial, utilizando a comunicación social para tal fin.

Pola súa parte a *Water Education for Teachers* (WET) co Project Wet, facilita e promove o aprecio e a toma de conciencia,

o coñecemento, a boa administración e o coidado dos recursos hídricos a través do desenvolvemento e a praxe de apoios didácticos para mestres e nenos. Publica programas educativos e materiais didácticos.

Ademais proporciona cursos de liderado e desenvolvemento de capacidades, seminarios e talleres para as persoas que imparten educación en materia de auga. Este proxecto está asociado con organizacións relacionados coa auga, como os Corpos de Paz de Estados Unidos, UNESCO-PHI, *International Water Resource Association*, *South African Department of Water and Forestry*, e o Instituto Mexicano de Tecnoloxía da Auga (IMTA) contando coa participación de países como Arxentina, Camerún, Canadá, Costa Rica, Estados Unidos, Xapón, entre outros. (WET, 2008: p. 28).

Como podemos ver, no que a auga se refire, non faltan esforzos de todo tipo para a atención dos conflitos como a escaseza, contaminación e deterioración dos mantos acuíferos do noso planeta, consecuencias importantes para as futuras xeracións, que desde agora deberán actuar de forma responsable e oportuna, aprendendo a apreciarlo e a proveitalo ao cen por cento.

Porén, aínda falta moito para xerar unha conciencia cidadá na toma de decisións respecto ao seu coidado, mantemento e distribución, para o cal é fundamental inculcar valores sobre o coidado do medio así como formar cidadáns baixo os pre-

ceptos de respecto e coidado dos recursos hídricos. É neste sentido, que moitos países se deron á tarefa de incluír dentro dos seus proxectos educativos, cuestións relacionadas coa Auga, tendo algunhas experiencias importantes.

Por exemplo, os Estados Unidos de Norteamérica, desde a década do ano 2000 comezaron a tomar en conta dentro dos seus programas educativos e de difusión, contidos relacionados co tema da auga e as súas diferentes problemáticas.

Tamén é importante o caso de Bolivia, onde a través do Centro Boliviano de Investigación e Acción Educativas (CEBIAE), se distribúen manuais a través de Internet sobre temas ambientais, incluíndo por suposto o referente á auga, para que os profesores do nivel básico e medio básico, os poidan utilizar como guías que complementen o seu traballo dentro da aula.

Tamén destaca a Rede de Escolas Españolas asociadas da UNESCO cuxa finalidade é incluír unha serie de contidos nos plans de estudo das diferentes escolas deste país, relacionados con aspectos axiolóxicos, facendo énfase no coidado do medio, resaltando todo o que teña que ver coas cuestións hídricas. Mediante a creación dun Blog onde os alumnos poden participar, preténdese crear unha toma de conciencia e fomentar a participación dos nenos no coidado do medio, coordinados polo propio profesor, quen se encarga de

incluír algunhas actividades de autoaprendizaxe utilizando a páxina de internet.

No caso de México, existen tamén experiencias interesantes relacionadas coa difusión dunha cultura da auga dentro do ámbito escolar. A Secretaría de Educación Pública, (SEP), organismo regulador da educación en México, incluíu nos seus niveis básico e medio básico algúns contidos sobre o coidado da auga desde o 2008. Correspondendo con iso, algúns estados do país desenvolveron algunhas estratexias individuais.

Por exemplo, en Querétaro, Jalisco e Baja California Norte, difúndese a cultura da auga nas escolas ex profeso polo goberno estatal, co programa “*Cultura da auga na educación*” que consiste en repartir paquetes educativos: cintas de vídeo, discos compactos, folletos, libros para colorear e manuais para profesores. Os temas comprenden os programas medio ambientais incluídos nos plans de estudo nacionais da SEP, en que se ilustran tópicos como propiedades da auga, o ciclo da auga, cantidade de auga no planeta, uso e contaminación, a importancia de coidar a auga, así como os prognósticos de consumos para anos postremeiros (CEA, 2006. [Data de consulta 2008]).

Outro exemplo atopámolo no estado de Sinaloa, onde a Xunta Municipal de Auga Potable e Rede de sumidoiros de Culiacán (JAPAC) se preocupou pola promoción

do uso responsable da auga, dentro das escolas de educación básica do Estado, considerando vital que se adquira unha cultura do coidado da auga desde idade moi temperá.

