

Enseñanza de la Astronomía Aportes desde las TIC

Daniel Gastelú Fuentes | Analista Programador (ORT). Docente de Enseñanza Secundaria, en la actualidad de Astronomía e Informática (CBU). Como docente, orientó equipos estudiantiles que obtuvieron tres Menciones de Honor del Jurado en "Ciencia en Acción" (España 2007-2008) en trabajos vinculados a la Astronomía.

Al plantearnos la tarea de reflexionar sobre las alternativas del trabajo con contenidos astronómicos en un escenario fuertemente saturado por la tecnología, la primera impresión ha sido de desconcierto, debido a los múltiples destinos adonde podemos arribar. Es amplia la literatura en el sentido de la tecnología como mediadora en los procesos de enseñanza-aprendizaje. En la red de redes pueden contarse centenas de referencias en tal sentido. Cuando hablamos de saturación, nos referimos a la política de 'un laptop por niño', genéricamente conocidos como planes 1:1 y, por extensión en Uruguay, también a los maestros. Y se agrega recientemente la concreción de la posibilidad para docentes de ANEP de adquirir laptops subvencionadas parcialmente. Con luces y sombras... con voces a favor y en contra, las TIC y sus artilugios se van integrando al escenario institucional.

A modo de criterio para orientar los siguientes párrafos, dirigimos la mirada a las posibilidades que aportan las TIC, tanto en lo que refiere a actividades disponibles en las XO, en laptops o computadoras convencionales como a la intervención en actividades facilitadas por la red de redes. Todo lo anterior, en el marco de la expresión local de actividades del Año Internacional de la Astronomía 2009.

En lo que refiere a Astronomía, el año 2009 será un tiempo especial por dos fuertes motivos. En primer lugar, el inicio de la nueva propuesta curricular de Educación Primaria que -como es de conocimiento de los amables lectores- incluye un área específica para la ciencia de Urania. El segundo motivo es que se celebrará a nivel mundial el Año Internacional de la Astronomía¹. Será una celebración mundial de la Astronomía y sus contribuciones a la sociedad y la cultura. Cuenta con el apoyo de UNESCO, la Unión Astronómica Internacional y nodos nacionales en -a la fecha- 135 países. En Uruguay, el nodo local conjuga -coordinando y difundiendo- la acción de varios grupos de trabajo en sendos proyectos abiertos de trabajo y difusión. Es accesible en www.astronomia2009.org.uy.

IYA2009 Trailer



La visión del Año Internacional de la Astronomía 2009 -AIA2009 de aquí en más- es ayudar a los ciudadanos del mundo a redescubrir su lugar en el Universo a través del cielo diurno y

¹ Corto promocional AIA2009. En línea: <http://www.youtube.com/watch?v=WVJmZmo6kzl>

nocturno, practicando un sentido personal del asombro y el descubrimiento. Se busca generar conciencia sobre el impacto de la Astronomía y las ciencias básicas en la vida cotidiana, comprendiendo que el conocimiento científico puede contribuir a una sociedad más equitativa y pacífica.

El AIA2009 celebra y destaca los 400 años de la primera utilización de un telescopio astronómico por parte de Galileo Galilei. El objetivo del año es estimular el interés de todo el mundo -especialmente entre los jóvenes- por la Astronomía y la ciencia en el marco del tema central "El Universo, para que lo descubras". Y en Uruguay se propone de modo implícito en las actividades "...para que lo descubras en comunidad". Es inherente al firmamento el carácter de democratizador como patrimonio accesible a todos por igual, sin distinciones de frontera o de otra especie.

Tal vez sea un romanticismo pensar en el firmamento como un patrimonio natural de la Humanidad, y no de países. Un patrimonio libre. Como lo expresa la ONG "Astrónomos sin fronteras"²: las fronteras desaparecen cuando todos miramos al cielo. En las coplas, de la pluma de José Hernández, podemos imaginar vetas de trabajo y reflexión... «*Así me hallaba una noche / contemplando las estrellas, / que le parecen más bellas / cuanto uno es más desgraciao / y que Dios las haiga criaio / para consolarse en ellas. // Les tiene el hombre cariño / y siempre con alegría / ve salir las Tres Marías, / que, si llueve, cuanto escampa / las estrellas son la guía / que el gaucho tiene en la pampa. // Aquí no valen doctores: / sólo vale la esperencia; / aquí verían su inocencia / esos que todo lo saben, / porque esto tiene otra llave / y el gaucho tiene su cencia.*»³