Utilizando un portal educativo en internet, difúndense contidos entre a poboación infantil sinaloense sobre os usos e coidados da auga, como método de ensino informal, enlazando os contidos da páxina co plan de estudos dos diferentes niveis educativos (desde o básico ata o medio básico), centrándose no apoio para as tarefas e traballos que os profesores lles piden realizar aos seus alumnos. (JAPAC, s/f. [Data de consulta: decembro de 2009])

Pola súa banda, o Instituto Mexicano de Tecnoloxía da Auga (IMTA) difunde a cultura da auga a distintos niveis educativos, coa instrución e guía para educadores sobre a calidade da auga, cadernos para docentes e dicentes, libros para público en xeral. Mesmo realiza materiais en linguas indíxenas para que todos os cidadáns poidan ter acceso á información. (SEMAR-NAT, 2008. [Data de consulta 2008])

A Comisión Nacional da Auga (CONAUGA), realiza esforzos para que a través de medios de comunicación como anuncios en radio, televisión e cinema, se difunda a cultura da auga. Como proxección a isto, planificouse, para a seguinte década do século XXI, utilizar outros medios alternativos como tarxetas telefónicas, anuncios

espectaculares, parabuses, novelas no metro, mensaxes sonoros nos centros comerciais, cineminuto e cápsulas informativas nos autobuses urbanos e foráneos, reportaxes nos noticiarios, escenificación de tramas relativas á escaseza do recurso en diversos programas de televisión para a súa consecuente mención ou discusión (STORSBERG, 2007: p. 93).

Desta forma, ao recoñecer a auga como unha variable crítica e fundamental para o desenvolvemento sostible, pódese ver unha necesidade de buscar a formación temperá nos nenos e mozos que chegarán no seu momento a ser tomadores de decisións, e lograr xerar a busca dunha resposta alternativa, converxente e sistemática para facer fronte común á progresiva deterioración social, económica e ambiental.

Polo tanto, consideramos que é mester incluír diferentes principios relacionados co manexo, distribución, coidado e conservación da auga. As devanditas temáticas son amplamente tratadas a través do que se coñece como *Xestión Integrada da Auga* (XIA), que abrangue non só a toma de conciencia senón tamén a acción e toma de decisións.

Entre os principais tópicos que se consideran dentro da XIA, temos a conciencia de que a auga é un recurso finito e vulnerable, esencial para soste a vida, o desenvolvemento e o medio, participación acti-

va na súa xestión, involucrando usuarios, planificadores e deseñadores de políticas en todos os niveis, o papel da muller, quen xoga un rol central na provisión, a xestión e o coidado da auga, e o seu recoñecemento como un ben económico, pero á vez, un ben social.

Esta introdución, como xa se mencionou, debería ser desde os niveis básicos de educación, permitíndolle ao estudante recoñecer a auga como un recurso vital para a supervivencia, a saúde, a economía e o benestar, ou mesmo como un factor de seguridade social.

Considerando a problemática anterior, desde o ano 2007, e a través do Centro Interamericano de Recursos da Auga (CIRA) da Universidade Autónoma do Estado de México (UAEM) e do Centro de Recursos Idrisi (CRI), decídese participar nun proxecto para a introdución de contidos relacionados coa Xestión Integrada da Auga en alumnos do nivel medio básico mexicano, apoiándose no uso das tecnoloxías da información e comunicación que actualmente ofrecen as condicións técnicas para a aplicación e toma de decisións en canto ás cuestións da auga se refire, ao mesmo tempo que lle permite ao alumno unha exploración virtual de diferentes problemáticas relacionadas co tema da XIA.

Nas seguintes páxinas expoñemos os resultados desta introdución nunha escola da cidade de Toluca, México, onde se tra-

ballou cun grupo nenos do segundo ano de secundaria mediante o manexo do paquete xeoinformático Idrisi.

Tomáronse como mostra dous grupos, un en branco e o outro de control e acadáronse resultados importantes en canto ao manexo e obtención de coñecementos, non só en cuestións de auga, senón noutros aspectos medio ambientais.

## Desenvolvemento do proxecto

---

Como xa se explicou, a finalidade da investigación consistiu en introducir os principais conceptos da xestión integrada da auga e as súas interrelacións no nivel de secundaria mediante a xeomática co obxectivo de xerar unha conciencia do coidado ambiental e ao mesmo tempo, mellorar o desempeño dos estudantes no manexo de coñecementos relacionados co tema da auga e outros contidos de tipo ecolóxico que están recollidos no plan xeral de educación secundaria mexicano.

Polo tanto, o primeiro paso consistiu en buscar a escola onde se puidese implementar o proxecto, considerando por un lado, o apoio institucional, e polo outro, a infraestrutura, xa que era necesario contar cun número considerable de equipos de cómputo para o uso individual de cada

alumno, así como a instalación do paquete informático Idrisi.

Con base no anterior, considerouse a Escola Secundaria Técnica No. 196, institución de tipo pública, localizada na Cidade de Toluca, no Estado de México, tomando en conta que para a selección da mostra non foi por porcentaxe poboacional, senón polas características xerais do nivel educativo do país, que neste caso, consisten en: grupos mixtos en xénero, de idades entre os 12 e 15 anos e con certo grao de coñecementos académicos homoxéneos.

Traballouse con dous grupos de segundo grao de secundaria, cada un con 40 estudantes. O primeiro grupo (Grupo A) representa o grupo en branco da investigación, e o segundo (Grupo B) é o grupo de control.

Unha vez delimitada a mostra, procedeu-se á súa análise socioeconómica mediante unha ficha de tipo bio-psico-social, a través de entrevistas individuais con cada un dos alumnos. Isto realizouse co fin de coñecer o seu nivel social e cultural, tipo de linguaxe, forma de vida, hábitos escolares, comunicación familiar, problemas da vista ou auditivos, tipo de actividades lúdicas que realizan, coñecementos sobre o idioma inglés, (pois o paquete Idrisi está integramente neste idioma), estilos de aprendizaxe, dispoñibilidade de equipo de cómputo na casa e tempo dedicado de uso. Con estes datos elaborouse un diagnóstico que nos permitiu confirmar a

viabilidade da aplicación do método xeomático, ao constatar que todos os nenos contaban coas características mínimas para poder manipular o paquete Idrisi, tanto a nivel técnico, coma de análise e comprensión dos datos.

De acordo cos resultados obtidos, os datos relevantes que rescatamos son, en primeiro lugar, que a maioría dos alumnos (70%) son visuais en canto ao seu xeito de aprender, polo que é viable a introdución dos elementos da XIA mediante o uso do paquete, xa que este se manexa mediante imaxes, cores e despregamento de mapas.

En segundo lugar, en canto á dispoñibilidade e manexo da computadora, temos que o 75% dos alumnos contan cun equipo na casa e utilizárono mínimo durante 3 anos para diferentes actividades. Ademais, o total dos alumnos conta cos coñecementos necesarios para poder aprender a utilizar as cuestións básicas do manexo de Idrisi, mostrando facilidade para aprender cuestións relacionadas cos paquetes informáticos (85%).

En terceiro lugar, respecto ao dominio e facilidade do idioma inglés, atopamos que só un 5% comprende e fala a devandita lingua na súa totalidade e aínda que o resto a comprende, necesita axuda constante por parte do profesor. Isto permitiunos considerar a planificación das sesións de introdución considerado o apoio requirido aos alumnos no momento da aprendizaxe

das diferentes instrucións do paquete informático Idrisi.

Antes de comezar a introducir os conceptos de XIA entre os alumnos considerando os resultados do diagnóstico pisco-bio-social, realizouse unha proba pedagóxica a ambos os dous grupos (A e B) abranguendo os temas máis importantes sobre auga. Isto realizouse coa finalidade de determinar que coñecementos ten o alumno antes da introdución dos contidos de XIA e poder determinar a partir de onde deberíamos partir coa investigación. Tamén isto nos daría unha pauta para medir o grao de avance na aprendizaxe construída e concretada polos alumnos en cuestións de auga e as súas diferentes problemáticas mediante aplicacións posteriores.

O deseño do instrumento refíxose de batería mixta, permitindo que os nenos se sometan a distintos tipos de pensamento: indutivo, crítico, dedutivo e memorístico.

A proba aplicada desenvolveuse en tres fases, e tivo a seguinte estrutura: na primeira, consideráronse coñecementos xerais sobre temas relacionados coa auga e colocáronse catro columnas. Na número un indicouse o obxectivo do cuestionamento, na dúas formulouse a pregunta que tiña que responder o estudante, na tres as opcións posibles de resposta, e na catro o tipo de pregunta.

Na segunda fase, avaliouuse o dominio que ten o alumno para interpretar mapas, mos-

trando unha imaxe proporcionada polo paquete Idrisi para a súa análise xeográfica, e unha terceira buscou avaliar a súa capacidade para o dominio e o manexo de diagramas de fluxo e construción de macromodelos utilizando dous mapas así como a interpretación dun macromodelo despregado por Idrisi. Estas dúas partes corresponden á manipulación dos Sistemas de Información Xeográfica e o manexo e uso da información que estes proporcionan con respecto a un problema concreto.