Escolares contando estrellas

Dice la sabiduría popular que si contamos estrellas, "salen" verrugas. Pensando en escolares que se inician en el reconocimiento del firmamento, una primera aproximación podría

ser reconocer y evaluar la calidad del cielo de la localidad. ¿El cielo tiene "calidad"? ¿Es mensurable el "estado sanitario" del firmamento? Ya adelantando que la aparición de verrugas en observadores es un mito, niños y niñas de nuestras comunidades pueden tranquilamente trabajar y aportar conocimiento con una tarea de conteo de estrellas en regiones específicas del firmamento. Esto se llevará a cabo en el marco del AIA2009, teniendo cabida en uno de los once ejes temáticos. Estos ejes conforman, a nivel mundial, la filosofía de la celebración⁴, y una de esta "ideas-fuerza" es el reconocimiento y la conservación del patrimonio natural que suponen los cielos oscuros. La contaminación lumínica -consecuencia de la vida urbana y el pobre diseño de luminarias- hace que se derroche energía iluminando el cielo y no el suelo. Esto supone una degradación de la calidad del cielo nocturno.⁵ Recordando las expresiones de Horacio Tignaneli⁶, la Astronomía es una disciplina de observación. La conectividad en las escuelas posibilita pues que los docentes accedan a contenidos, guías y protocolos de observación apropiados a cada nivel, en esta actividad de conteo y en muchas más. En palabras de los docentes Gabriel Otero y Raúl Salvo -coordinadores referentes de la actividad, con vasta experiencia-, «...en el caso del reconocimiento de la calidad del cielo estrellado, la web permitirá que escolares de todo el país puedan colaborar en la evaluación y reporte de indicadores de la calidad del cielo desde sus localidades. Sin importar distancias, todos podrán contribuir voluntariamente mediante un formulario electrónico en una actividad sin precedentes a nivel local. Podemos agregar además el esfuerzo que supondrá la generación de contenidos locales en formato digital y su puesta a disposición sin restricciones mediante la red. Estos contenidos se referirán al marco teórico correspondiente al tema, procedimientos prácticos y sugerencias para intervenciones exitosas...». ¿Uruguay Natural? ¿Uruguay amigo del cielo? Esta es una pregunta con una respuesta aún sin dilucidar. La respuesta surgirá del trabajo voluntario de *ceibaleras* y *ceibaleros* -neologismos, si se permiten-.

Pero no es lo anterior un proyecto aislado y distante de otros en el horizonte del año 2009. Una referencia para la enseñanza de la Astronomía para niños, en el mundo, es la propuesta

² ONG "Astrónomos sin fronteras", en línea: <http://www.astronomerswithoutborders.org/>

³ J. Hernández (1965).

⁴ Ampliar en: <http://astronomia2009.org.uy/aia/globales/11-propuestas-de-actividades-globales-para-el-aia/>

⁵ M. Leivas (2008).

⁶ H. Tignaneli (2008).

UNAWA (*Universe Awareness for Young Children* - Descubriendo el Universo con los niños). Esta es una actividad central coordinada con diversos países en el marco del AIA2009. En palabras de la Magister Andrea Sánchez (Facultad de Ciencias), coordinadora de la expresión local del proyecto, «...UNAWA-Uruguay es una actividad dirigida a promover el contacto de los niños, con la astronomía en particular, pero también con las ciencias en general. Las posibilidades que brinda el Plan Ceibal son fundamentales en el desarrollo de este programa en nuestro país, ya que el objetivo son todos los niños, pero fundamentalmente los más desamparados, desde el punto de vista socio-económico y cultural. La idea de nuestro grupo de trabajo es hacer llegar a través de nuestro sitio en Internet y de los grupos de trabajo de Ceibal, interfaces para el software astronómico que se puede encontrar en Internet, junto con guías de actividades para las maestras y los alumnos. De esa manera se logra alcanzar un número importante de las escuelas del país, incluido el interior, mitigando el macrocefalismo metropolitano. Es fuerte la intención de lograr aprendizajes significativos en el aula y que el niño lo acerque y lo comparta con su familia».