Ao aplicar este exame previo, os resultados indicaron que o 60% entende cuestións xerais de ecoloxía, non obstante, no que respecta a coñecementos sobre XIA os alumnos non mostran un bo desempeño (10%). Entre algúns dos coñecementos que os alumnos descoñecen temos: a distribución da auga na terra, políticas e economía da auga, renovabilidade desta, enfermidades hídricas e o descoñecemento do que é unha cunca.

En canto ao que sabían sobre os Sistemas de Información Xeográfica, este tema era totalmente novo, xa que todas as instrucións que había que seguir nun SIX foron equivocadas, ao igual que as preguntas sobre macromodelos, interpretación de mapas, secuencias de informacións para obter un resultado concreto e análise de diagramas de fluxo.

Polo tanto, procedeuse á introdución dos contidos da XIA partindo de cero en canto

a termos e conceptos, dando unha oportunidade gradual da súa adquisición, a través de exercicios suficientes para a comprensión e o manexo do SIX Idrisi.

Unha vez desenvolvido o diagnóstico, iniciamos a introdución dos contidos de XIA, (fase experimental da investigación) que consistiu en implementar unha serie de clases no laboratorio de computación, distribuindo os temas de SIX Idrisi en polo menos 25 sesións de 100 minutos, cunha periodicidade dunha por semana. Con isto logrouse que os alumnos tivesen a oportunidade de desenvolver gradualmente a aprendizaxe de acordo co seu nivel persoal de desenvolvemento cognitivo.

Nos primeiros meses o que se fixo foi afondar nos conceptos sobre o manexo do Idrisi, dado que, como xa se dixo, os alumnos descoñecían totalmente o paquete informático así como as súas funcións e características. Ao mesmo tempo, dedicouse un tempo das sesións para comezar a tratar os temas relacionados co coidado do ambiente en xeral, para despois aterrar no que respecta ao tópico da Auga.

En todas as sesións, tratouse sempre de que fosen os propios estudantes os construtores da súa aprendizaxe. Isto logrouse mediante a asignación de tarefas específicas sobre cuestións ambientais, utilizando o SIX proposto, o que permitiu ir corroborando o incremento das aprendizaxes, cuestión que se atopa pedagoxicamente

soportada en cada unha das fichas técnicas de cada sesión que inclúen: a finalidade, os contidos e as competencias que hai que desenvolver e o avance dos estudantes no proceso de solución de problemáticas relacionadas coa auga.

En canto ao desenvolvemento das sesións, en todas se traballou tomando en conta tres momentos: en primeiro lugar, a apertura, é dicir, o encadre metodolóxico do tema para tratar; en segundo lugar, o desenvolvemento, onde os alumnos traballaron concretamente co paquete xeomático, relacionando a teoría e práctica, sen perder de vista o estudo do caso formulado. Nesta etapa, o alumno debía coñecer os temas de xestión para a concienciación da preservación da auga, comprendendo o estado desta, utilizando a xeomática para a súa visualización e situación espacial, así como a modelaxe e simulación do estado da auga. Isto fixo posible avaliar o vínculo entre os temas de XIA e o manexo de SIX.

Finalmente, en terceiro lugar, temos o peche, onde se chegaba a unha conclusión final achegando diferentes ideas e comentarios interesantes sobre o analizado na sesión, de acordo cos resultados dos exercicios resoltos. Unido ao peche cognitivo, resúmese e conclúe para reforzar e retroalimentar a intención didáctica sinalada.

En todas as sesións, ademais, realizáronse avaliacións periódicas ao inicio do proceso, durante o seu desenvolvemento e fi-

nalmente a aplicación dunha proba obxectiva de peche, incluíndo algúns dos temas do exame de diagnóstico, co obxectivo de medir e avaliar o incremento de coñecementos que se ían adquirindo con respecto á Xestión Integrada da Auga e o manexo do Idrisi na resolución de problemas concretos.

Como complemento ao traballo co paquete Idrisi, utilizáronse algunhas estratexias didácticas para reafirmar os contidos impartidos, sobre todo naqueles dos temas que despois da avaliación intermedia, non mostraban un claro avance.

Entre estas, destacamos: o establecemento de obxectivos e previos (estímulo-resposta), subdivisión do grupo de control de 40 alumnos en subgrupos de 10 alumnos, establecemento de monitores cos alumnos máis avanzados para apoio aos menos hábiles, visita ao Centro Interamericano de Recursos da Auga (CIRA) e á Presa Alzate, ambos os dous no Estado de México, como prácticas de campo, dinámicas lúdicas ao aire libre, toma de coordenadas con GPS, clases abertas ante expertos no manexo do paquete Idrisi, pais de familia e supervisores da zona escolar a que pertence a secundaria onde se traballou para a constatación dos avances dos alumnos no manexo do paquete e en cuestións de XIA.

Todo o anterior levouse a cabo durante un lapso aproximado de 8 meses de traballo intenso cos estudantes, esperando que

puidesen entender a problemática actual ambiental, facendo énfase en cuestións de auga, chegando a formularse a súa análise, discusión, busca de solucións e accións desde o seu contexto, principalmente, dentro dos fogares de cada un deles, así como no ambiente escolar.

## Resultados

---

Despois de realizar a investigación, chegamos ás seguintes conclusións.

Dentro da fase de implementación, os alumnos lograron manexar módulos de Idrisi, realizando operacións concretas como son: un voo dunha zona de estudo específica, sumar vectores e editar mapas, comprensión da estrutura e información por campos dun mapa, manexo e construción de macromodelos.

No que respecta á Xestión Integrada da Auga, foron capaces de traballar co módulo específico para integrar conceptos relacionados co ciclo hidrolóxico, realizando cálculos a partir dunha base de datos, que poden ser climatolóxicos, ou de cantidade de chuvia, entre outros. Tamén aprenderon a delimitar cuncas hidrográficas.

O módulo de saúde é un dos de maior aplicabilidade no proceso de xestión integrada da auga. A través deste os estudantes realizaron cálculos para a análise de casos

de mortalidade e mortaldade a partir igualmente dunha base de datos establecida.

Co módulo Auga-poboación puideron avaliar as características demográficas e do uso da auga, da súa propia rexión ou doutras rexións determinadas.

Os resultados anteriores, ademais de estar avalados nos diarios abordo da investigación, fundaméntanse en canto ao avance do coñecemento, tanto en aspectos sobre a xestión integrada da auga como na manipulación e manexo de datos xeográficos, mediante o comparativo dos dous grupos (branco e de control) e a través de dúas avaliacións posteriores á diagnóstica: unha intermedia (á metade do tempo das sesións programadas) e unha final.

No primeiro caso, os coñecementos respecto á xestión integrada da auga, mostran, na seguinte táboa (Táboa 1), os resultados obtidos nas dúas avaliacións con relación á avaliación diagnóstica.

Como se pode apreciar na táboa, os estudantes que participaron na investigación obtiveron un avance satisfactorio en cada un dos tópicos, en menor ou maior grao, mentres que o grupo en branco na maioría dos casos obtivo unha mellora moi pobre, ou mesmo nula, chegando nalgúns casos a un retroceso en canto aos resultados obtidos na avaliación diagnóstica.

Polo tanto, verificouse que a través dos SIX se poden resolver situacións correspondentes á XIA, que desde logo favorecerá o mellor manexo, coidado e preservación da auga e deste xeito beneficiar a poboación, facilitando a análise e toma de decisións, mediante a predición de posibles situacións e comportamento do medio, concretamente neste caso, da auga.

Ao mesmo tempo foi posible constatar que os alumnos foron capaces de comprender e aprender de xeito gradual os conceptos xerais da Xestión Integrada da Auga (XIA) mediante a aplicación de coñecementos xeomáticos, a través da manipulación dun Sistema de Información Xeográfica (Idrisi) que lles permitiu contar coas bases necesarias para a solución de problemáticas concretas, e toma de conciencia sobre estas.

No segundo caso, respecto ao manexo, manipulación e aplicación de datos xeográficos mediante os sistemas de información xeográfica, os resultados obtidos mostran tamén un incremento en canto á súa interpretación e comprensión, así como á súa aplicación na resolución de problemas específicos, como o mostramos na seguinte táboa (Táboa 2).

Como podemos ver na táboa, os alumnos do Grupo B alcanzaron un desempeño considerable na aprendizaxe do tópico da XIA respecto do Grupo A, que nunca participou nas sesións formativas nin tivo