Podemos agregar que UNAWA está concebido para niños de 4 a 10 años, y el sentido de la existencia de expresiones por país del proyecto es en respuesta a que se conciben como espacios generadores de contenidos locales e intercambio entre comunidades educativas. UNAWA-Uruguay se propone pues como un espacio promotor, habilitante y muy alerta a ideas, sugerencias y demandas de los docentes en lo que refiera a enseñanza de la Astronomía. El sitio en Uruguay es <http://www.astronomia.edu.uy/unawe.uruguay/>, y en el correr del año 2009 se irán incrementando los contenidos y la interacción con docentes, estudiantes y familias.

Del modelo a la imagen, de la imagen al modelo... ¿Un viaje de ida y vuelta... o sin retorno?

En una introducción sobre la comunicación visual en la enseñanza de las ciencias, la Prof.^a Roser Pintó (Universidad Autónoma de Barcelona) señala posibles vías expresivas. «Para observar la realidad, podemos servirnos de nuestros sentidos y apoyarnos en algunos dispositivos, pero,

para plasmar nuestras observaciones y comunicar nuestras ideas, nos valemos del lenguaje, de alguno de los lenguajes que utiliza la ciencia para expresarse: lenguaje matemático, lenguaje verbal, lenguaje visual...»⁷

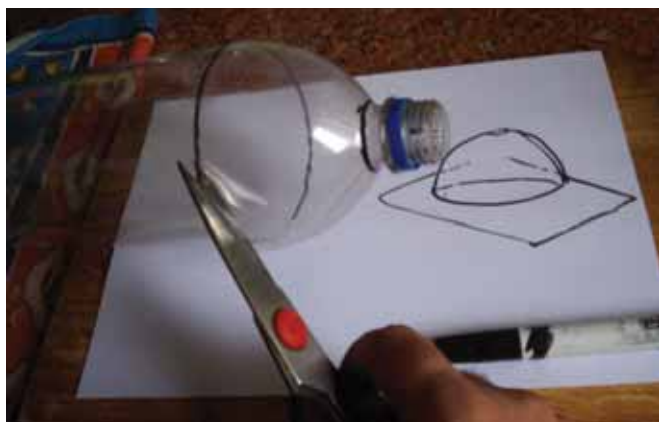
Las XO ponen herramientas expresivas tan novedosas como desafiantes al alcance de los actores del escenario educativo. Consideremos el caso de la actividad “Record”, conocida informalmente también como ‘cámara’. Esta actividad permite registrar imágenes fijas, en movimiento y sonido. ¿Dónde está el límite? ¿Es posible -o es necesario- prevenir el uso compulsivo de la imagen en detrimento de otros medios expresivos? La cautela es la primera señal al decidir cómo intervendrá este instrumento en el escenario de trabajo. Consideremos entonces la actividad “Cámara” como un auxiliar en una bitácora visual de trabajos. No es el único componente de los registros, pero ayudará a construir la memoria visual de las actividades de los estudiantes.

Veamos un caso práctico: la representación de la esfera celeste en una imagen bidimensional. Es de consenso que la comunicación del concepto de esfera celeste en una imagen bidimensional no es apropiada para edades tempranas, generando más problemas que soluciones. En lo que refiere a representaciones, Jewitt explica algunas consideraciones en el caso del modelado de una célula. «En la construcción de modelos tridimensionales se utilizan objetos procedentes de otros ámbitos para mostrar los elementos de la célula, y establecer analogías sociales y de textura. La dimensión espacial de estos modelos visuales 3D obliga al alumno a considerar las relaciones entre los elementos de una célula. Es decir, el modelo visual tridimensional aporta más recursos semióticos para la representación de estas relaciones, para dar ideas de estratificación, profundidad y recubrimiento. Esto permite superar la dificultad bastante común de una representación plana...»⁸

⁷ R. Pintó (2002).

⁸ C. Jewitt (2002).