| Aspecto avaliado                                                    | Grupo A (grupo en branco)                                                                                                                                  | Grupo B (Grupo de control)                                                                                                                                                                                                                                            |
|---------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Definición de ecoloxía                                              | Mantivéronse os resultados do exame diagnóstico (o 68% coñece o termo de ecoloxía)                                                                         | O manexo do concepto de ecoloxía, ao principio era do 68% do total do grupo, porcentaxe que foi aumentando nas dúas avaliacións ata chegar ao 98,5% de dominio da definición                                                                                          |
| Definición de XIA                                                   | Todo o grupo descoñecía desde o inicio o concepto, situación que se mantivo nas dúas avaliacións                                                           | Do 0% que coñecía o significado de XIA, pasouse a unha porcentaxe de 85% do total de alumnos despois da utilización do Idrisi.                                                                                                                                        |
| Ciclo da auga                                                       | O grupo en branco baixo un 1% no coñecemento do ciclo da auga na avaliación final (47%)                                                                    | Do 34,5% dos estudantes que coñecían o ciclo da auga, pasouse a un 95%                                                                                                                                                                                                |
| Cultura da auga                                                     | Acádase un resultado do 22% dos alumnos na avaliación final.                                                                                               | Na avaliación intermedia o 42,5% dos alumnos recoñecen cal é a cultura da auga nos seus fogares, incrementándose no 19,5% respecto ao exame diagnóstico. Na avaliación final, reflíctese o 80% dos alumnos                                                            |
| Auga como ben económico                                             | Non houbo variacións con respecto a este tópico. Mantívose o 20% da avaliación diagnóstica                                                                 | O número de alumnos que manexan este criterio incrementouse nun 15% na avaliación intermedia, chegando ao final ao 60% do 45% inicial                                                                                                                                 |
| Auga como aspecto político                                          | Este grupo alcanzou só un 28% de acerto, incrementándose só nun 1%                                                                                         | Do 45% de alumnos que manexaban este criterio, incrementouse a un 60% na avaliación final                                                                                                                                                                             |
| Auga como recurso finito                                            | Só o 25% dos alumnos ao final da avaliación entendeu que a auga é un recurso finito                                                                        | Do 30% da avaliación diagnóstica incrementouse só un 5% na avaliación intermedia, polo que se utilizaron estratexias de reforzamento para incrementar a compresión do proceso hidrolóxico e os seus límites, obtendo na avaliación final un resultado positivo do 82% |
| Enfermidades hídricas                                               | Só o 22% do total deste grupo recoñece este tipo de enfermidades                                                                                           | Incrementábase nun 60% o número de alumnos que distinguen cales son as enfermidades hídricas na avaliación intermedia, cun total do 80% fronte ao 20% inicial. Na avaliación final, o 95% dos alumnos recoñecen este tipo de padecementos                             |
| Importancia da muller nas cuestións da auga                         | O 79% dos alumnos recoñece a importancia da muller nas cuestións relacionadas coa auga                                                                     | No exame diagnóstico, o 80% recoñece o papel da muller en cuestións da auga, esta porcentaxe incrementábase ata o 95% na avaliación final                                                                                                                             |
| Relación entre as materias académicas (interdisciplinariade)        | O grupo en branco permaneceu cos mesmos resultados (50%)                                                                                                   | Nun inicio, só o 50% recoñecía a relación, porcentaxe que se incrementou nun 20% (ata o 70%)                                                                                                                                                                          |
| Estados da República mexicana que conforman a Cunca á que pertencen | Ningún dos membros do grupo coñecía a cunca a que pertence segundo o seu estado, resultado que non tivo variación en ningunha das avaliacións posteriores. | Ao final da avaliación púidose observar como o 70% tiña coñecemento de que estados participaban na cunca do Río Lerma (cunca do seu estado) fronte ao 0% que se presentou na avaliación diagnóstica                                                                   |

Táboa 1: Compendio de resultados de momentos de avaliación cognitiva en canto ao tópico de XIA (Grupo A e B)

| Aspecto avaliado            | Grupo A (grupo en branco)                                                                                         | Grupo B (grupo de control)                                                                                                                                                            |
|-----------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Altitude                    | Este grupo permaneceu coa mesma porcentaxe (36%) durante todas as avaliacións                                     | No exame diagnóstico o 37,5% dos alumnos conceptualizaron con acerto o termo, incrementándose nas avaliacións intermedia e final nun 45% ou 60% respectivamente                       |
| Latitude                    | Só un 12% dos alumnos manexaban o concepto, porcentaxe que se mantivo igual durante as dúas avaliacións seguintes | Ao inicio só o 12,5% dos alumnos coñecía o termo, chegando ata un 30% na avaliación final.                                                                                            |
| Macromodelo                 | Mantívose un descoñecemento xeral (0%) do termo en todas as avaliacións                                           | Manexouse un descoñecemento total ao inicio do termo, alcanzando na fase final de avaliación un 80% de alumnos que contestaron correctamente                                          |
| Manexo de mapas             | Este grupo non tivo variación na porcentaxe (75%)                                                                 | Na fase intermedia, aumentou do 70% ao 87,5% a porcentaxe de alumnos que contou coa habilidade, chegando a un 90% na avaliación final                                                 |
| Módulo de operacións IDRISI | Ningún dos alumnos coñece o manexo dos módulos de Idrisi, esta situación mantívose en todas as avaliacións        | Ao inicio, os alumnos descoñecían na súa totalidade o manexo dos módulos de Idrisi, alcanzando durante a avaliación intermedia un aumento do 65% chegando ao 80% na avaliación final. |

Táboa 2: Compendio de resultados de momentos de avaliación cognitiva en canto ao manexo e interpretación de datos xeográficos (Grupo A e B)

contacto co SIX Idrisi, pois os resultados das probas pedagóxicas nos seus diferentes momentos da fase experimental así o demostran.

Polo tanto, conclúese que é posible introducir cuestións ambientais (neste caso con énfase en cuestións de auga) mediante o uso dun SIX de forma bastante eficaz entre os estudantes de secundaria, pois o índice xeral de aproveitamento no momento do exame diagnóstico foi de 3,2, que en termos escolares, de acordo co Regulamento de Avaliación de Escolas Secundarias da Secretaría de Educación Pública de México (SEP, 2006) corresponde a un índice de aproveitamento reprobatorio, mentres que ao final da investigación se alcanzou un

aproveitamento de 7,9 no grupo de control. Se tomamos en conta que a media do índice de aproveitamento xeral das escolas secundarias técnicas no Estado de México, segundo os rexistros dos Servizos Educativos Integrados desta entidade é de 6,9, podemos afirmar que utilizar a Xeomática e os SIX como ferramenta didáctica para ensinar temas ambientais (neste caso en cuestións de auga) é adecuado na educación secundaria.

De acordo ao anterior, e despois analizar os resultados obtidos, atrevémonos a realizar as seguintes recomendacións:

- Valorar a utilización dos SIX como ferramenta pedagóxica permanente

dentro das escolas secundarias mexicanas, coa finalidade de tratar as cuestións que teñan que ver co ambiente, así como con temas xeográficos e ecolóxicos, tomando en conta que as institucións educativas públicas hai máis dun sexenio recibiron equipos de cómputo para o servizo multimedia, bibliotecas áulicas e nalgúns casos, bibliotecas virtuais, ademais de canóns e encerados electrónicos, que ben puidesen ser explotados desta forma.

- Adaptación dos módulos xeomáticos do Idrisi, ao nivel secundaria, xa que o traballo se realizou con módulos para un nivel universitario, obtendo a pesar de iso, excelentes resultados de aprendizaxe.
- Inclusión dos SIX no ámbito da formación dos educadores, capacitándoos no uso e manexo do método xeomático que posteriormente lles permita unha aplicación didáctica dentro da aula.

A xeito de conclusión, a Xestión Integrada da Auga, considérase entre outras cousas, como un proceso de participación de distintos actores para a análise, diagnóstico, detección de puntos críticos e toma de decisións, respecto ao uso, coidado e preservación da auga. Para clarificar e especializar o devandito proceso hai que executar este tipo cálculos xeomáticos, máis aínda desde a idade temperá, que á

parte de prover unha serie de coñecementos ambientais, tamén é un xeito de xerar conciencia e educar nos valores para o coidado, tratamento e conservación do líquido vital, cuestión que é imperante nestes tempos de problemáticas ambientais en que todos os países están inmersos.

## Bibliografía

- AUSUBEL, D.P.; NOVAK, J.D E HANESIAN, H. (1983): *Psicología Educativa: Un punto de vista cognoscitivo*. México: Trillas.
- CEA (2006): *Gobierno del Estado de Querétaro, Cultura del Agua*. [www.ceaqueretaro.gob.mx/index/adquisicion. México. Data de consulta: xaneiro 2008].
- CLARKE, K.C., (1986): *Advances in GIS computers, Environmental and Urban Systems*. England: Pergamon Press Ltd,
- COLL, C. (1998): *Psicología y currículum*. Barcelona: Laia.
- COMISIÓN EUROPEA (2006). *Proyecto Sócrates EDUFI: Proyecto GISAS*, SIG aplicado a la enseñanza secundaria. [www.edu.fi/english/page.asp?path=500,5372,30670,55168, España. Data de consulta: febreiro 2008]
- DÍAZ BARRIGA, A.; HERNÁNDEZ ROJAS, G. (2002): *Estrategias docentes para un aprendizaje Significativo*. México... Mac Graw Hill.
- GAJARDO, A. E WERTHEIN, R. (1983): "Educación y tecnología Participativa alternativas de metodología" en *Revista Latinoamericana de estudios Educativos* Vol. XIII Núm. 3, 1983.
- GWP (2004): *The Global Water Partnership Addressing, Challenges of Globalization. An Independent Evaluation of the World Bank's Approach to Global Programs*. [http://lnweb18.worldbank.org/oed/oeddoclib.nsf/b57456d58aba40e585256ad400736404/eef76959f829633b85256f64c04b7/\$FILE/gppp\_gwp\_wp.pdf. Data de consulta: xaneiro 2008.]
- GOBIERNO DEL ESTADO DE SINALOA (S/F): *Junta Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Culiacán (JAPAC) (S/F)* [www.japac.gob.mx/index.php?option=com\_content&view=article&id