Y ya sea el caso de una célula, el modelado de un eclipse o una esfera celeste, vale el mismo criterio de riqueza expresiva. Retomando el caso práctico, la respuesta habitual a la necesidad de modelar la apariencia y elementos principales de la esfera celeste proviene de un insumo muy económico y sencillo de obtener: una botella desechada de refresco. Muchos colegas lo aplican con éxito y es parte de la estrategia de trabajo la “reescritura” y ampliación del modelo al ir progresando en el conocimiento de las relaciones y ciclos que se discuten en el aula.



Veamos el primer intento para documentar este aspecto. Tradicionalmente se representaba -o se representa- con una imagen “de pizarrón” donde el estudiante tiene que imaginar la “perspectiva” o profundidad de la representación, generalmente con fracaso en el intento. Pero si tomamos la parte superior de una botella de gaseosa y la recortamos convenientemente, nos

queda una semiesfera traslúcida, donde podemos trazar libremente con marcadores de color. En este escenario, el observador ocupa “el centro” de la esfera celeste. A falta de mejor alternativa el “pinito amarillo” de un juego de tablero con una carita dibujada solventa la situación. Nótese la indicación de los puntos cardinales. La secuencia, más extensa, muestra en otras imágenes como la ‘W’ muta para pasar a ser ‘Oeste’ en lo que refiere a identificación... Se reescribe y reelabora sobre el modelo.

Luego, según corresponda al tema que ocupe al nivel, se trabaja con trazos de marcador, cordeles y regla. Podemos dejar librada a la creatividad una serie de mejoras al modelo, promoviendo así lazos afectivos con la producción, fruto del tiempo y esfuerzo invertido. Entre algunas mejoras podemos imaginar un suelo verde -asimilando la textura de una pradera- o una meticulosa silueta del horizonte en la base de la semiesfera.⁹ Para fanáticos: una lamparita de linterna encendida en el extremo de un palito, simulando ser el Sol desde la salida a la puesta. Las XO en este contexto funcionan como bitácoras visuales de intentos no solo de los éxitos, sino también de las fallas. Creo que no es ajeno a nadie el valor del error en la reconstrucción de las estructuras del alumno.

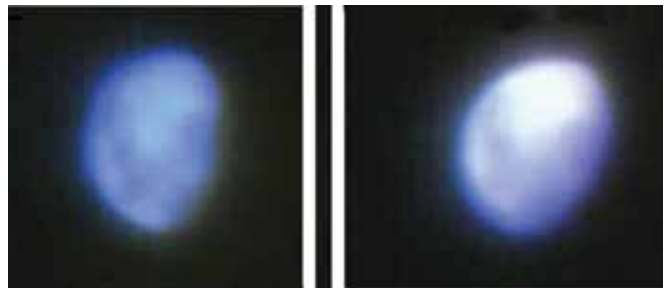
Pero ¿cómo avanzamos en el conocimiento de cambios y ciclos en el cielo? El ideal sería la observación directa y registro, pero en ocasiones la naturaleza no colabora y tenemos nubarrones u horarios inconvenientes. Imaginemos una actividad también susceptible de ser registrada con la cámara; el desplazamiento de la sombra de un *gnomon* según pasan las horas. La actividad se extiende de media mañana a media tarde aproximadamente. Esta tarea sencillamente consiste en un palito vertical arrojando sombra en una superficie horizontal. En una oportunidad, una alumna empleó una lapicera clavada en una macetita, la que a posteriori fue dispuesta en un espacio abierto del patio de la casa. La primera consideración que surge es que no es apropiado cualquier lugar de la casa. En familia habrá que determinar qué lugar es adecuado en virtud del movimiento aparente del Sol y edificio o árboles -linderos o propios-. Una vez “en estación”, lo recomendable es ubicar la XO en un lugar fijo, cerca del

⁹ Una versión de mayor tamaño puede construirse con la parte superior de un botellón de agua mineral disponible en supermercados. La consigna es que, una vez recortado, nos quede una semiesfera.

gnomon, para fotografiarlo cada 30 minutos -o cada 15 minutos, si deseamos un desarrollo de secuencia más suave-. Los chicos y chicas pueden asumir la tarea un sábado o domingo, para asegurar que la asistencia al establecimiento no coarte el desarrollo de la actividad. Una vez finalizada, se cuenta con más de una docena de imágenes donde lo que se desplaza es la sombra -siempre que se respete la inmovilidad de la XO-. Luego corresponde disponer las imágenes para visualizarlas y ver el movimiento “en cámara acelerada”. Una alternativa posible para visualizar es una actividad extra llamada *View Slides*¹⁰. También *Scratch* (actividad extra, representada con un gatito) proporciona herramientas para ingeniar animaciones en cámara acelerada. Para quien no lo conozca, *SCRATCH* es una actividad que brinda al usuario un entorno para programar pequeñas aplicaciones. Sustentada en una metáfora visual de “bloques” o “ladrillitos”, con un escenario, actores que cambian de disfraz y una amplia paleta de acciones, es posible vislumbrar potencial para desarrollar presentaciones interactivas no solo de Astronomía, sino de virtualmente cualquier tema que prefiera esta vía de expresión. Podemos decir que *SCRATCH* es vigoroso y fértil como vía de expresión. Para profundizar en el tema sugiero visitar el sitio web de introducción a *SCRATCH*¹¹, disponible en el Banco de Recursos del MEC, donde me extendiendo en detalles específicos de la herramienta y algunas sugerencias de uso.

Otra arista digna de exploración es el uso conjunto de la cámara digital con un telescopio de construcción con elementos económicos. Es indudable el valor que supone que un equipo de estudiantes pueda construir su propio anteojo refractor sencillo. A fines de octubre tuvimos oportunidad de asistir a un taller de construcción del citado instrumento, dictado por el Prof. Dr. João Batista Canalle (*Universidade Estadual do Rio de Janeiro*). En la oportunidad compartió, con docentes uruguayos, método y consejos para la construcción de telescopios¹². En el transcurso del taller nos tomamos el trabajo de fotografiar “paso a paso” el proceso y lo compartimos en un álbum web con anotaciones¹³. Son 91 imágenes, pero sugerimos al amable lector concentrarse en las cinco últimas.

Se trata de fotografías de la Luna, empleando una cámara digital “directamente” en el ocular del instrumento. Con “paciencia astronómica” -simpática expresión del Dr. Canalle-, luego de algunos intentos se obtienen interesantes registros. Tal vez no tengan la apariencia de fotografías profesionales, pero valgan como idea para registrar la apariencia de la Luna con la cámara de las XO en fechas sucesivas, y registrar así el cambio de apariencia de Selene. No contento con el intento anterior, conseguí una webcam -de inferior calidad respecto a la disponible en XO- y el resultado primario es interesante.



Por lo pronto, imaginar la construcción de un anteojo astronómico sencillo¹⁴ e intentar fotografiar la Luna con la cámara disponible en la XO no sería nada descabellado.

En el contexto de uso de las XO como herramientas expresivas cabe preguntarse cómo proceder en un uso pertinente de la capacidad de fotografiar o filmar. Sirva como preguntas pendientes para la reflexión un leve refraseo de las que se plantean en un artículo titulado “Dibujar en las clases de ciencias”¹⁵. En lugar de expresarnos en términos de “dibujar”, se reflexiona con el concepto de “fotografiar”. *¿Fotografiar ayuda a observar? ¿Fotografiar ayuda a recordar? ¿Fotografiar ayuda a la comunicación de ideas? ¿Las fotografías ayudan a modelar?* Estas preguntas y otras pueden ayudarnos a definir postura y estrategias ante las nuevas herramientas.

¹⁰ Referencia de “*View Slides*” en: http://wiki.laptop.org/go/View_Slides

¹¹ GASTELÚ, Daniel: “Central secreta Scratch” en EduMec/banco de recursos del MEC (Uruguay). En línea: <http://www.edu.mec.gub.uy/banco%20de%20recursos/webscratch/index.htm>

¹² Procedimiento de construcción y más contenidos del Prof. Canalle. En línea: <http://www.opace.org.br/Arquivos/Nuricel/Cursos/cursosocanalle.htm>