- =259&Itemid=36 México. Data de consulta: decembro de 2009]
- LANDENBERGER, R.E., (2006): *Geocarto International Using Remote Sensing and GIS to Teach Inquiry-Based, spatial thinking skills: an example using the GLOBE program's integrated Earth system Science*. [www.informaworld.com/smpp/title~content=t759156373. USA. Data de consulta: febreiro 2008.]
- MASCHERONI, R.L., (2007): *Semanario Peripicias Día Mundial del Agua*. [www.peripicias.com/ambiente/216MascheroniDíaMundialAgua.html. Data de consulta: marzo 2008.]
- ONU (2002): *Objetivos del Desarrollo de Milenio de la ONU*. [www.un.org/spanish/millenniumgoals. Data de consulta: febreiro 2008]
- OVEJERO BERNAL, A. (1990): *Psicología Social de la educación*. España: Herder.
- PIAGET, J., (1987): *Introducción a la epistemología genética*. México: Paidós.
- PROYECTO Wet (2007): *Programa Hidrológico Internacional de la UNESCO (PHI) y Fundación del Proyecto Wet internacional. Agua y Educación. Guía General para docentes de las Américas y el Caribe*. México: UNESCO.
- QUILES, M. E., (2002): *La gestión integral de los recursos hídricos: terminología propia y compartida*. Argentina: Instituto Nacional de Ciencia y Técnicas Hídricas (INCYTH).
- RHIND, D., (1989): *GIS, Trends*. New York: ARC News, ESRI, Redlands.
- ROSS, M. E TARA, (1990): "Integrated Hydrologic Modeling with Geographic Information System" en *Journal of Water Resources Planning and Management*. USA.
- SALINAS IBÁÑEZ J., (2004): "Cambios metodológicos con las TIC. Estrategias didácticas y entornos virtuales de enseñanza-aprendizaje", en *Bordón Revista de Pedagogía Madrid*, Sociedad Española de Pedagogía. Vol. 56. No. 3 e 4. 469-481
- SANTERRE, R. E BOURGON, S., (2006): *Universite Laval Histoire des sciences géomatiques*. [www.scg.ulaval.ca/gps-rs/fr/Histo/histo\_depa.htm. Data de consulta: abril 2008.]
- SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA (2003): *Ley General de Educación*. México, Gobierno Federal.
- SEMARNAT (2008): *Instituto Mexicano de Tecnología del agua*. [www.semarnat.gob.mx. Data de consulta: marzo 2008].
- STERN, H.H. (1967): *La educación de los padres*. Argentina: Ed. Kapelusz.
- STORSBERG MONTES, H. (2007). "Cultura del agua y publicidad". [www.conagua.org. Data de consulta: febreiro 2008.]
- UNESCO (2008): *Agua y Cultura*. [http://www.unesco.org. Data de consulta: febreiro 2008.]
- VYGOTSKY, L. S. (1987): *Imaginación y el arte en la infancia*. México: Hispánicas.
- VYGOTSKY, L.S (1988): *El desarrollo de los procesos psicológicos superiores*. México, Grijalbo.
- WATER CULTURE (2007): *The World Bank Washington, D.C. Hydroponic* [http://thc.biscuitmedia.com/abouthydroponics/waterculture.usa.asp. Data de consulta: febreiro 2008.]
- WET (2008): *Water Education for Teachers*. [www.projectwet.org. Data de consulta: marzo 2008.]
- WICKS JEFFERSON, D. (1996): *County Public Schools Center for Environmental Education*. [www.informaworld.com/smpp/content~db=all~content=a788949835?words=gis"]education. Data de consulta: febreiro 2008.]
- YUKAVETSKY, J.G., (2007): *Diseño instruccional*. Argentina: Universidad Tecnológica Metropolitana. [http://www.utemvirtual. Data de consulta: abril 2008]
- ZUBIRÍA, J. (2001). *Magisterio, De la escuela nueva al constructivismo*. Colombia: Aula Abierta.