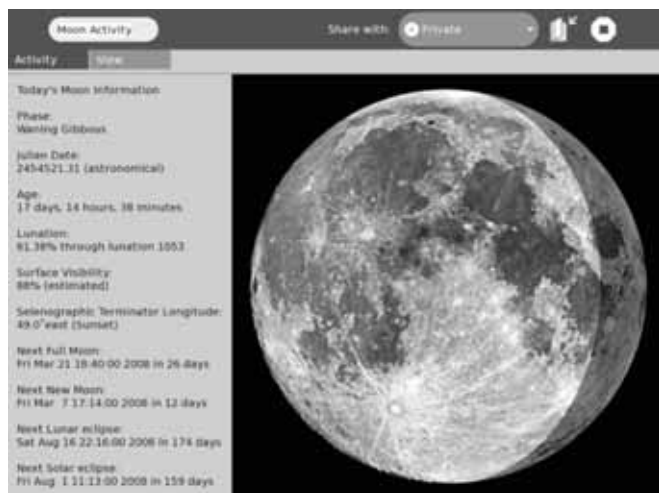
¹³ GASTELÚ, Daniel: Álbum web de “Proceso de construcción de telescopio y fotografía a la Luna”. En línea: <http://picasaweb.google.com/danielgastelu/TallerConstruccionDeTelescopios#>

¹⁴ Construcción de telescopio refractor (p. 16). En línea: <http://www.eduteka.org/pdfdir/ChileCurriculoCienciasTics.pdf>

¹⁵ C. Márquez (2002).

Uso de simuladores

Un aspecto de rica aplicación de las TIC es el uso de simuladores y, en el caso que nos ocupa, simuladores de carácter astronómico. Explorando el *wiki* del proyecto OLPC encontramos una actividad extra que capta inmediatamente nuestra atención. La actividad MOON¹⁶ (Luna) se propone como un visor en tiempo real de fases lunares y proveedor de efemérides de eclipses. En el futuro, quienes llevan adelante el emprendimiento, consideran agregar más información contextual, datos de los principales detalles selenográficos y más.



En lo que refiere a aplicaciones para computadoras de escritorio o *laptops* “tradicionales”, el software astronómico lleva ya larga trayectoria, con resultados de precisión científica y calidad estética de destaque. Creo pertinente incluir una descripción de uno de mis programas favoritos que dará mucho que hablar en el año 2009. Por adelantado vamos señalando la virtud de tratarse de software libre y gratuito.

El recomendado es el software *Stellarium*. Este programa está cosechando muchos adeptos a consecuencia de la riqueza visual de las imágenes que genera y la pasmosa sencillez de uso. Las cuatro flechitas de dirección en el teclado y el *mouse* nos colocan en dominio de una esfera celeste de características inusitadas, al permitir visualizar el cielo estrellado en cualquier fecha y lugar, y apreciar representaciones de constelaciones de diferentes culturas -no solamente el constelario occidental-.

El uso de un simulador permite planificar o documentar actividades con antelación y/o recrear eventos astronómicos del pasado. Uno de mis ejemplos favoritos es preguntarnos cómo era la apariencia astronómica al atardecer y noche del 19 de abril de 1825. ¿Qué aspecto tenía la Luna al momento del crepúsculo? Huelga decir que no daré la respuesta, pues averiguarlo es emocionante...



En lo que refiere a planificación y observación, tomemos como referencia la secuencia de fotos.

Corresponden a imágenes del horizonte en un sector comprendido entre los puntos cardinales Norte y Este -señalados con flechitas- en una ubicación rural.

Cada imagen documenta la salida del Sol en torno al 21 de cada mes, comenzando en marzo (superior) y extendiéndose hasta setiembre (inferior).

Salta a la vista la variación del lugar por donde aparece el “astro rey”. Y salta a la vista que el Sol no sale por el Este, excepto -estrictamente- en fechas específicas del año (equinoccios). Lo que no salta a la vista -al menos no declarado hasta el momento- es que las imágenes... ¡son sintéticas!

¹⁶ Moon. Actividad extra para XO, información en línea: <http://wiki.laptop.org/go/Moon>

Fueron producidas con el *Stellarium* -y sirva pues como demostración del carácter estético de la simulación-, copiadas y pegadas en una aplicación y recortadas para mostrar la secuencia del caso.

“¡Qué voluntad para levantarte temprano!”, han sido no menos de dos comentarios que he recibido cuando comparto esta imagen sin explicar cómo se ha confeccionado. En lo que refiere a nuestros niños, el registro sistemático del amanecer presenta la complejidad horaria de la entrada al turno matutino, y se agrega la recomendación de que se registre desde el mismo lugar, apreciando el mismo horizonte, como se evidencia en la imagen. La sugerencia sería pues que niños y niñas asuman como tarea el registro de la puesta del Sol, como alternativa más conveniente desde el punto de vista horario.

Ya adelanté que en el año 2009, *Stellarium* dará que hablar. Recuerde este título... “El Universo en tu ciudad - Programa 19 capitales”¹⁷. Según se describe en la web de este proyecto -integrante de las acciones AIA2009-Uruguay-, «se instalará el Planetario Digital Kappa Crucis una semana en cada capital departamental. La instalación consiste en un domo rígido desmontable de 8 mts dispuesto en un lugar referente para la comunidad, facilitando el acceso y difusión de la propuesta; a la vez transformándose en un nuevo espacio referente de encuentro científico-cultural y de recreación».

Stellarium, en este escenario, es el software utilizado en las exhibiciones. Sin duda, es recomendable la descarga del programa desde la página del proyecto en <http://www.stellarium.org/>, pudiendo los docentes interiorizarse en los aspectos generales y uso básico de un simulador astronómico. Es posible recrear en la pantalla de la computadora -o *laptop* convencional- la experiencia visual de un planetario en casa. En charla informal con la representación de UNAWU-Uruguay, este software es considerado un fuerte candidato para la elaboración y difusión de fichas de actividades y contenidos, tanto para alumnos como para docentes.

Quedan seguramente más preguntas que respuestas... Y queda firme la invitación para visitar periódicamente el sitio www.astronomia2009.org.uy, donde al ritmo de los eventos

se irán publicando actividades, contenidos, reportes testimoniales de trabajos y mucho más. Es la ventaja que brindan las tecnologías de información a las comunidades de usuarios. Con el poder de la *web 2.0*, cada vez es más natural la integración de redes de colaboración. Ya sea aportando desde el *blog* de vuestro grupo, mediante reportes o enviando fotos de actividades en las escuelas, las alternativas de intervención son múltiples y posibles. Integrarnos y colaborar comunitariamente establece cimientos para acciones y prácticas que irán más allá del siguiente año. Es digno de mención que nuestro país cuenta con una prestigiosa tradición en la enseñanza de la Astronomía. En el año 2009 llegamos a los 120 años de la enseñanza de la disciplina en Uruguay¹⁸. Una tradición que como comunidad nos estimula a vivir el año 2009 con vigor y entusiasmo. ☺



Bibliografía de referencia

- HERNÁNDEZ, José (1965): *Martín Fierro* (Cap. IX, Coplas 1445 a 1462). Buenos Aires: Ed. Kapelusz.
- JEWITT, Carey (2002): “Representación visual en la clase de ciencias: potencialidades de los modos de aprendizaje” en Revista *Aula de innovación educativa*, No. 117 (Diciembre). Barcelona: Ed. Graó.
- LEIVAS, Marta (2008): “¿Se apaga el cielo?” EduMec / banco de recursos del MEC (Uruguay). En línea: <http://www.edu.mec.gub.uy/banco%20de%20recursos/webstellar/index.htm>
- MÁRQUEZ, Conxita (2002): “Dibujar en las clases de ciencias” en Revista *Aula de innovación educativa*, No. 117 (Diciembre). Barcelona: Ed. Graó.
- PINTÓ, Roser (2002): “La comunicación visual en la enseñanza de las ciencias: Introducción” en Revista *Aula de innovación educativa*, No. 117 (Diciembre). Barcelona: Ed. Graó.
- PINTOS GANÓN, Reina; FERNÁNDEZ, Julio Ángel (2008): “2009: 120 Años de enseñanza de la Astronomía en Uruguay”. Montevideo: CES/Facultad de Ciencias-UdelaR/OALM. En línea: <http://www.astronomia.edu.uy/depto/ca/astronomiauruguay.pdf>
- TIGNANELLI, Horacio (2008): “La Astronomía: una disciplina que enseña a observar” en Revista *QUEHACER EDUCATIVO*, N° 90 (Agosto), pp. 27-32. Montevideo: FUM-TEP.

¹⁷ “El Universo en tu ciudad - Programa 19 capitales”. En línea: <http://www.kappacrucis.com.uy/planetario/planetario%20digital.htm>

¹⁸ R. Pintos; J. A. Fernández (2008).